

コンテナ苗基礎知識



林野庁
平成30年2月

はじめに

人工林の多くが本格的に利用可能となり、主伐の増加が想定される中、森林の多面的機能の発揮と持続的な林業経営を行っていくためには、伐採後の確実な再造林と、それに必要な苗木の確保が不可欠です。

そのような中、これまでの裸苗生産に加えて、植付作業のコスト低減や苗木生産の効率化が期待できるコンテナ苗の活用は、低コスト造林の推進に重要と考えています。

コンテナ苗の生産技術については、これまで様々な調査研究が行われており、今回、そこから得られた結果を基に最新の技術を取りまとめました。

コンテナ苗の生産、植付を進める際に、参考にさせていただければ幸いです。

目次

1. コンテナ苗とは？ …… 3
2. コンテナ苗の育苗 …… 4
3. コンテナ苗の管理 …… 6
4. コンテナ苗の出荷・運搬 …… 8
5. コンテナ苗の植付・器具 …… 9
6. コンテナ苗の性質・活用 …… 10
7. コンテナ苗に関する試験・調査 …… 11
8. 今後の苗木生産に向けて …… 13

コンテナ苗とは？

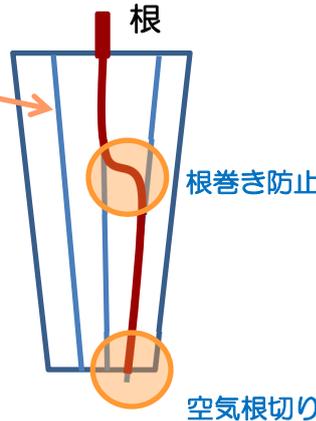
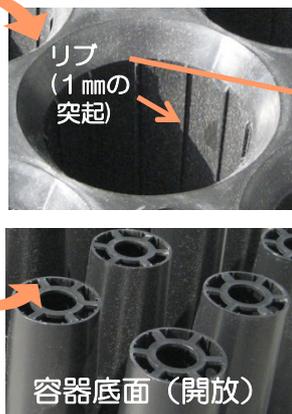
育成孔（キャビティ）の内側にリブ（縦筋状の突起）や細長いスリット（縦長の隙間）を設けるなどにより、水平方向の根巻きを防止するとともに、容器の底面を開けることで垂直方向に空気根切り※ができる容器によって育成した、根鉢付きの苗のこと。

※コンテナの底面に穴が開いており、コンテナ下部に到着した根が空気に触れると自然に根の成長が止まること

1. コンテナ苗とは？



- 【コンテナ苗の特徴】
- 細長い形状の根鉢で成形性が高く、植付時に扱いやすい。
- 培地は主にヤシ殻をベースにした有機培土を使用。
- 「リブ」等により、根巻きによる根の変形が起こらない。
- コンテナ底面や側面の穴から空中へ出ると成長を停止する根の性質によって、自然と根切りができる（空気根切り）。



リブやスリット等により根巻きが防止され、十分に発達した根系になっている。

コンテナ容器

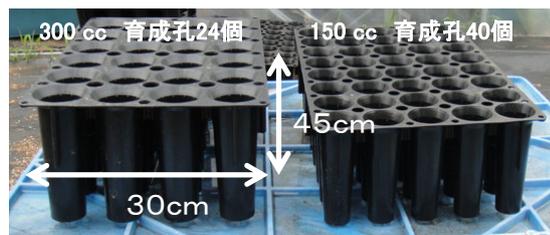
コンテナとは、「マルチ・キャビティ・コンテナ」の略で、「多・孔・容器」という意味がある。現在使用されているものは、林野庁が開発したコンテナ「JFA-150」「JFA-300」や、宮崎県林業技術センターが開発した「Mスターコンテナ」等がある。

Mスターコンテナ



宮崎県林業技術センターが開発。塩素系ガスの発生しないポリエチレン性のポリシート（再利用可能）で、培地と幼苗を巻き、専用トレーに立てて育苗する。シートのまま加減で根鉢の大きさを調整できる。シートを広げるだけで簡単に苗木を取り出せる。

林野庁が開発したコンテナ



JFA-300

JFA-150

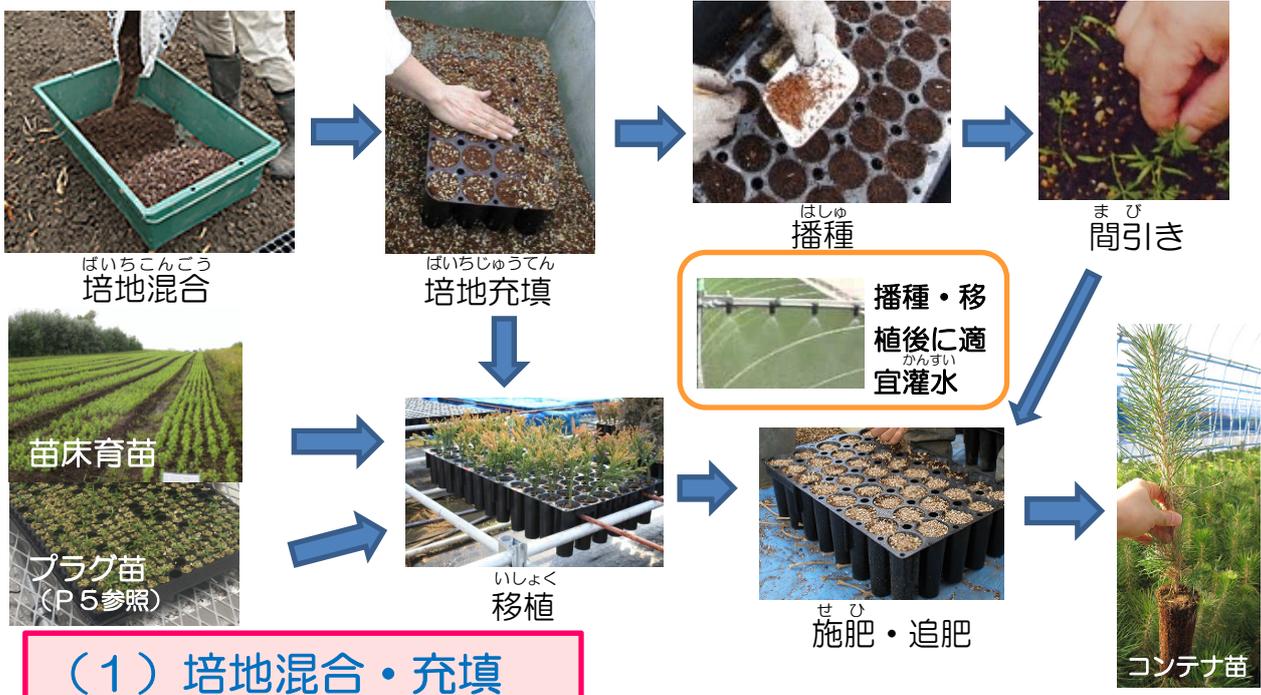
その他コンテナ一例

LIECO社製 コンテナ (オーストリア)



コンテナ育苗の流れ

2. コンテナ育苗の育苗



(1) 培地混合・充填

培地は柔らかく充填し、水と施肥管理を丁寧に行うことでコンテナ内に根を張り巡らせ、根鉢の形状を維持する方法が推奨されている。これにより、根鉢が崩れることはなく、また細根を痛めることなく苗木を抜くことができる。

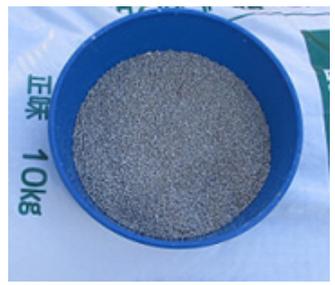


一般的に培地は軽量で空隙率が高く、有害微生物をほとんど含まない人工培地を用いる。基本材料には中微量元素が含まれないため、元肥を混入する。また、必要に応じて保水性や通気性を調整するための排水材等を使用する。

基本材料

元肥

排水材等



よく混ざるよう細粒がよいとされる。また、緩効性肥料が望ましい。

窒素・リン酸・カリの3要素の他、カルシウム・マグネシウム・鉄・亜鉛など

パーライト
バーミキュライト
鹿沼土など

(2) コンテナへの播種・移植

① 直接播種

種子の発芽率が高ければ、コンテナへ直接播種が可能である。

※種子は保存中に劣化等する場合があるため、取扱いには注意する



種子を数粒ずつコンテナへ直接播種する



複数発芽したセルから間引き



ハウス等で育苗

近赤外線による種子判別技術

スギやヒノキ等の種子は、発芽能力を持たない不稔種子が多く、発芽率が低いという特徴がある。そこで、近赤外線の反射特性を利用して、健全な充実種子だけを選別する技術が開発されている。その精度は90%以上にもなり、この技術が普及すれば、一粒播種による効率的な生産方法も期待できる。



手前：近赤外カメラ
奥：分光器

※この他、簡易な方法として、種子を真水につけておき、浮いた種子を不稔種子、沈んだ種子を充実種子と判別する方法がある。

② 移植

発芽率の低い樹種の種子などは、苗畑やハウスで育苗した幼苗や毛苗をコンテナへ移植する。また苗床トレイや、多穴の育苗用トレイに播種し育てた幼苗（プラグ苗）を移植する方法も行われている。



苗畑に播種・育苗



コンテナへ移植

プラグ苗とは？

多穴の育苗用トレイに播種して移植できるまで育苗した苗。培地ごと移植するため、根系への負担が少なく、効率の良い作業が可能。



③ 挿木

スギ等一部の樹種については、以前より挿木育苗が行われた地域（主に九州地方）で挿木育苗を行っている。培地に直接挿す方法や、苗床で発根させて移植する方法がある。



スギの挿木

3. コンテナ苗の管理

(1) 施設

① ハウス等による温度・湿度の管理

コンテナ苗は、ビニールハウスでの育苗により、加温調整することで、従来の苗木よりも育苗期間を短縮することができる。一方、露天で育苗する場合には、雨滴による培地・種子の流亡を防止するため、必要に応じて雨よけを設置する。また両者において、発芽直後からしばらくは日焼け防止のために寒冷紗かんれいしゃをかけるのが良い。

露天育苗



必要に応じて雨よけを設置



ハウス育苗



育苗期間の短縮が期待されており、東北地方ではスギ裸苗の育苗に3年かかるが、コンテナ苗では2年に短縮されている。

育苗期間の一例 (スギ)

- 裸苗
- コンテナ苗



② 育苗ベンチ

空気根切りを促すためには、コンテナを空中けんかに懸架する必要があり、そのための施設を育苗ベンチという。底面を空中に保ち空気根切りを行うことが重要である。コンテナが地面に接した状態で育苗すると、空気根切りが行われず根が生長し続けるため、出荷時に地上部と根とのバランスが悪くなる可能性がある。



- コンテナを懸架する高さは、風通しを確保できればよい。
- コンテナ底面に何かが触れるような置き方（地面に直置きするなど）は避ける。

底面は必ず空中に浮くように



ムービングベンチ

コンテナ苗を載せた育苗用の可動式専用台のことである。1人で1度に1,500本程のコンテナ苗を移動・管理でき、立って作業を行うことができるため、労働負担が少なく、作業効率の向上につながる。

育苗用の可動式専用台

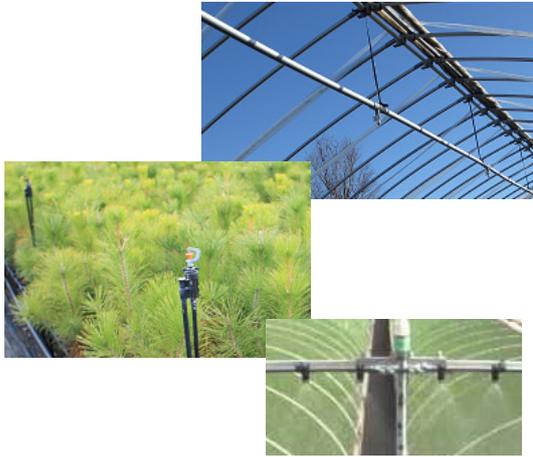


③ 灌水施設等による水の管理

定時的な灌水^{かんすい}ばかりに頼らず、可能であれば乾き具合を適宜確認して、コンテナ底面から水が盛んに流下するまで十分に灌水を行う。出荷前1～2ヶ月は灌水を控えめにし、苗木の耐乾性^{たいかんせい}を高める。遠隔地においてもスマートフォン等で施設内の温度や湿度の確認ができる装置もある。



- 自動灌水装置を使用する場合は、特に育苗初期において水滴の細かいものを使用しないと培地や種子が流亡する恐れがある。
- 乾燥状態をコンテナの重量によって判断し、灌水のタイミングを決めることが可能である。
- 灌水が不足すると培地内の液肥濃度を高めたり、幼苗の根が水分を求めて上にUターンする場合がありますので危険である。



(2) 養分の管理

培地に混合した元肥^{もとひ}は、数ヶ月で効果がなくなってくるので、追肥^{ついひ}として1000～2000倍に希釈した薄^{うす}めの液肥、又は緩効性^{かんこうせい}の置き肥を施用する。追肥は最初に培地へ混合した中微量元素^{ちゅうりょうぶりょうげんそ}（窒素^{ちっそ}・リン酸^{りんさん}・カリの3要素^{さんようそ}の他、カルシウム・マグネシウム・鉄・亜鉛など）を含む配合肥料を用いる。



- 元肥の効果持続性は肥料によって異なるため、施用した肥料によって追肥時期を検討する。
- 肥料を与えすぎると、肥料焼け（高濃度の肥料で根が傷み、枯れること）が発生したり、徒長しやすくなるため、注意が必要。
- 適した肥料の配合や量は樹種や生育環境によって異なる。



スギ苗木は、生育期前半は窒素多め、後半はカリウム多めがよいとされる。生育期後半に窒素が多いと軟弱な苗木になりやすい。

マツは夏～秋に窒素を多量に吸収する。



(1) 苗木の出荷方法

出荷は、苗の根系が十分に根鉢内に発達し、コンテナから取り出しても培地が崩れなくなってから行う。



現在のところ、運搬はコンテナから苗木を引き抜き、ダンボールやネット等を利用する方法が一般的。この場合、根鉢が乾燥し損傷する可能性があるため、ラップやビニール袋等で保護する方法がある。



また、ダンボールを使用するときは、根鉢の水分で箱の強度が失われないよう、ビニールシートを内面に敷く等の対処が必要である。

4. コンテナ苗の 出荷・運搬



海外での運搬方法

海外ではコンテナのまま運搬する専用トラックが普及している。

根鉢を乾燥から保護し、活着率を高めるため、現地までコンテナごと運搬されている。しかし、運搬時のスペース効率が悪い、現場でコンテナから苗木を引き抜く手間がかかるといった欠点もある。

コンテナから引き抜いた後は、できるだけ速やかに植付することが重要！

(2) 植付箇所への運搬方法

コンテナ苗を植付箇所に運搬する方法として、苗木袋が用いられるほか、コンテナのまま運搬する場合には専用の背負子しよいてがある。

また、材の搬出に用いられるフォワーダ等を利用して苗木を植付箇所に運搬することで、労力負担やコスト削減が期待できる（一貫作業システムの利用 *P10参照）。



苗木袋①



苗木袋②



背負子

フォワーダ等を利用した苗木運搬

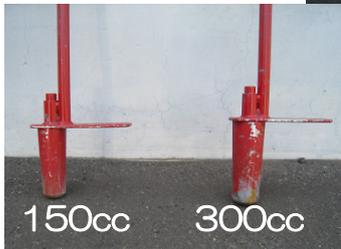


コンテナ苗は、唐クワまたは専用器具で植付を行う。現地の傾斜・地形・土質・地被物等の状況等によって適する器具を選定する。専用器具の使用には熟練を要しない。

5. コンテナ苗の植付・器具

ディンプル

先端がコンテナ根鉢の形になっており、土壌に押し込むだけで植え穴をあけることができるため、効率的な作業が可能である。ただし、堅密土壌、礫や根茎等の多い土壌では刺さり難い。サイズはコンテナ苗の根鉢に合わせ、数種類ある。



左の写真は先端が中空になっていないため、かなり重量がある。

スピード

形状は数種類あるが、主に先端が尖っていてエッジが付いている。バーに足をかけて土壌に突き刺し、前後左右に動かして穴をあける。



根茎等の多いところでは、先端を使って切断することができ、ある程度堅密な土壌でも使用することができる。

フランティングチューブ



先端が閉じた状態で土壌に差し込み、ペダルを踏んで先端を開けたのち、上部から苗木を落とし込むことで植付ができる。屈みこむ、腰を曲げるといった動作が不要なことから、労力負担が少ない。



ペダルを踏むと土壌中で先端が開く。上から苗木を落とし込み、器具を引き上げると苗木が穴に入った状態になる。



ここから苗木が落ちる

この部分を押しすると先端が閉じる

土壌にさしやすいうように先端を尖らせたディンプル



アースオーガ（建設機械の一つで、穴掘り機のこと）を利用した植穴掘り

他にも、形状を工夫した器具を開発したり、既存の機械を利用する例もみられる。

先端が中空になっている

海外の植付器具

LIECO社（オーストリア）の植付器具



植付時の注意点

- 器具で土壌を固めすぎない。
- 根鉢と土の間に隙間がないように接着を良くする。
- 根鉢が浮き上がらないように適切な深さで植える。



コンテナ苗の性質を利用したコスト削減への期待

6. コンテナ苗の性質・活用

育苗段階

- ①根切りが不要
- ②除草が容易
- ③ビニールハウスで育てる等、育て方次第で育苗期間を短縮できる。
- ④機械化により育苗に係る労力を削減でき、かつ生産規模拡大により、低コストで大量生産が期待できる。
- ⑤裸苗に比べ、小面積で多くの苗木を生産できる。
(1㎡あたり裸苗30~50本、コンテナ苗100~300本)

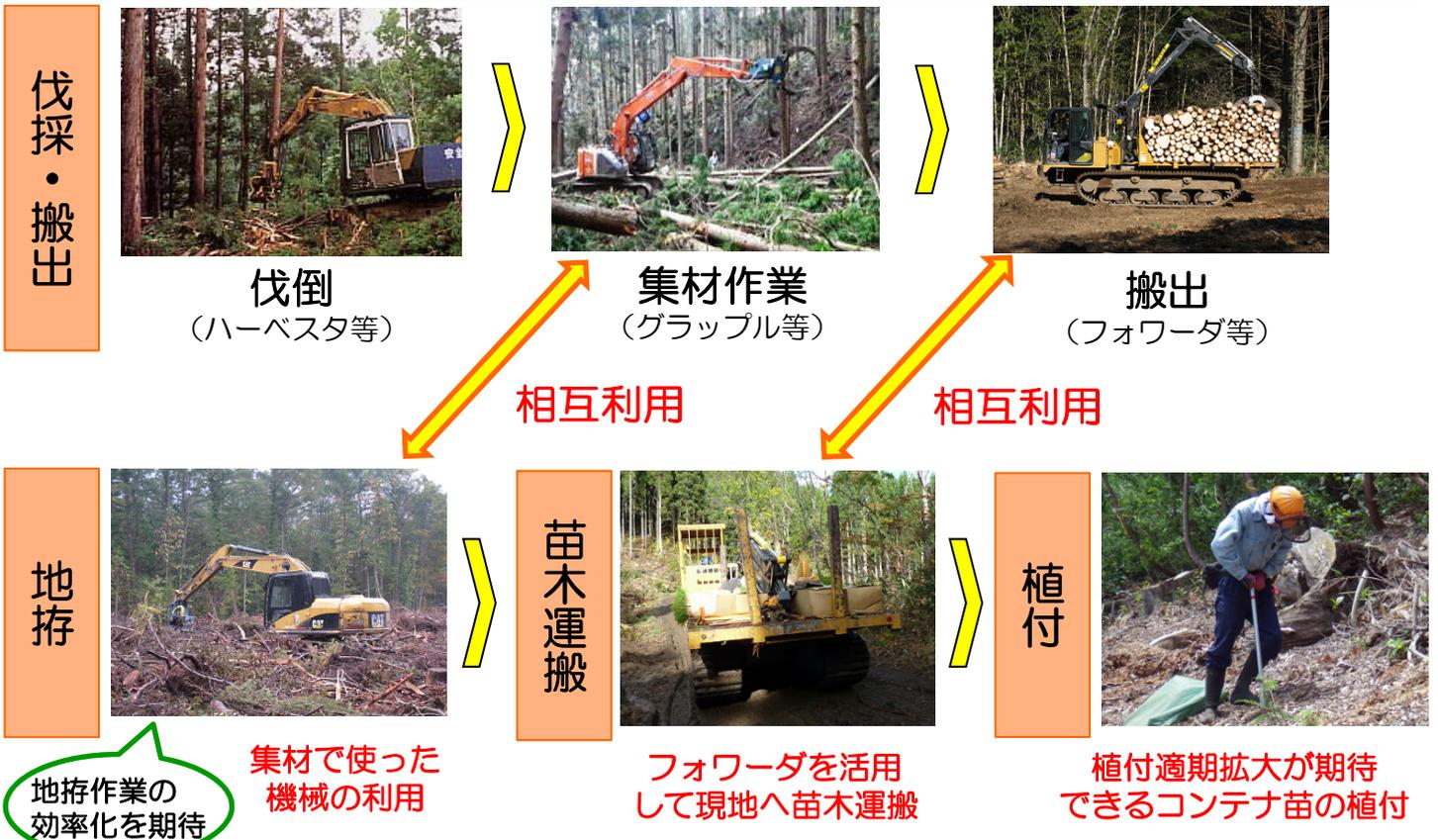
植付段階

- ⑥植付現場での保管等の扱いが容易。
- ⑦専用の植付器具をうまく使用することで植付時間を短縮できる。また、植付作業に熟練を要しない。
- ⑧植付の適期拡大が期待できる。



造林に必要な苗木生産、造林作業の低コスト化が期待でき、伐採後の確実な再造林を促進する。

伐採と造林の一貫作業システム



伐採・搬出と同時に機械地拵・植付を行うことで再造林経費削減！！

(1) コンテナ苗の活着について

下表の調査結果ではいずれの時期でも活着率が94%以上となっており、適期の2月に植付した裸苗の活着率95.8%と比較しても同程度かそれ以上となっている（宮崎県の植付適期は一般的に2月頃）。

植付時期	苗木の種類	個体数(単位:本)			活着率(%)
		植付本数	生残本数	枯死本数	
8月	コンテナ苗	365	344	21	94.2%
10月	コンテナ苗	351	348	3	99.1%
12月	コンテナ苗	343	341	2	99.4%
2月	コンテナ苗	323	316	7	97.8%
2月	裸苗	357	342	15	95.8%
5月	コンテナ苗	366	351	15	95.9%

注1：宮崎森林管理署石坂国有林にて行った。

2：スギの挿し木コンテナ苗を用いた評価である。

3：植付は2010年8月～2011年5月まで2ヶ月ごとに実施。

参考：国立研究開発法人森林総合研究所「低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集」

コンテナ苗については、まだまだ研究途中であり、今後も調査を継続することによって技術の確立を目指している。

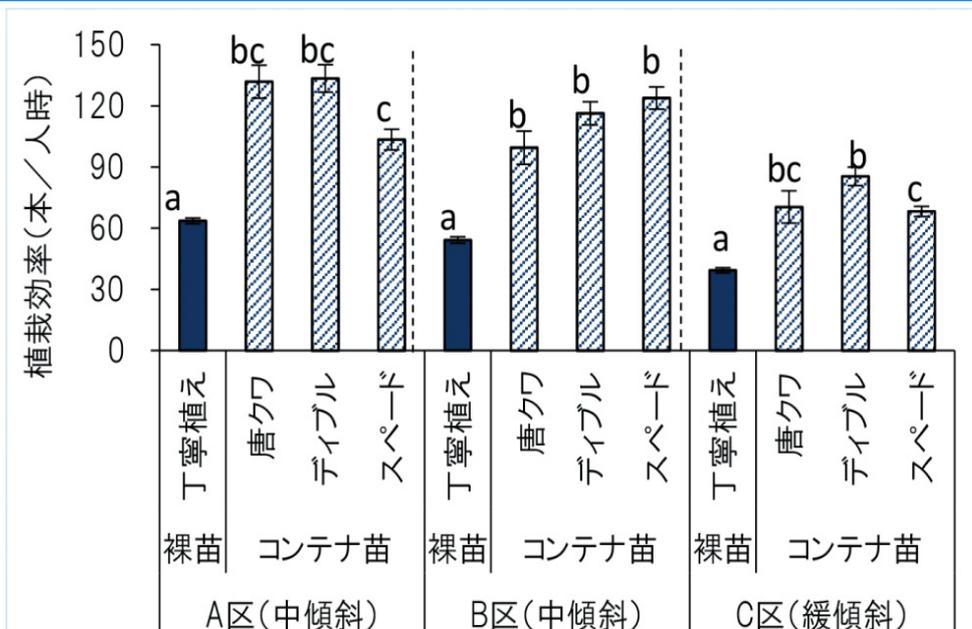
7. コンテナ苗に関する試験・調査

一方、コンテナ苗であっても植栽直後から約2週間ほど強い乾燥ストレス状態にさらされたり、積雪地方では寒風や凍結などによって生存率が低下するといった結果もある。

(参考) 日本森林学会誌「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」
東北森林科学会誌「東北地方における低コスト再造林の実用化と課題」

➡ **植付の適期拡大が期待できるが、植付前後の乾燥や積雪地方での寒風等には要注意。**

(2) コンテナ苗の植付効率について



- 唐クワ丁寧植えに比べて約2倍ほど早く植付できる
- 一クワ植えでは同程度
- 器具の違いで植付効率に多少の差が見られる
- 植付場所の条件によって(傾斜・土壌等)作業効率の良い植付器具が異なる



注1：裸苗の丁寧植えとコンテナ苗植付作業の比較

2：グラフ上の小文字アルファベットが異なる場合は、各区域内において有意差があることを示し、同じ場合は5%水準で有意に異なる(上記グラフは長野県における実証試験地データを一部抜粋したもの)

参考：国立研究開発法人森林総合研究所「コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開～実証研究の現場から～」(平成28(2016)年3月)

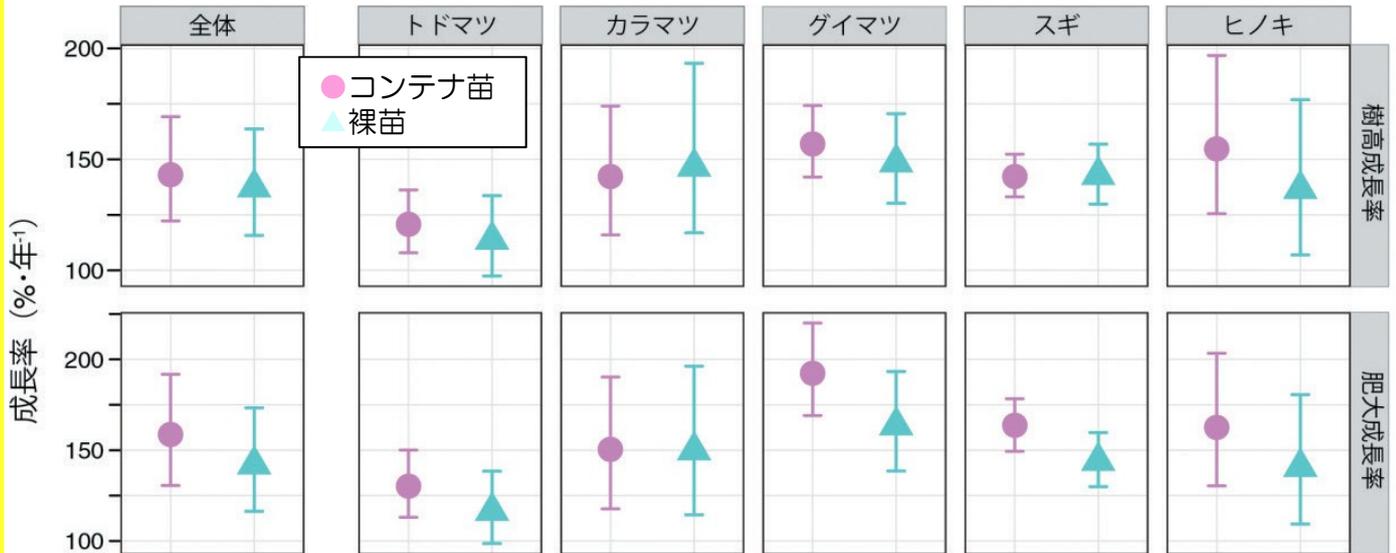


現地の条件に合った専用器具を使用することで植付作業の効率化が期待できる。また植付作業に熟練を要しない。

(3) コンテナ苗の成長について

全国で収集された試験データを比較してみると、樹種別でも全体でもコンテナ苗の平均成長率は裸苗と変わらない。

コンテナ苗と裸苗の成長率比較



注1：解析には5種（トドマツ・カラマツ・グイマツ・スギ・ヒノキ）、8都道府県（北海道・福島・栃木・群馬・埼玉・茨城・石川・高知県）の39試験地（7,923）の測定データを用いている。

2：値は中央値±95%信用区間を示す。

資料：国立研究開発法人森林総合研究所「コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開～実証研究の現場から～」（平成28(2016)年3月）

⇒ **コンテナ苗の初期成長は裸苗と変わらない。**

(4) コンテナ苗の生産性について

播種作業、培地充填作業について、それぞれ機械化することで生産能力が向上し、コストダウンにつながると期待できる。

コンテナ苗生産コスト試算例

作業工程	作業方法	生産能力	作業工程代
播種工程 (セルトレイ)	従来法 (手作業)	生産量：16,384粒/人・日 所要日数：61日間	7.0円/本
	機械作業 (設備費：318万円)	生産量：81,920粒/人・日 所要日数：12日間	3.1円/本
培地充填作業	従来法 (手作業)	生産量：3,080本/人・日 所要日数：325日間	2.3円/本
	機械作業 (設備費：765万円)	生産量：18,480本/人・日 所要日数：54日間	1.5円/本

注1：年間100万本のコンテナ苗木生産本数を想定して計算。

2：機械設備費用は、7年定額償却として計算。

3：人件費は、7,000円/人日として計算

4：播種作業は、512穴セルトレイに播種する作業時間を元に試算。

5：培地充填作業は、77キャピティ/トレイのコンテナを使用する条件で試算。

資料：国立研究開発法人森林総合研究所「コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開～実証研究の現場から～」（平成28(2016)年3月）

⇒ **コンテナ苗は機械化することで生産性が向上する。**

8. 今後の苗木生産に向けて

コンテナ苗木生産工程の改善

① 培土の攪拌・
充填作業



② コンテナへ播種又は移植

充実種子判別技術

播種機



高発芽率種子
の利用

播種作業の効率化

C. 挿し木



A. 直接播種



B. プラグ苗の移植



自動散水装置



③ ビニールハウス等で育苗
(半年～1年半程度)



散水作業の労力軽減

追肥 (適宜)



④ 山元へ運搬

専用トラック (コンテナごと)



コンテナ苗の根鉢を乾燥から保護したまま出荷

⑤ 造林地へ運搬

フォワーダ、動力運搬車等を利用
(一貫作業システムの利用)



運搬労力の軽減

⑥ 造林地への運搬



適当な専用器具使用
で植付作業の効率化



⑦ コンテナ苗の植付

今後、必要な研究・調査・検討事項

- ① コンテナ苗の規格について
適切な根元径・苗長、形状比
- ② コンテナ容器について
マルチキャビティコンテナの形状
- ③ 専用植付器具の改良
日本の土壌、地形などに合った器具の検証
- ④ 充実種子育苗条件の最適化(発芽勢を均一化)
- ⑤ コンテナ苗育苗期間の短縮

今後、コンテナ苗に関する研究・調査を行い、その技術を確認することが必要

おわりに

今資料は、これまで行われた調査研究から得られた結果を基に、最新のコンテナ苗生産技術について取りまとめたものです。これらについては、一般的な生産技術であり、気候等の環境条件の違いによる各地区の最適な生産技術、また樹種ごとの最適な生産方法等の研究も進んでいます。

低コスト造林に資するコンテナ苗の生産技術については、まだ発展途上であるため、その確立に向けて、今後も開発の推進・普及に努めて参ります。

作成者：林野庁森林整備部整備課
造林間伐対策室 造林資材班
(電話) 03-3591-5893

編集協力：国立研究開発法人
森林研究・整備機構 森林総合研究所
