

育苗中困ったなという時に — コンテナ苗症例集 —



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

森林総合研究所 第4期中期計画成果21
(持続的林業-3)

目次

はじめに	1
症例一覧	2
症例別解説	
培土や肥料はしっかり混ざってる？	3
肥料切れによる成長不良（カラマツの場合）	4
肥料切れによる成長不良（ヒノキの場合）	5
内側が蒸れて下枝が枯れた	6
雨滴や灌水時の水滴で培土が掘れてしまった	7
灌水のバラツキの解決策は	8
灌水量・回数の違いは施肥量・成長に影響する	9
梅雨が明けそうになったら灌水に注意	10
幼苗がハウス上部にこもった熱気によって枯死	11
日焼けとは？	12
カラマツの光・温度管理	13
コンテナへの移植後に被陰を忘れて幼苗枯死	15
スギで冬期に発生する光阻害による枯死	16
コンテナの配置による根鉢の形成不全	17
成長中～後期に水が内側に届きにくくなり枯死	18
コンテナを地面に置くと根が地面まで伸びてしまう	19
発芽直後の病虫害に要注意	20
幼苗を食害する害虫	21
乾いていない時は要注意	23
幼苗への食害（虫以外）	24
スギの新芽は落ちやすい	25
ハウスから出すタイミングを外した	26
補足説明	
発芽後の毛苗移植	27
コンテナの種類	28
北海道でカラマツの育成に使用しているコンテナ	29
種子の保存について	32
コンテナ育苗時の病虫害について	33
執筆者一覧	34

はじめに

近年、コンテナ苗の生産数が伸びており、新規に生産を始めた事業者も増えつつあります。私たちの研究グループは、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）」の大項目1「低コストコンテナ苗の開発」において、コンテナ苗の育苗技術に関する研究を行ってきました。本プロジェクトでは、充実した種子を選別するための機械を開発し、高い精度で充実種子を得ることが可能となりました。これにより、コンテナに種子一粒を直接播種する新たな生産技術の選択肢が広がりました。本冊子では、これらの生産技術を用いた事例や、各地のコンテナ苗生産現場において、育苗の各工程で注意しなければならないことや、失敗してしまった事例を解説しています。これまで生産されてきた方も、これから苗木づくりに取り組む方も、広く本冊子をご活用頂き、今後のコンテナ苗育苗の参考にしていただければ幸いです。また、本プロジェクトでは、苗木を植栽した後の下刈り省略に関する研究成果をまとめた「低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト」、および新しい技術を用いたコンテナ苗の生産方法を解説した「新しいコンテナ苗生産方法の提案」を発行しましたので、併せてご活用いただければ幸いです。

本冊子を作成するにあたって、調査・データ収集においてご協力頂いた都道府県、市町村、苗木生産者、林業事業者の皆様に厚くお礼申し上げます。

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

症例一覧

カテゴリー	症例	発生地域	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	4,5
	パーライトは乾燥していてもわかりにくい。 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。	長野県 徳島県 茨城県	9
	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。 葉が繁茂すると、水が内側に届きにくくなり枯死した。	岡山県 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	6
	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	7
	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	8
	自動灌水装置の不調（詰まって出し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	8,9
	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	10	
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	9	
光・温度管理	屋外での5月の高温や、ハウス内での高温で枯死した。 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。	長野県 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	11
	日焼けして枯死。	高知県 岡山県	12
	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	13
	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	
馴化	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	15
	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	16
コンテナの配置	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	17
	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	17
	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	18
	外側のセルは乾燥しやすく、苗木の苗成長長量が低下した。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	19
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	20
	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	21
	ヨトウムシによって若芽が食害。	岡山県	21
	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	21
	コガネムシの幼虫による根の食害。	京都府	23
	屋外に置いたコンテナ苗が、虫・鳥に食害。	長野県	24
	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	25
	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	
その他	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	26
	9月に多雨のため、成長不良。	長野県	
	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	32	

※ 発生地域は、今回症例が報告された地域を掲載したものであり、これらの地域に限定ではありません。

培土や肥料はしっかり混ざってる？

同じように育苗しているはずなのに、コンテナ単位で成長に差がつくことがあります。原因はたくさん考えられますが、コンテナに培土とともに緩効性肥料を充填した場合、肥料が均等に混ざっているかどうかの原因となることがあります。2つのタイプのスギコンテナ苗（JFA150 リブ、BCC社 lexiFrame-77HM (SideSlit Cell 150)）について、樹高の大きいコンテナと小さいコンテナから10個体を抜き取って根鉢を解体し、緩効性肥料の殻の数を数えたところ、樹高の大きいコンテナの方が小さいコンテナより殻の数が多く、肥料が多く入っていたことがわかりました。



充填前の培土はどのように混ぜたら良いのか？

今回の報告では、培土を人力で混和したため肥料が均等に混ざらなかったことが原因で、成長に差がでたものと思います。生産者の間では横回転のミキサーで培土を混和する方も多いですが、肥料と培土が分離してうまく混ざらない場合があります。縦回転のミキサーだと下に沈んだ肥料も上に持ち上げられますので、均等に混ざります。また、縦回転だと圧縮された培土を砕くことも容易です。

(藤井 栄)



肥料切れによる成長不良（カラマツの場合）

コンテナ苗は、毎日灌水を行うため、肥料が早く切れると言われています。下の写真は、粒状の緩効性肥料の配合量が異なるコンテナです。肥料の量が少ないコンテナでは、生育中期（8月）に肥料切れとなり、苗木の成長が停滞するとともに、針葉の変色が確認されました。



写真. 肥料切れにより変色したカラマツ苗写真赤枠内（左）と健全な苗（右）



図. 施肥量の違いとカラマツ苗の成長経過

育苗で気を付けるポイント

- 成長が停滞していないか観察する。
- 針葉の変色（緑色が薄くなる、新葉が黄変や褐色になる等）がないか観察する。
- 肥料不足が疑われる場合は、液肥等の速効性のある肥料を追肥する（ただし、寒冷地では生育後期の追肥には注意する。徒長した苗になる可能性があるため）。

（清水香代）

肥料切れによる成長不良（ヒノキの場合）

コンテナ育苗では、元肥に溶出日数 100 日程度の緩効性肥料が用いられる場合が多いです。この場合、育苗開始 3~4 ヶ月以上経過すると肥効が切れて徐々に葉が黄変します。このような苗は、根鉢が形成され苗サイズの規格を満たしていても、現地植栽後の成長が良くないことが多いです。



写真. ヒノキコンテナ苗（元肥に溶出日数 700 日肥料追加：左 [有]、右 [無]）

育苗で気を付けるポイント

- 肥効（溶出日数）の長い肥料を元肥に用いる。
- 元肥の肥効が切れかけた（葉の黄変開始）頃に、液肥や置き肥（各孔へ確実に施用）による追肥を行う。

（茂木靖和、渡邊仁志）

内側が蒸れて下枝が枯れた

コンテナ苗の育苗中～後期には、苗木の下枝が繁茂します。また、苗同士が密着しているため、高温多湿になることがあります。この際、蒸れや、光が十分に当たらないことなどが原因で、下枝が枯れ上がったり、最悪の場合、病気が発生することもあります。



写真. 蒸れにより下枝が枯れたカラマツ（左）と蒸れていないカラマツ（右）



写真. 下枝が蒸れたヒノキ（左）と蒸れていないヒノキ（右）

育苗で気を付けるポイント

- 病気の発生が疑われた場合は、被害が拡散しないうちに殺菌剤等を散布する。
- 育苗中期以降、下枝が張ってきたコンテナは蒸れを防止するため、コンテナ間隔を空ける。

(清水香代)

雨滴や灌水時の水滴で培土が掘れてしまった

コンテナ苗の育苗初期では、培土が露出しているため、雨滴や灌水時の水滴が集中して培土が掘れてしまうことがあります。また、水滴の勢いが強いと、覆土や培土だけでなく、種子も流出してしまうことがあります。



写真. 自動灌水の配水管のたわみや支柱からの水滴の集中により掘れた培土（赤矢印）



写真. 虫害対策で設置したネットでも灌水の水滴の集中で培土の掘れが発生する



写真. 灌水部から下に紐を下げて水滴の通り道を確認している例（赤点線）

育苗で気を付けるポイント

- 大きな水滴がかからないようコンテナを配置したり、水の通り道を確認する。
特に、播種してから発芽までの段階は、培土に直接水（雨水や灌水の大きな水滴）がかかるので、自動灌水の管やノズル、寒冷紗のたわみ等、部分的に水が溜まる場所の直下を避けるようコンテナを配置する。また、灌水部から紐を下げて水滴の通り道を確認し、苗に直接水滴が落ちるのを避ける。

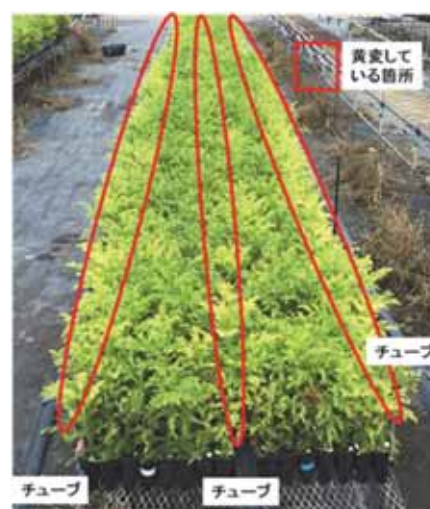
（清水香代・藤井 栄）

灌水のバラツキの解決策は

育苗初期は苗のサイズが小さいため、灌水のバラツキは少ないですが、育苗後期になると樹冠に遮蔽され、灌水が入りにくくなり、バラツキが発生する原因となります。灌水が不均一になると、苗に供給される水や養分量も不均一になるので、結果的に成長にも影響し、成長が遅れ被圧された個体はサイズが大きくなることが想定されます。そのため、均等な量を灌水することはコンテナ育苗にとって重要な技術です。

側方から灌水してみた

頭上からの灌水では樹冠に遮蔽されますので、側方からの灌水を試みました。距離が遠くなると届かなくなりますので、コンテナを棚に横に2個置き、外側と内側の3本の灌水チューブを設置したところ、チューブに隣接する個体では、早期に葉が黄変しました。近い個体は水が過剰にかかり、肥料が早期に切れてしまったと考えられます。



最適な灌水方法は

均等に灌水するには、1キャビティごとのドリップ灌水であれば確実ですが、数万箇所にペグ等を差し込むのは大変です。水をコンテナ底面に敷く底面吸水法は、均等に灌水することが可能となりますが、施設の整備には工夫が必要で、底面からの発根を抑制することが必要となります。頭上からの灌水しか選択出来ない場合は、1回の灌水で全てのキャビティが十分飽水するよう時間を長く設定し、数日灌水を休止して培土をしっかりと乾かし、適切なタイミングで再灌水を行うことが必要となります。

(藤井 栄)

灌水量・回数の違いは施肥量・成長に影響する

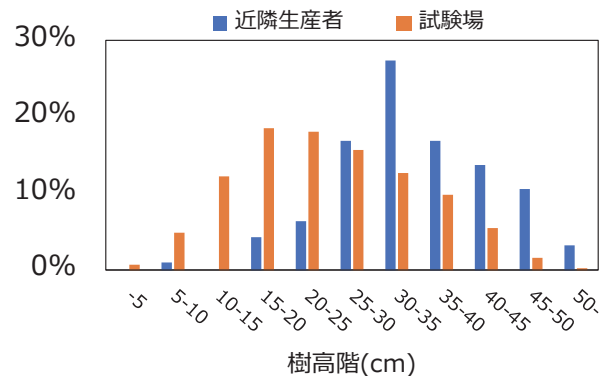
徳島県で行った灌水と施肥についての試験です。肥料は培土をコンテナへ充填する際に、緩効性肥料を使用しています。ガラス室内で10月にコンテナに直接播種し、翌年2月に間引と移植を行ったスギ苗を2つに分け、試験場では1日1回自動灌水を行い、近隣の生産者は天候や苗の状態を観察しながら手動で灌水を行いました。試験場では7月頃、葉が黄変し肥料切れと考えられたので追肥をしました。10月頃、苗のサイズを測定した結果、試験場の苗よりも生産者の方が大きくなりました。

樹高サイズに差がついた原因は

生産者は、培土の乾燥状態に応じて、乾いている場合は灌水し、湿っている場合は灌水を行わなかったため、必要最小限の水量でした。一方、試験場では培土の状態に関係なく自動灌水を行ったため過剰となり、肥料が想定よりも多く溶出し、肥効期間よりも早く肥料切れの状態となりました。その後、追肥を行ったため、最終的には試験場の方が総施肥量は多かったのですが、施肥量の少ない生産者より苗は成長しませんでした。これは、肥料切れにより一旦成長が止まったことが原因であると考えられます。



スギ実生コンテナ苗播種1年後の樹高階頻度分布



コンテナ苗育苗時の注意点

コンテナ苗育苗で頻繁に使用される緩効性肥料は温度や湿度の影響を受けて溶出します。育苗する土地の環境条件、育苗容器、培土、灌水方法によって肥料の溶出量は異なりますから、施肥量はキャビティに何g入れるものと決めるのではなく、生産者自身の育苗条件に応じて決定する必要があります。

(藤井 栄)

梅雨が明けそうになったら灌水に注意

梅雨時は、曇天で湿度が高いためコンテナ内の培土が乾きにくいですが。このため、灌水量や灌水頻度を抑えた管理が行われます。梅雨明け後は、一転して、晴天が続く気温が上昇します。ここで、梅雨時と同じ水管理を行うと、乾燥しやすいコンテナ周囲の孔の苗やサイズの大きい苗から枯死が始まります。



写真. 梅雨明け2か月程度経過したヒノキコンテナ苗
乾きやすいコンテナ周囲の孔の苗が枯死

育苗で気を付けるポイント

- 梅雨明けしそうな気配（晴天が続く、気温の急激な上昇など）を感じたら、灌水量や灌水頻度を増やす。
- こまめに培土の湿り具合やコンテナの重さを確認する。

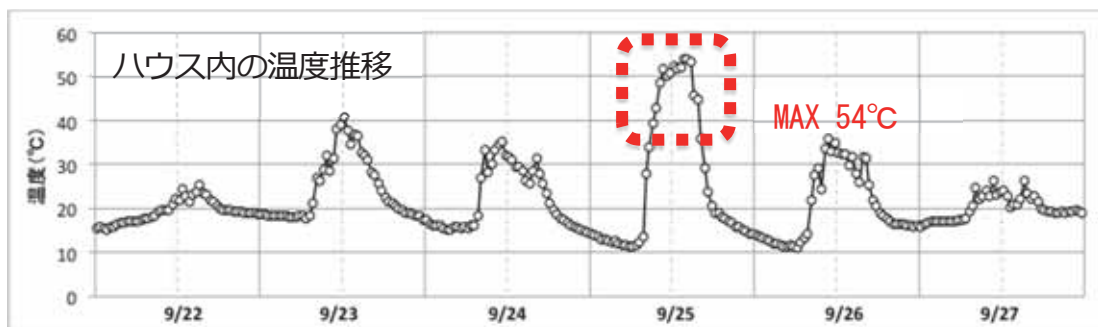
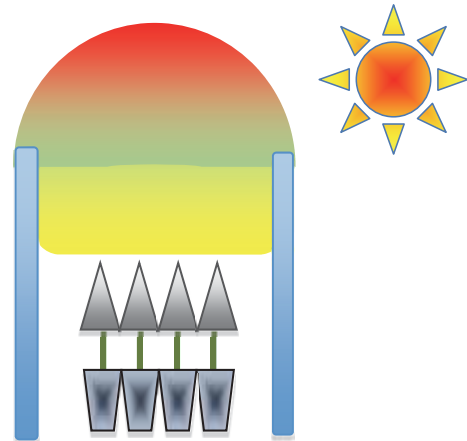
(茂木靖和・渡邊仁志)

幼苗がハウス上部にこもった熱気によって枯死

ハウス内でコンテナ苗を育苗中、「夕方に閉めて朝に開ける」ことを繰り返していましたが、朝に開けるのを忘れた結果、ハウス内の温度が急激に上がり、中で育てていた幼苗が枯死してしまいました。



蒸し焼き状態になり枯死したスギ苗



育苗で気を付けるポイント

- ハウス内は上部に熱気が溜まるので、天井（側面の半月状の部分）から逃がす工夫が必要。
 - ・台風来襲などの場合を除き、締め切らない。
 - ・どうしても数時間締め切る場合は空気を攪拌して熱気をこもらせない。
 - ・締め切った後は、なるべく早く上部を開けて熱気を抜く。
 - ・コンテナ（培土）の熱がしっかりと下がるまでしっかりと灌水する。
- ハウス内外にかかわらず、灌水は早朝の涼しい時間か夕方に行う。
 - ・夕方は苗に熱気があがるので、底面から水が出るまで灌水して熱を下げる。
 - ・日中の灌水は避ける（特に夏期）。

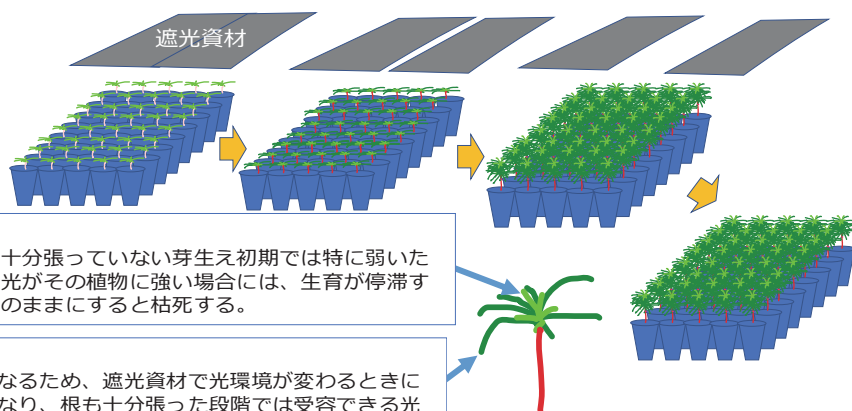
（藤本浩平）

日焼けとは？

苗は、移植の直後や強い光に適応していない状態*で強い光にあたると、葉が茶色くなり最悪の場合は枯死してしまうため、寒冷紗等で遮光します。特に低温や乾燥が強い光条件と重なると、被害は悪化するため注意が必要です。なお、低温になると空気中に含まれる水分が少なくなるため、低温状態はある意味乾燥条件とも言えます。

*植物には余分な光を熱にしたり、反射させて余分な光エネルギーを蓄積しない仕組みがあります。余分な光エネルギーは植物に深刻な障害を与えます。例えば、冬にかけて葉には赤茶の色素がたまっていきますが、この色素のおかげで余分な光が光合成を行う場所まで届かないようになっています。光エネルギーを十分利用できる条件ではこの色素による防御の必要性は高くありませんが、低温では光エネルギーの利用が制限されるため、この色素から受け取る光を制限する必要があります。

光を強くするときには徐々に植物体はその光に馴れるように、遮光資材を少しずつ外す（曇りの日などを利用するとよい）



若葉（展開中の葉）

光合成系が不完全で光に弱い。根が十分張っていない芽生え初期では特に弱いため、光が強すぎないかを注視する。光がその植物に強い場合には、生育が停滞するほか葉が茶や白っぽく変色し、そのままにすると枯死する。

完全に展開した葉

生育していた光環境に適応した葉になるため、遮光資材で光環境が変わるときに要注意。全体の展開葉の割合が高くなり、根も十分張った段階では受容できる光の量が増える。ただし、植え替えたり、水不足などで水を十分に吸い上げられない場合は寒冷紗などで遮光し、遮光資材を外す場合には徐々に行う。

育苗で気を付けるポイント

- 若い葉の割合が多い場合（発芽後間もないころや春先の新たな芽生え時期など）、小さい個体で個体内の葉同士の日隠がほとんどない場合、赤色（または赤茶色など）の色素が蓄積していない緑葉で低温の場合など、急に強い光にあたらぬよう寒冷紗等を用いる。

（小川健一）

カラマツの光・温度管理

温室で発芽させたカラマツの苗が低温にさらされると、成長が停止し頂芽が出来てしまうことがあります。これは、温度差が大きかったことが原因と考えられます。以下に、過去に北海道で行ったカラマツの栽培試験での事例について紹介します。

平成28年の試験では晴耕園苗畑（音更町）、佐々木産業（遠軽町）において2月下旬（H29.2.20）に播種を行なうため、ビニールハウス内にビニールトンネルを設置し、発芽・生育に必要な条件としてビニールトンネル内の最低温度を15℃以上、最高温度25℃以下に設定しました。

ビニールトンネル内の構造は下段から、パレット、断熱材、パネルヒーターを設置し、その上に播種したコンテナ・トレイ類を置き、コンテナ・トレイ類の上には防寒・断熱シート、ビニールシートを配置しました。

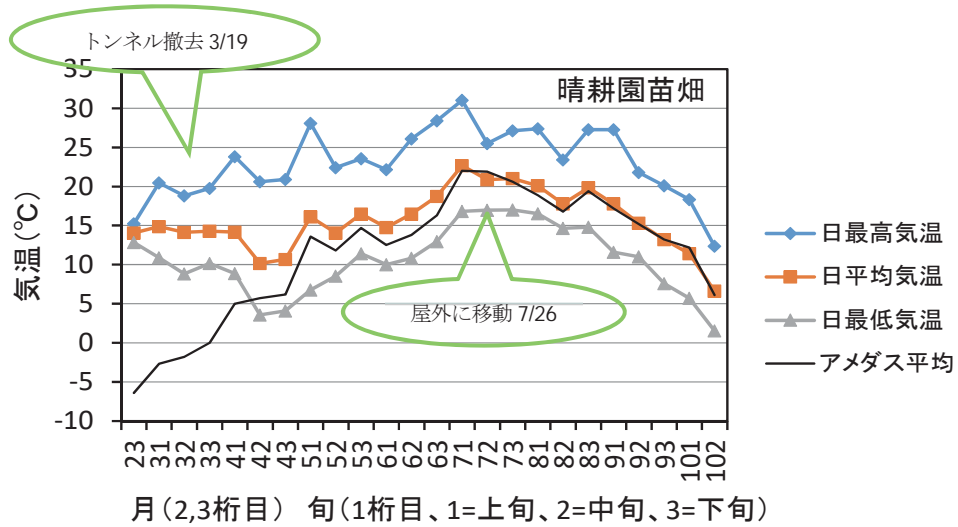
播種後の温度について観測した結果、5月上旬頃までは最低気温が設定以下の日が多く、一方、7月下旬の屋外への移動前までは最高気温も25℃を超える日が多く見られたことから、温度管理が上手くいっていない状況でした。特に5月上旬までの低温が生育に影響したと推定されます。

○晴耕園苗畑では

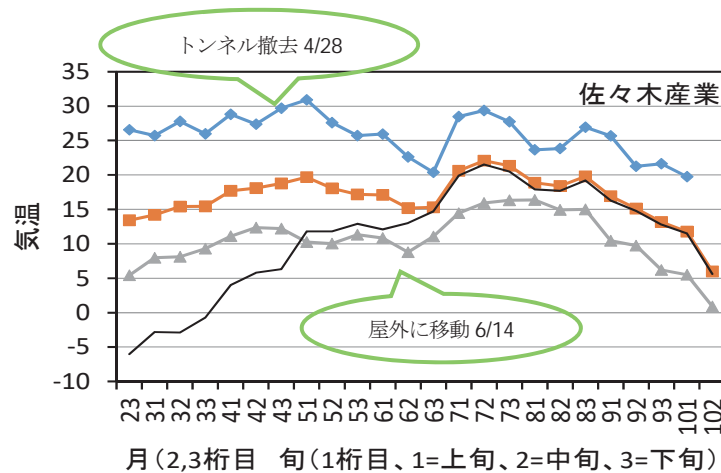
3月19日にトンネルを撤去しましたが、4月中旬から6月上旬まで最低気温が10℃を下回る日が発生するとともに、屋外への移動後も気温が低く経過したことから成長が低下し頂芽を形成したものが散見されました。その結果、全体的に苗長が小さくなり2号規格以上は約28%となりました。

○佐々木産業では

トンネルの除去が晴耕園苗畑よりも1か月遅い4月下旬であったことから、低温の影響はありませんでしたが、屋外へ移動後の7月下旬から8月中にかけて日平均気温が20℃を下回ったため成長が低下し頂芽を形成したものが散見され、2号規格以上は約60%となりました。



苗木周囲の旬別日平均気温、日最高気温、日最低気温と近傍の気象庁気象観測所の日平均気温の推移。播種はともに2月20日



育苗で気を付けるポイント

- ビニールハウス内での播種～育苗時
 - ・ 早春の播種・育苗では夜間を含めた最低温度（15℃）の確保が大切。
（なお2年目は、播種時期を1ヵ月遅らせ3月19日としたことで播種後の低温の影響を回避することが出来、両社とも2号規格以上が70%を越えた。）
 - ・ 無理して外気温が低い時期に播種せず、外気温が上がるのを待つことも大事。
 - ・ 温度の上がり過ぎにも注意が必要。
 - ・ 灌水は小まめに。

- 屋外への移動時
 - ・ 移動は曇天の日に実施（極端な温度変化と日焼けに注意）。
 - ・ 気温が平年を大きく下回る状況の時は移動不可（天気予報に注意）。
 - ・ 寒冷紗で被覆しながら徐々に外の環境に順応させる。
 - ・ ハウス内よりも灌水の頻度を増やす（乾燥に注意）。

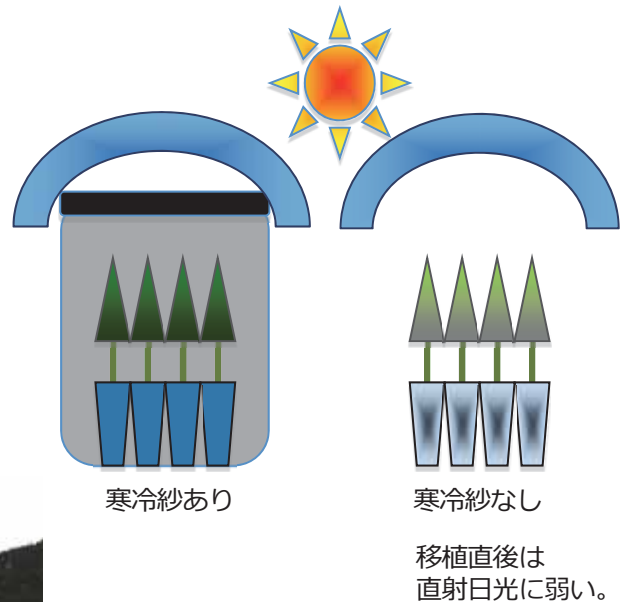
（出口 隆）

コンテナへの移植後に被陰を忘れて幼苗枯死

コンテナへ移植直後の幼苗は、培土に強い光が当たるので、乾燥を防ぐために寒冷紗で被陰して灌水する必要があります。



移植直後に枯死した幼苗。



ビニールハウスの外側に寒冷紗を張ることで直射日光を遮り、断熱効果が高まる。

育苗で気を付けるポイント

- 野外で寒冷紗の被陰下にコンテナを置くのは避けたほうがよい。
 - ・ 寒冷紗に降った雨水は部分的に集まり、大きな雨滴となって落下し、雨滴の衝撃で培土に穴が空いたり、えぐれてしまう。
 - ・ 同様の意味で寒冷紗の上から灌水してはいけない。
- ハウスの外側に寒冷紗を張る事が望ましい。
- 野外へ移すタイミングは、枝葉が成長し日射が少なく気温が高すぎない梅雨期か秋が望ましい。

(藤本浩平)

スギで冬期に発生する光阻害による枯死

植栽後にスギ苗木が枯死する場合、外見的に葉が茶色になる場合は、高温や土壌の乾燥による水不足が主な原因であると考えられます（写真左）。しかし、冬期に白く色が抜けて枯れることがあります（写真右）、これは屋外より暖かいハウスで育てた苗木を、低温に馴化させることなく出荷し、低温下で強い光を受けたことによる光阻害が枯死の原因である可能性が考えられます。



どうして健全なスギの葉は冬期に褐変するのか

スギの葉は低温下で過剰な光エネルギーを受けることで発生する光阻害を回避するため、防御反応としてロドキササンチンという色素を蓄積し、光が葉の内部に届かないようにしていると考えられています。そのため、光が良く当たる陽樹冠では晩秋から冬にかけての気温低下とともに、徐々に葉が褐変します。

コンテナ苗出荷時の注意点

ハウス内で育苗し続けたコンテナ苗は、冬期にハウスを加熱しなくても屋外より暖かいために葉が褐変しな



い（ロドキササンチンを蓄積しない）ことがあります。そのような苗木を低温と強光下にさらされる造林地に植栽すると、光阻害による障害を受ける恐れがありますので、冬期に植栽を計画する場合は植栽前に葉が褐変するよう、屋外で馴化させる必要があります（品種によっては葉が褐変しなくても順応するものもあります）。

（藤井 栄・原 真司）

コンテナの配置による根鉢の形成不全

コンテナ自体に直射日光が当たると、苗の根が均等に発達しない事例がしばしば見られます。コンテナのスリットを通して根鉢が直射日光にさらされたり、リブ型コンテナでも日射により根鉢の日当たりの良い側が過度に高温になったりすることで、根の発達が日陰側に偏ることが一因であると考えられます。

根鉢の左半分に根の発達が偏っている様子。
この苗では、南や西に面したコンテナでこの症状が見られた。

スギ（スリット型）



ヒノキ（リブ型）



育苗で気を付けるポイント

- 直射日光がコンテナ本体に当たる場合は、最も外側に配置されたコンテナ外周を被陰する。寒冷紗でコンテナ部分を覆い、余っている育苗バット等を立てかけることで被陰するなどの工夫が必要。
- コンテナの被陰は、コンテナで苗を栽培し始めると同時に行うことが望ましい。根の張り方に偏りが出ているかどうかは、苗の地上部の大きさや形態だけでは判断できない場合が多いため、早めに対策することが望ましい。これらの対策は、どのコンテナ型（リブ/スリット）、どの樹種でも必要。

(小笠真由美・清水香代)

成長中～後期に水が内側に届きにくくなり枯死

コンテナ苗の育苗後期には、苗の下枝が繁茂します。これにより、苗の葉には灌水がかかっても培土まで届いていないことがあります。特に、灌水口から遠いところ、もしくは近すぎる場所に配置されている苗や、近くに苗高の高い苗がある場合は、灌水がかかりにくいため、場合によっては苗が枯死してしまう可能性があります。注意が必要です。

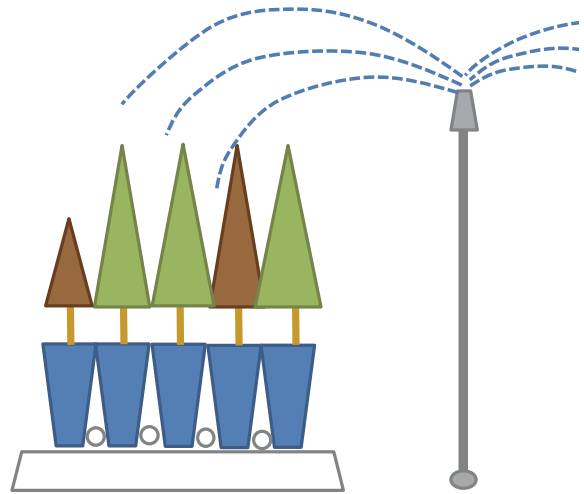


写真. 灌水がかからず枯死したコンテナ



写真. 点々と枯死が見られる

育苗で気を付けるポイント

- 育苗中期以降、下枝が張ってきたコンテナは灌水位置に注意する。
灌水が複数の方向からかかる位置にコンテナを配置するよう工夫する。
どうしてもかかりが悪い部分が生じてしまう場合は、手動による補完的な灌水を検討する必要がある。
- 灌水がしっかり培土まで届いているかどうか定期的にチェックをする。

(清水香代)

コンテナを地面に置くと根が地面まで伸びてしまう

コンテナを棚に上げずに地面に直置きして育苗すると、根がキャビティを突き抜けて地面まで伸びてしまうことがよくあります。根が地面まで伸びてしまうと、コンテナを地面から剥がすときに根が大きく損傷する上に、苗をコンテナから引き抜けなくなったり、根鉢が崩れたりすることがあります。特に、根が切れて地上部（葉）と地下部（根）のバランスが崩れた状態で出荷してしまうと、植栽後の活着に影響を及ぼす可能性があります。



写真. 根鉢から地面まで根が伸びたコンテナ（左）と棒に掛けて設置され空気根切りされているコンテナ（右）

育苗で気を付けるポイント

- コンテナの底面が地面等に接地しないよう、渡した棒などの上にコンテナを掛けて置く。こうすることで、根は“空気根切り”され、根鉢より下に伸びない。
- 網棚にコンテナを置いても、コンテナと網の間に水が溜まりやすく、根がコンテナ外まで伸びてしまうことがある。棚が低い場合にもコンテナと棚の間にある程度の湿度が保たれることで根が伸びる場合があり注意が必要。

（小笠真由美・清水香代）

発芽直後の病虫害に要注意

裸苗育苗では、発芽率にもよりますが、畑に30g/m²程度の種子を播種し、500本/m²ほどの得苗を目標としていました。高密度で播種されるため、枯死原因は特定することが難しく、詳細な調査は行われてきませんでした。コンテナ育苗でキャビティに直接1～数粒の播種を行う場合、枯死してその部分の培土や肥料が無駄にならないように、出来るだけ病虫害を抑える管理が必要となります。

発芽後にカビが発生した原因

コンテナに1粒直接播種を行った際、発芽後すぐにカビが発生し枯死することがありました。播種を行う前に遡って調べると、種子の管理方法に問題があることが分かりました。通常は、採種園から球果を採取後、直ちに天日等で乾燥させるのですが、カビが発生した種子は採取した球果を肥料袋に



いれたまま室内で数週間保管していたことが分かりました。ここで発生したカビが発芽後のカビと関係しているかどうかは特定出来ていませんが、可能性が高いと考えています。拡大造林期に比べ、種子の管理が出来ていない場合も多いため、コンテナへの直接播種では病虫害に結び付く可能性もあります。

裸苗とは異なる環境での播種

灌水施設やハウスなどの育苗施設をうまく活用すれば、通年で播種が可能になります。一方で、裸苗とは異なる条件での播種になりますので過去には経験していない病虫害が発生することも想定されます。病虫害対策は原因を特定すれば農薬等で確実に解決できる可能性が高いですが、特定出来ない場合は大きな被害が発生します。病虫害と疑われる症状が発生した場合は速やかに専門機関に相談されることをお勧めします。

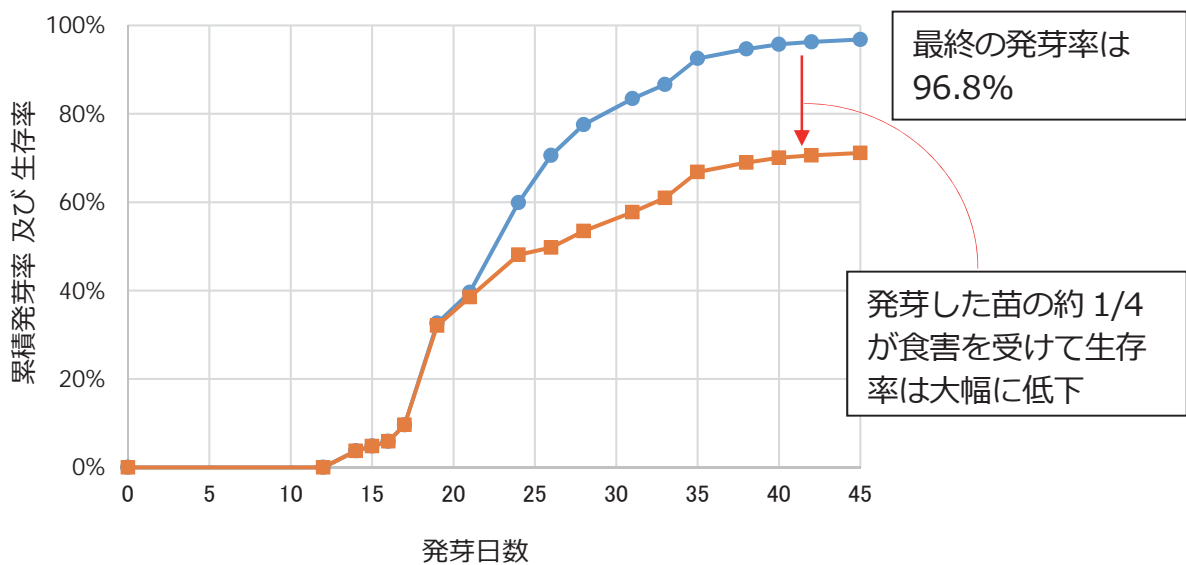
(藤井 栄)

幼苗を食害する害虫

発芽直後の食害は致命的に

スギの充実種子を選別しコンテナに直接1粒播種したところ、発芽率は播種後1.5ヶ月で96.8%に到達しました。しかし発芽した後の虫害により、播種後1.5ヶ月の時点の生存率（得られた苗の本数/播種数）は71.1%に低下しました。

直接1粒播種では、発芽した苗が食害を受けると、そのキャビティーは育苗終了まで欠株となるため、毛苗の捕植が必要となります。



食害の原因となった害虫として確認できたのは、ヨトウガ、ナメクジ、カタツム、ナシケンモンでした。ナシケンモンは、これまでにスギの葉の食害事例が報告されていない種ですが、試験中に苗に付いていた毛虫を捕獲し、スギの葉のみを与えて飼育したところ成虫まで飼育することができました（同定：森林総合研究所 後藤忠男）。

育苗で気を付けるポイント

- 直接1粒播種では、害虫による食害の影響を強く受け、適切な害虫防除が必要。また、今回のナシケンモンのようにこれまでにスギを食害することが知られていない害虫による被害が発生する場合もあるため、報告のある害虫に対する誘引駆除だけでは防除が不十分となる可能性も考慮しておく必要がある。

(原 真司)



育苗中の苗を食害するカタツムリ



ヨトウムシ (カラマツ苗)



育苗試験中に見つけたナシケンモンの幼虫



飼育して得たナシケンモンの成虫 (同定・写真提供：森林総合研究所 後藤忠男)

乾いていない時は要注意

同じように水やりをしても、培土の表面が乾く個体と乾かない個体があり、乾いていない個体を掘り取ってみたら、細根がなくなっているものがありました。これらの個体は、地上部は育っていて、見た目では他の個体との違いはなかったのですが、根鉢からヒメコガネの幼虫が出てきました。根鉢の表面が乾かなかった個体は、細根がなくなっていたので培土の水分が奪われなかったものと思われる。



写真. ヒノキコンテナ苗。太根だけが残り細根がなくなっている。

育苗で気を付けるポイント

- 同様に水やりをしても、培土の表面が乾きにくい個体があった場合は、根鉢を確認する。
- 培土の管理に注意する。特に、市販されている培土でも、開封後屋外に置いた場合や、自家製の山土を培土に混ぜる場合は、幼虫の混入に注意が必要である。

(山下直子・飛田博順)

幼苗への食害（虫以外）

発芽したばかりの幼苗を食害するのは、虫だけではありません。下の写真は、鳥によるついでみで引き抜かれたと予想されるカラマツの幼苗です。鳥がついでみでいるところを目撃したわけではないため断定はできないものの、

- ・被害確認の数日前に生産者が発芽状況を確認しておりその際問題はなかったこと
- ・虫の痕跡がなかったこと
- ・被害発生は5月初旬であり、数日という短期間での虫害の可能性は低いこと
- ・被害は全て引き抜きであること（発生した孔から移動している苗もあった）

から、鳥による害と推測されました。最も被害の多かったコンテナでは、発芽直後の得苗率が20%まで低下してしまいました。



写真. 被害発生時の野外での育苗状況（右）と鳥類によると思われる幼苗の引き抜き被害（左）

育苗で気を付けるポイント

- 野外の育苗では上空からの直接被害を避けるため、一時的に寒冷紗を設置する。農業用鳥除けネット等の設置が有効（ただし、灌水時や雨天時には灌水や雨水の点滴が集中しないよう注意が必要）。

（清水香代）

スギの新芽は落ちやすい

スギの苗は、5月～6月にかけて次々と新芽を出しますが、この時期の新芽は、まだ十分に針葉が展開しておらず、脱落しやすいです。新芽が落ちた後の枝は、次の芽が出るまで伸長成長がストップしてしまうため、この時期に出荷したり、植え替えたりする場合には、注意が必要です。また、新芽が落ちた部分からは、複数の萌芽枝が再生する場合があります、樹形が変わることもあります。



写真. スギコンテナ苗。針葉がまだ開いておらず、先端部分が下に垂れている。

育苗で気を付けるポイント

- 5月～6月の新芽の時期には、強風、枝の先端への接触をなるべく避ける。
- この時期に、山出しをおこなう際には、先端を傷めないよう梱包に注意が必要である。

(山下直子)

ハウスから出すタイミングを外した

育苗容器へ直接播種する場合、発芽直後からしばらくの間は、ビニールハウス等の管理施設で育苗されますが、その後も長い期間ハウス内で生育させることで苗の成長が阻害されました。この事例では、7月上旬までは野外で育苗された同じ条件の苗と成長に差はありませんでしたが、ハウス内で育苗した苗はその後、成長が停滞しました(図左)。7~8月のハウス内の温度は日中で40℃を超える日もあったため、高温障害が発生していたと考えられました。

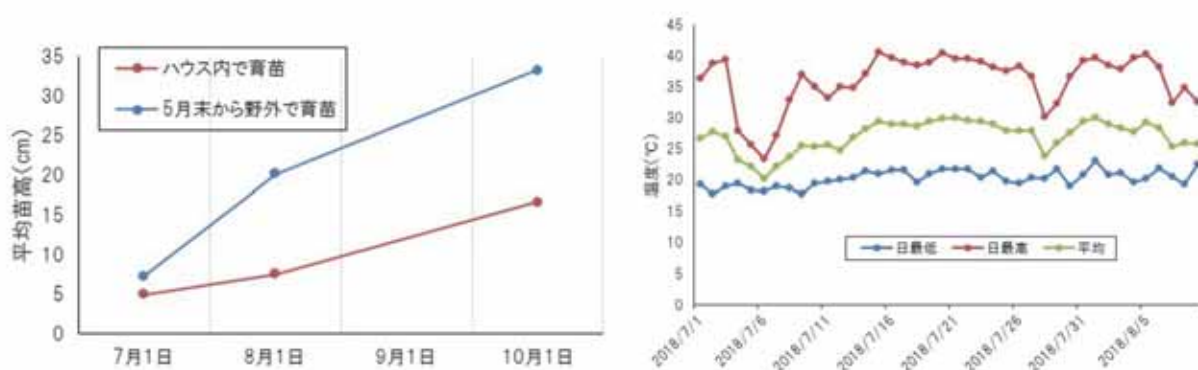


図. 育苗環境の異なるカラマツの成長推移 (左) とハウス内の日気温の変化 (右)



写真. 7月末に野外に移し、その後西側の個体が枯死した

育苗で気を付けるポイント

- ハウス内育苗では、温度が上がりすぎないように注意する (特に夏期)。夏期はハウス内が高温になりやすく、袖や天井が開放できないと温まった空気は逃げないため、長期間ハウス内で育苗する場合は、温度が上がりすぎないように、天井と袖部の巻き上げが可能なハウス等を用いるとよい。
- ハウスから野外に移すタイミングにも注意する。

(清水香代)

発芽後の毛苗移植

育苗箱(50cm×35cm)に播種をした場合、発芽率20%程度のスギ種子で500-1000本/10g程度の発芽が可能であり、移植時に選苗の手間がほとんどかかりません。一方で、裸根の移植は繊細な作業であるため、作業に慣れるまで移植に時間を要したり、移植後に苗が枯れることがあります。



播種床としてセルトレイ(上写真)を使用し(種子の発芽率に応じて1穴あたり複数粒の種子を播種)、そこで発芽した培地付きの毛苗(小型プラグ苗)をコンテナに移植することで、作業の効率化や活着率の向上が期待されます。

移植に要する作業量の違い

育苗箱(50cm×35cm)とセルトレイ(512穴)に播種後2ヶ月が経過したスギ毛苗をそれぞれコンテナ(40穴 JFA150)に移植し作業効率を計測したところ(右表)、同じ時間内にセルトレイで育てた小型プラグ苗は、育苗箱で育てた毛苗よりも1.3倍ほど多く移植することができました。

表. 移植本数の比較

	移植試験 コンテナ数	移植本数 ^{※2} (本/日)
育苗箱	34	1,574
セルトレイ ^{※1}	36	2,090

※1. 用土は、繊維が絡まり回轉しているものを用いた

※2. 1コンテナ(JFA150)への移植時間を計測し、1日(8時間)あたりの移植本数に換算

作業者の感想

- セルトレイからの移植
 - ・ 軸の両脇から根鉢にピンセットを差し込むことで少しの力で抜き取り、根も傷まない。
 - ・ 小型プラグ苗の根鉢の大きさが均一なので、移植先に同じ大きさの穴を開ければ良い。
 - ・ 移植後の育苗中に小型プラグ苗が土から浮いてこないように根鉢をしっかり埋め込む。
- 育苗箱からの移植
 - ・ 抜き取る際、少し土をほぐしてから抜くなど慎重に抜かないと根が傷む。
 - ・ ピンセットや箸で抜き取る際、力が入りすぎると根や軸がつぶれる。
 - ・ 移植先に穴を先に開けていても、根の長さによって再度穴を深くする必要がある。
 - ・ 移植穴の中で根が途中で折れ曲がらないように、ピンセットや箸を使って根をまっすぐ土に挿すなど、注意を要する。

(藤井 栄・佐々木 愛・小笠真由美)

コンテナの種類

現在広く使用されている日本製のコンテナには、育成孔（キャビティ）の内側に根巻き防止のための突起（リブ）が縦方向についているものと、育成孔の側面に縦方向の2段のスリットが入っているものがあります。この他に、九州地方でよく使われているMスターコンテナもあります。

リブ型とスリット型の共通点

- コンテナの容量は150cc、300ccともに30cm×45cmです。
- 150ccコンテナでは育成孔は40個（育苗密度296本/m²）、300ccコンテナでは24個（育苗密度178本/m²）です。
- 育成孔の底は、空気根切りのために開放されています。
- リブ型とスリット型では、土壤水分条件が同程度の場合、苗の地上部の形態に大きな違いはありません。



リブ型とスリット型の相違点

- リブ型コンテナは育成孔の側面に通気口がないため、灌水量が多すぎると過湿になる傾向があります。一方、スリット型コンテナは根鉢の通気性が良い一方で、排水性が良く、乾きやすい一面があります。この結果、リブ型とスリット型で苗の大きさに差が出る場合があります。
- スリット型で育てたコンテナ苗の方が、コンテナから引き抜きやすい傾向があります。

育苗条件や環境条件、また、樹種によって、リブ型とスリット型のコンテナを使い分けると良いでしょう。

(小笠真由美・藤井 栄)

北海道でカラマツの育成に使用しているコンテナ

現在、北海道ではリブ型（JFA）、スリット型（東北タチバナ）を中心に、Mスターも使用されていて、容量は150cc、200cc、300cc等があります。

本州のコンテナ苗生産はスギ、ヒノキが中心ですが、北海道では固有の樹種であるトドマツ、アカエゾマツや全国的に需要が拡大しているカラマツです。

これらの樹種を本州で使用しているコンテナで育成すると、育苗密度が高すぎるため蒸れによる下枝の枯れ上がりや枯損が発生します。

また、スリットが無いコンテナでは過湿による生育の遅れ、根腐れ、枯損が発生するため、ほとんどの方が40穴ある育成穴の半分程度にしか苗木を入れずに育成しています。このため、北海道の樹種に合ったコンテナを試作しました。

コンテナについて

●樹種に合ったタイプで作成

トドマツはコンテナ内での育苗に2年を要する、根は深根性、過湿を嫌うことからリブを上半分に、スリットを下半分に入れていきます。

カラマツはコンテナ内での育苗がほぼ1年である、根は中間型、トドマツよりも過湿を嫌うことからスリットを上下2段に入れていきます。

また、上部径と底部径の差を大きくすることで、苗木が容器から抜けやすいようにしています。両者の良いところ取りでそれぞれの樹種に適応した形状となっています。

●コンテナの形状

- ・(HRO200) 200cc 北海道立総合研究機構林業試験場作製

形状 単体・スリット（5列）2段・上部にツバ

サイズ 上部内径≒5.7cm,深さ≒12cm,底部内径≒3.7cm,ツバ高さ≒1cm

対応樹種 カラマツ類

- ・(HSK330) 330cc 北海道山林種苗協同組合作製

形状 単体・上1/2にリブ+下1/2にスリット（共に5列）・上部にツバ

サイズ 上部内径≒6.5cm,深さ≒14cm,底部内径≒4.6cm,ツバ高さ≒1cm

対応樹種 トドマツ、アカエゾマツ

両者とも単体であることから、育苗・管理が容易に行えるようにするためコンテナをトレイに入れて使用していますが、トレイは農業用の物から200ccと330ccに合ったタイプの物を選定しています。

コンテナのメリット・デメリット（300ccと330cc・150ccと200ccの比較）

●200cc・330ccのメリット

- ・規格ごとの管理容易
- ・蒸れが少ない
- ・太く枝張の良い苗木生産可
- ・移植が容易
- ・根回りが良く根鉢が崩れにくい
- ・灌水時の水受け良い
- ・苗の取出しが容易
- ・スリットで水捌けが良い
- ・越冬時寝伏せ仮植可能（雪折れ・曲がり防止）

●200cc・330ccのデメリット

- ・トレイが必要
- ・設置面積が大きい
- ・培土が増量、詰めにくい
- ・灌水・施肥の口スが大きい
- ・水捌けが良すぎて乾燥が早い
- ・根鉢が大きく運搬時の負担増
- ・競合が少なく上長生長が劣る

330cc・200ccコンテナによる育苗の状況



200cc コンテナ カラマツ



330cc コンテナ トドマツ

今後の取り組み

今後、コンテナ苗の重要増が見込まれることから、育苗試験で明らかとなった結果を踏まえたコンテナの作成に取り組むことを検討しています。

●改善の内容

- ・トレイ、灌水、施肥口ス、競合が少ない点に対する改善策 ⇒ 連結（マルチ化）
- ・機械化、苗が抜けにくい点に対する改善策 ⇒ 底部の形状変更

（来田和人・出口 隆）

種子の保存について

スギやヒノキなどの多くの針葉樹は、室内に放置すると1年以内に発芽率がほとんど失われてしまいます。風乾後の種子の含水率はだいたい10%程度で、その状態で密閉容器に入れて、シリカゲルなどの乾燥剤と一緒に -20°C 以下の冷凍庫に置くことで、長期間保存することが可能です。冷蔵の場合は、 5°C 以下で出来るだけ温度変化のない状態で保存します。保存期間中に種子を保管庫から出し入れすると発芽率が低下してしまう恐れがあるので、あらかじめ小分けの袋に入れて保存しておくといいでしょう。

種子の豊凶は、地域によって異なりますが、およそ3年ごとに豊作に近い収量が得られるといわれています。一般的に、豊作年に採取された種子は発芽率がよく、保存後の発芽力の保持も良好であることが報告されています。できるだけ豊作年に、よく充実した種子を採取することが重要であることがわかります。

種子を入手した際に記載してある発芽率は、国際種子検査規約によって定められた方法でおこなわれたデータであり、経年劣化や保存方法によって発芽率は違います。種子の入手方法については、各都道府県の林務事務所にお問い合わせください。



ヒノキ種子



スギ種子

保存上の注意

種子の保存は、湿気が少ない冷暗所、できれば冷凍保存が望ましい。温度変化による劣化を防ぐため、いくつかの容器に小分けにして保存する。

(山下直子・藤井 栄)

コンテナ苗育苗時の病虫害について

コンテナ苗育苗は購入した培土を使用することから、当初、病虫害は裸苗育苗より少ないのではという意見もありましたが、各地において、様々な時期及び生育ステージで病虫害と考えられる事例が報告されています。その一部を紹介します。



① (10月) 発芽直後、虫と想定される子葉の食害

ハウス内で蛾が確認され、葉にその幼虫と思われる虫を発見しました。

② (5月) 発芽2ヶ月後、しおれ

光及び水の管理が不適切であったことが要因と想定されます。

③ (6月) 移植8ヶ月後、梢端の枯れ

光及び水の管理が不適切であったことが要因と想定されます。

④ (7月) 移植10ヶ月後、枯れ

ダニが苗に付着していました。培地の過乾燥がダニに好適だったと推測されます。

病虫害対策は？

苗木の病虫害の発生には主因（病原。これがないと発生しない）、素因（樹種の性質）、誘因（病原に好適な環境条件）の三つの要素が必要で、このうち一つでも満たされない場合、被害は発生しません。病気や虫の対策だけではなく、育苗時に苗木の成長にとって適正な環境条件を満たすことも重要です。

農薬の使用は慎重に！

農薬のラベルに記載されている使用基準は必ず守りましょう（農薬取締法）。使用時は保護具を着用し、風の強さや風向き等周辺に気を配りましょう。保管も適切な管理が必要です。

(藤井 栄)

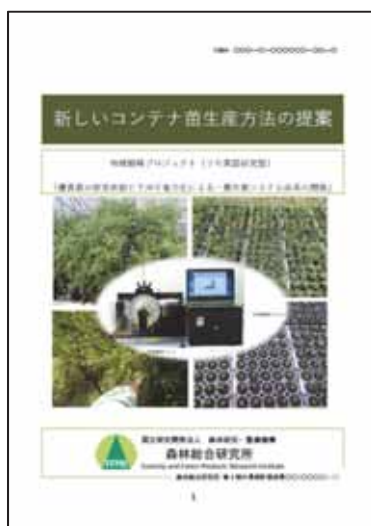
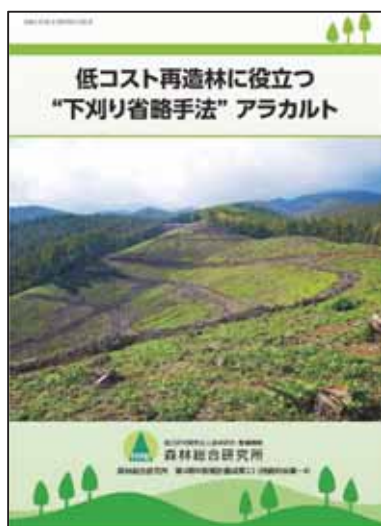
執筆者一覧（五十音順）

小笠真由美	森林総合研究所関西支所
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道北支場
佐々木愛	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
出口 隆	北海道山林種苗協同組合
飛田博順	森林総合研究所
原 真司	住友林業筑波研究所
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
茂木靖和	岐阜県森林研究所
渡邊仁志	岐阜県森林研究所
山下直子	森林総合研究所関西支所

編集責任者

森林総合研究所関西支所	山下直子
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）

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」
- ・「新しいコンテナ苗生産方法の
提案」

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



写真 ヒノキコンテナ苗生産者の圃場（岐阜県中津川市）

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。