

ヒノキ・コンテナ苗の植栽工期に及ぼす 傾斜の影響および初期成長

岐阜県森林研究所 森林環境部

専門研究員

わたなべ ひとし
○渡邊 仁志
みむら ほるひこ
三村 晴彦
もてき やすかず
茂木 靖和
ちむら ともひろ
千村 知博

中部森林管理局 森林技術・支援センター 森林技術普及専門官

岐阜県森林研究所 森林資源部

主任専門研究員

中部森林管理局 森林技術・支援センター 業務係長

要旨

コンテナ苗による省力造林の可能性を検討するため、ヒノキ・コンテナ苗と普通苗の植栽工期、活着率、初期成長を調査しました。コンテナ苗の植栽効率は急傾斜地、緩傾斜地とも普通苗に比べて向上せず、これには傾斜や土壌条件が影響したと考えられます。コンテナ苗の活着率は普通苗に比べ高く、コンテナ苗の初期成長は普通苗より良好でした。今後も調査を継続し、コンテナ苗の適応条件を見極める必要があります。

はじめに

人工林管理全体に占める初期保育の費用は極めて高いとされています。これからの持続的な森林施業のために、低コストで確実な再造林技術が求められるなか、マルチキャビティコンテナ（以下、コンテナ）により育苗したコンテナ苗が注目されています。コンテナ苗は根鉢付きであることから時期を選ばずに植栽でき、植栽効率がよく、活着が良いといわれています。また、この特性を利用して伐採、地拵え、植栽の作業を一貫して行うことによって、植栽作業の省力化と経費の低コスト化が期待されています（今富 2011）。

植栽作業の省力化に関して、コンテナ苗の根鉢を効率よく地中に収め、作業者の負担を軽減するために、専用の植栽器具（たとえば、ディブルやスペード（今富 2011）、プランティングチューブ（岩井ら 2012）；以下、専用植栽器）が紹介されています。これらの専用植栽器を用いてコンテナ苗を植栽した場合、唐鍬を用いて造林用裸苗（以下、普通苗）を植栽した場合に比べ植栽効率が向上した（今富 2011；岩井 2012）ことが報告されています。ただし、コンテナ苗の植栽工期は、これまで主に平坦地～緩・中傾斜地のスギを中心に調査されており、傾斜や立地条件にまで言及した研究事例（渡邊ら 2013；三村ら 2014；渡邊ら 2014）は多くありません。しかし、岐阜県の森林は約6割が傾斜30°以上の急傾斜地にあるため、このような立地条件における植栽効率の向上が、造林コストを圧縮する鍵であると考えられます。そこで本研究では、斜面傾斜が異なる造林地において、ヒノキ・コンテナ苗と普通苗の植栽工期、活着率、初期成長を比較し、コンテナ苗の導入による低コスト造林の可能性を検討しました。

1 調査地と調査方法

（1）調査地の概要

調査は、岐阜県下呂市金山町にある岐阜森林管理所管内・高天良国有林（1096林班ほ小班）で行いました。調査地は標高730～800mの西向き斜面にあり、斜面下部が緩傾斜地、上部が急傾斜地となっ

ていました(図-1)。母材は濃飛流紋岩(溶結凝灰岩)、土壌型は適潤性褐色森林土(偏乾亜型)でした。近隣の気象観測所(岐阜県下呂市金山町、標高233m)における植栽直後(5~7月)の平均気温は20.8℃、期間降水量は561mmでした(気象庁 2015)。これは同じ期間の平年値(気象庁 2015)と比べると、降水量がやや少ないといえました。調査地では、2012~2013年に約60年生のヒノキ、スギ人工林が皆伐され、2013年12月に先行地拵え、2014年1月に防獣柵の設置が行われました。

(2) 使用した苗木

植栽に用いた苗木は、1年生苗を300ccのマルチキャビティコンテナ(JFA-300)に移植して、標準的な管理(遠藤・山田 2009)のもと、ガラス室の架台上で1年間育苗したヒノキ2年生コンテナ苗(写真-1上)と、苗畑で育苗した2年生実生普通苗(写真-1下)です。種子は岐阜県白鳥林木育種事業地(岐阜県白鳥町)産の精英樹種子(同一種子)を用いました。また、コンテナ苗の元肥には市販の超緩効性肥料を用いました。苗木は植栽前日に掘り取り、大きさを選別してビニル袋に小分けしたうえで段ボール箱に梱包し、当日現地へ運搬しました。

使用した苗木のサイズは表-1のとおりです。コンテナ苗は普通苗に比べて平均樹高が高く、平均根元直径が小さい傾向があるため、比較苗高(樹高/根元直径)が大きいといえました。また、コンテナ苗は、いずれの個体も根系と培土からなる根鉢を形成している(写真-1上)ため、普通苗(写真-1下)に比べ地下部のサイズ(容量)が大きいという特徴がありました。

(3) 調査方法

調査地中の急傾斜地(斜面傾斜40°)に調査区1、緩傾斜地(斜面傾斜11°)に調査区2を設置しました(図-1)。植栽工期調査は2014年4月23日~24日に行い、全ての植栽作業は植栽経験のある50代の男性1名が行いました。植栽に際して、作

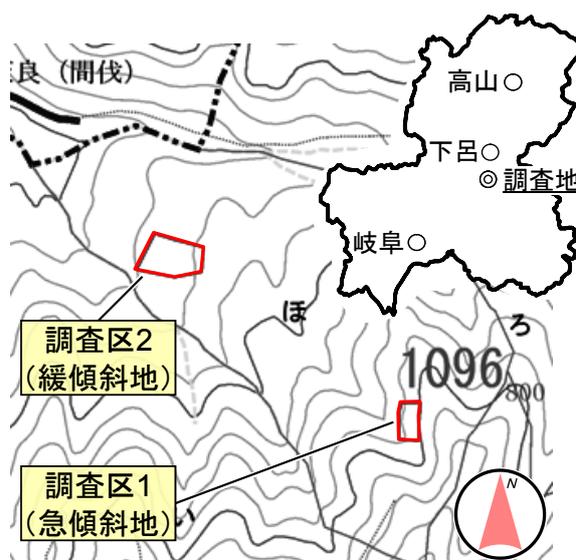


図-1 調査地



写真-1 植栽に使用した苗木

コンテナ苗(上)と普通苗(下)。いずれも同一種子(岐阜県白鳥町産)を起源とする2年生実生苗である。

表-1 調査区別の苗木サイズ

調査区	苗木の種類	苗木の大きさ		
		樹高 (cm)	直径 (mm)	比較苗高
調査区1 (急傾斜地)	コンテナ苗	47.9 ^a	4.9 ^a	97.8 ^a
	普通苗	36.0 ^b	5.2 ^a	71.1 ^b
調査区2 (緩傾斜地)	コンテナ苗	49.0 ^a	4.9 ^a	100.9 ^a
	普通苗	34.9 ^b	5.6 ^b	63.4 ^b

数値は平均値。異なる添え字は同じ調査区内の苗の種類による統計的な有意差を示す。

業者にはコンテナ苗の特徴を説明し、事前に植栽の練習を行いました。このとき、普通苗の植栽は、鍬を入れて植え穴を掘り、根を広げて植え穴に入れ根が外に出ないように土を寄せてから周囲を軽く踏みつけること、コンテナ苗は、根鉢以上の深さの垂直な植え穴を掘り、根鉢が外に出ないように植え周囲を軽く踏みつけることを指示しました。植栽は1.8m間隔の方形植え（約3000本/ha）で、植栽本数は調査区1では35本（7行×5列×1反復）、調査区2では72本（6行×6列×2反復）としました。

苗木と植栽器具の組み合わせは、①コンテナ苗・専用植栽器植え、②普通苗・唐鍬植栽の2種類で、使用した専用植栽器はスぺードとしました。植栽作業をビデオ撮影し、

①移動（次の植栽予定位置までの移動、植栽位置の確認）、②植え穴掘り、③植え付け（苗木の準備、植え付け、土寄せ）を1サイクルとして、各作業に要した時間を計測しました。ただし、調査地までの苗木の運搬、作業中の打ち合わせ、調査区内における苗木の補充や小運搬、休憩に要する時間は集計から除きました。1日の労働時間を6時間として、1日あたりの最大植栽本数（本/人・日）を算出しました。

植栽後の活着率と初期成長を検討するため、植栽から約3ヶ月経過後の2014年7月31日に全個体の生残を調査し、樹高と根元直径を計測しました。また、生残調査の結果から活着率を計算しました。

2 結果と考察

(1) 植栽工程の比較

苗木1本あたりの平均植栽時間を比較すると、調査地1においては、コンテナ苗（29.9秒/本）>普通苗（26.9秒/本）で（図-2左）、1日あたりの植栽本数はそれぞれ724本/人・日、804本/人・日でした。つまり、急傾斜地において、コンテナ苗と専用植栽器の組み合わせは、唐鍬と普通苗の組み合わせである従来の植栽方法に比べ植栽に時間がかかりました。

渡邊ら（2013；2014）は、急傾斜地（平均傾斜35~40°、41°）において、ヒノキ・コンテナ苗の

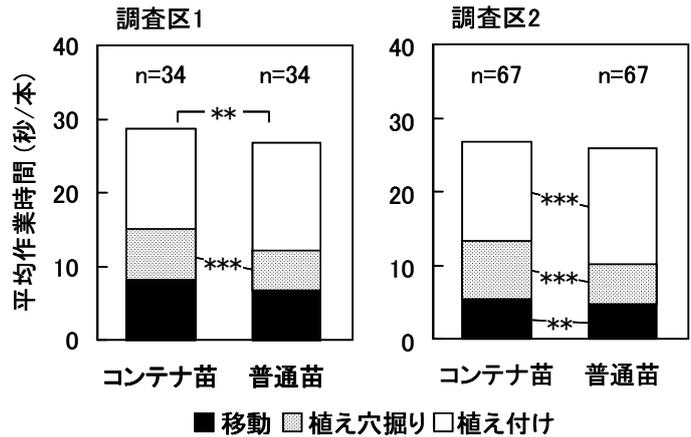


図-2 調査区1（左）と調査区2（右）における植栽工程

すべての動作が解析可能なサイクルを解析の対象とした。nは解析データ数を示す。アスタリスクは、苗の種類によって植栽時間または各作業時間に統計的な有意差（**： $p < 0.01$ 、***： $p < 0.001$ ）があることを示す。

表-2 調査区・苗木の種類別の活着率

調査区	苗木の種類	個体数(本)			活着率 (%)
		植栽	枯死	生残	
調査区1 (急傾斜地)	コンテナ苗	35	0	35	100 ^a
	普通苗	35	7	28	80 ^b
調査区2 (緩傾斜地)	コンテナ苗	72	0	72	100 ^a
	普通苗	72	5	67	93 ^a

異なる添え字は同じ調査区内の苗の種類による統計的な有意差を示す。

植栽効率が普通苗に比べて低下したことを、同様に、福田ら(2012)は急傾斜地(平均傾斜39°)において、カラマツ・コンテナ苗の植栽効率が低下した例を報告しています。調査地1でコンテナ苗の植栽に時間がかかったのは、植え穴掘りにかかる時間が普通苗に比べて長かったためです(図-2左)。2年生コンテナ苗の地下部(根鉢)は同普通苗よりも大きく(写真-1)、急傾斜地において根鉢に対応する深い植え穴を掘ることが困難なことから、コンテナ苗の植栽効率の低下につながった(渡邊ら2013; 渡邊ら2014)可能性があります。従来、コンテナ苗の植栽効率は高いといわれてきましたが、以上のことから、コンテナ苗を専用植栽器で植栽する場合、その植栽効率は傾斜条件の影響を受けると考えられます。

調査地2における苗木1本あたりの植栽時間は、コンテナ苗(26.8秒/本)＝普通苗(25.7秒/本)で(図-2右)、1日あたりの植栽本数は805本/人・日、839本/人・日でした。つまり、緩傾斜地においても、コンテナ苗の植栽効率は普通苗のそれに比べて向上しませんでした。この理由は、調査地1同様、植え穴掘りにかかる時間が長かったため(図-2右)で、緩傾斜地でも土壌条件(土層深、土性、石礫の量)によって、植え穴掘りが困難だったことが植栽効率に影響したと推測されました。

本研究の事例のように、植栽地の条件によってはコンテナ苗や専用植栽器の導入が植栽作業の省力化につながらない場合があるといえます。ただし、急傾斜地や石礫地などの条件不利地でも、唐鍬やバールとの組み合わせで、コンテナ苗の植栽効率が向上した例が報告されています(三村ら2014; 渡邊ら2014)。したがって、今後はコンテナ苗の植え穴を小さくするよう根鉢形状の最適化を図る一方(もちろん、その場合でも苗木の生理特性とのバランスが取れている必要があります)、コンテナ苗の適応条件や現地の立地条件に合わせた植栽器具を検討する必要があると思われれます。

(2) 活着率と初期成長の比較

コンテナ苗の利点として、培土付きで植栽することによる活着率の高さ(遠藤2007; 岩井ら2012)があるといわれています。本調査地でも、植栽初期の降水量がやや少なかったにも関わらず、コンテナ苗の活着率は両調査区とも100%で、普通苗の活着率(80、93%)と同等かやや高い値でした(表-2)。調査区に食害は発生していないことから、普通苗の枯死の原因は活着不良によるものと推測されました。これまでも、コンテナ苗が高い活着率を示す事例(福田ら2012; 岩井ら2012; 山川ら2013; 渡邊・茂木2013)が報告されており、根鉢によって植栽時の苗木のストレスが軽減される(岩井ら2012)というコンテナ苗の特性が発揮された可能性があります。しかしながら、植栽初期3ヶ月間の結果であることから、今回の結果はコンテナ苗の生存率を示すに過ぎない可能性もあります。したがって、コンテナ苗が植栽地に本当に活着したかどうかを明らかにするためには、もう少し長期の検証が必要であると考えられます。

最後に、コンテナ苗と普通苗の初期成長を比較すると、両調査区ともに、樹高成長量、根元直径成長量のいずれも、コンテナ苗の方が大きいといえました（図-3）。その結果、植栽時には普通苗よりも小さかったコンテナ苗の根元直径は、普通苗よりも大きくなりました。

従来、コンテナ苗の優位性として初期成長が良好であることが挙げられていました。しかし、これまでに行われた調査では、普通苗に比べコンテナ苗の方が大きく成長した例（全国山林種苗協同組合連合会 2010）もあれば、それとは逆にコンテナ苗と普通苗の成長量に大きな差がないという例（岩井ら 2012；渡邊ら 2013；山川ら 2013；三村ら 2014）もみられます。植栽後の苗木の成長には、立地条件、気象条件のほか、育苗時の条件など、さまざまな条件が影響すると考えられます。また、本研究の結果は植栽3ヶ月後のデータに基づくものであり、コンテナ苗の育苗中に施用した肥料の効果が培地中に残存していた可能性もあります。したがって、今後も引き続き成長調査を行っていく必要があります。また、さまざまな条件下における検証データの収集と解析が必要になると思われます。

おわりに

わが国におけるコンテナ苗の歴史は浅く、その特性や適応条件についての知見が十分にあるとはいえません。とくに本研究で報告したように、地形や立地条件によっては、コンテナ苗や専用植栽器の導入が作業の省力化につながらない場合があることが示唆されました。また、植栽後の苗木の成長についても、コンテナ苗を評価するための十分な調査がなされているとはいえません。

今後、コンテナ苗を用いた低コスト造林技術を開発するためには、さまざまな育苗条件で育成した苗をさまざまな地形・立地条件のもと、さまざまな植栽器具を用いて植栽した事例を収集し、それらを比較検討することによって、コンテナ苗の適応条件を明らかにする必要があると考えられます。

本研究は、岐阜県と中部森林管理局との共同事業です。調査地の設定にあたっては、中部森林管理局 森林技術・支援センターのお力添えと中部森林管理局 岐阜森林管理署のご協力を頂きました。また本調査・研究の実施にあたり、中部森林管理局 岐阜森林管理署、中部森林管理局 森林技術・支援

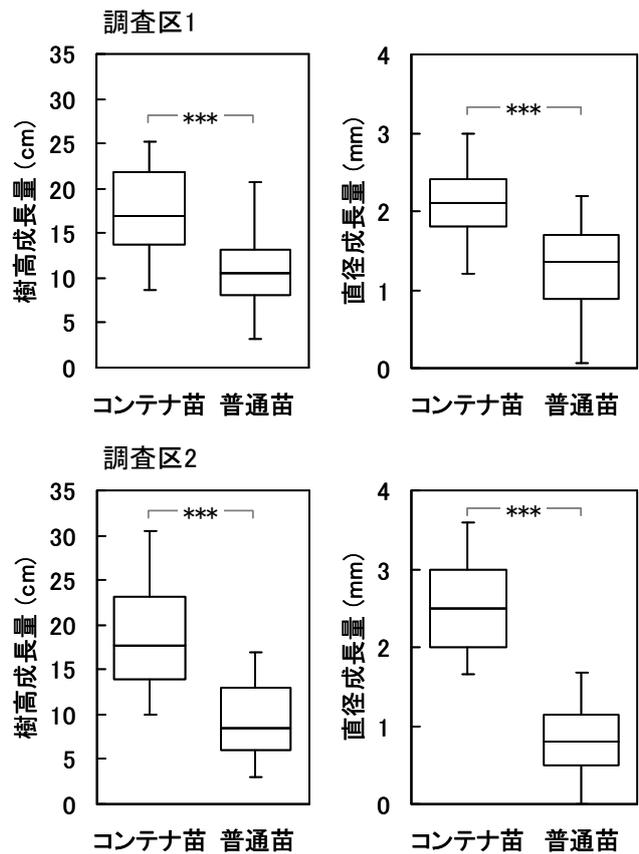


図-3 調査区1（上）と調査区2（下）における樹高および根元直径の初期成長

7月の調査時点で生残している個体のみを対象とした。箱は四分位数範囲、箱中の横線は中央値を示す。箱から上下に伸びたひげは、それぞれ95パーセントイル、5パーセントイルを示す。アスタリスクは、苗の種類による成長量に統計的な有意差 (***) が示すことを示す。

センター、岐阜県白鳥林木育種事業地、岐阜県森林整備課、岐阜県森林研究所の関係者の皆さまに多大なご協力を頂きました。皆さまに深くに感謝します。本研究の一部は、農研機構生物系特定産業技術研究支援センター「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術展開事業（うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）」により実施しました。

引用文献

遠藤利明（2007）コンテナ苗の技術について．山林1478：60-68

遠藤利明・山田健（2009）JFA-150コンテナ苗育苗・植栽マニュアル．（低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書（平成20年度）．林野庁、林野庁）．74-90

福田達胤・松尾亨・渡辺貞幸・木戸口佐織（2012）民国連携によるコンテナ苗の実証試験と普及．平成23年度 森林・林業技術交流発表集（東北森林管理局）：113-117

今富裕樹（2011）スギ再造林の低コスト化を目指した技術開発、伐採・地拵え・植栽の一貫作業による低コスト化、現代林業542：52-55

岩井有加・大塚和美・長谷川尚史（2012）スギコンテナ苗の形態的特徴と植栽後の成長．現代林業551：40-44

気象庁（2015）気象統計情報、過去の気象データ検索（オンライン）．<http://www.jma.go.jp/>（参照：2015年2月17日）

三村晴彦・吉村芙美子・千村知博（2014）コンテナ苗の普及に向けた取り組みについて．中部森林技術交流発表集（平成25年度）：44-50

渡邊仁志・茂木靖和（2013）育苗時の施肥条件が植栽後のヒノキ苗の初期成長に及ぼす影響．中部森林研究61：51-54

渡邊仁志・臼田寿生・茂木靖和（2013）ヒノキ2年生コンテナ苗の植栽工期と初期生存率．岐阜県森林研究所研究報告42：19-24

渡邊仁志・茂木靖和・早川幸治・臼田寿生・古川邦明（2014）植栽器具の違いが急傾斜地におけるヒノキ・コンテナ苗の植栽工期に及ぼす影響．中部森林研究62：5-8

山川博美・重永英年・久保幸治・中村松三（2013）植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後1年目の活着と成長に及ぼす影響．日本森林学会誌95：214-219

全国山林種苗協同組合連合会（2010）コンテナ苗の取り組みの現状と課題について．緑化と苗木151：3-7