

ヒノキ実生コンテナ苗の育苗成績および初期成長に 及ぼす根鉢容量と元肥量の影響

岐阜県森林研究所 森林環境部 主任専門研究員 ○^{わたなべ}渡邊 ^{ひとし}仁志
岐阜県森林研究所 森林環境部 主任研究員 ^{もてき}茂木 ^{やすかず}靖和

要旨

根鉢容量および元肥量の異なるヒノキ実生コンテナ苗を育成し、育苗成績と植栽後の成長を評価しました。根鉢容量100～300ccの範囲では、容量の違いによる活着率や植栽後の成長への影響は小さいことが分かりました。このことから、育苗時の元肥量を適切に調整すれば、根鉢容量が小さい苗でも健全な成長が可能であり、資材量や運搬・植栽コストの削減に貢献する可能性が示唆されました。

はじめに

再造林のコスト削減を目的として、コンテナ苗（遠藤・山田 2009）[1]の導入が進められています。ヒノキ実生コンテナ苗の根鉢容量は、現在では300ccと150ccが標準になりつつありますが、樹種別や用途（目的）別に更なる検討の余地があると考えられます。本研究では、根鉢の高さ方向を標準より小さくすることに着目しました。根鉢を小さくすれば、育苗期間の短縮や苗木の軽量化が可能となり、運搬や植栽の効率向上と相まって、再造林の低コスト化が期待されます。一方で、根鉢容量の縮小が苗木の活着や成長に負の影響を与える可能性もあります。例えばスギでは、根鉢容量を小さくすることにより苗木の生存率が低下することが報告されています（三樹 2010）[2]。そこで、本研究では、根鉢容量と元肥の含有量を変えて育成したヒノキ実生コンテナ苗について、育苗成績と植栽後の成長経過を評価しました。

1 調査方法

本研究では、溶出日数が700日の超緩効性肥料（ジェイカムアグリ（株）製ハイコントロール650：N16-P5-K10）を元肥として使用し（渡邊ら 2017；2021）[3,4]、岐阜県白鳥林木育種場（郡上市白鳥町）のビニルハウス内にある育苗施設において、根鉢容量および元肥量が異なる5条件で2014～2018年の5回にわたり供試苗を育成しました。根鉢容量に応じて元肥量を減じた条件として、303苗（根鉢容量300cc+元肥3g/鉢）、202苗（200cc+2g）、101苗（100cc+1g）を設定しました。加えて、根鉢容量が小さい場合でも元肥量を一定にした条件として、203苗（200cc+3g）、103苗（100cc+3g）を設定しました。なお、根鉢容量が同一で元肥量を減じた条件、すなわち302苗（300cc+2g）や301苗（300cc+1g）は、育苗段階での生育不良により得苗率が低下することが先行研究（茂木ら 2013）[5]で示されているため、本研究では評価を省略しました。

これらの苗は、Mスターコンテナ（三樹 2010）[2]を用いて2014～2018年にかけて計5回、毎回1年間育成した後得苗し、2015年産苗以降の4回については得苗の可否を評価しました。得苗後は、2015～2019年にかけて毎年4月に1か所ずつ、岐阜県内の5か所の調査地に植栽しました。調査地は、標高630～1,100m、斜面傾斜13～40度、土壌型B₀またはB₀(d)であり、各調査地において3～5の育苗条件ごとに各30～40本を供試しました（表1）。各調査地には防鹿柵を設置し、下刈りを毎年実施して管理しました。

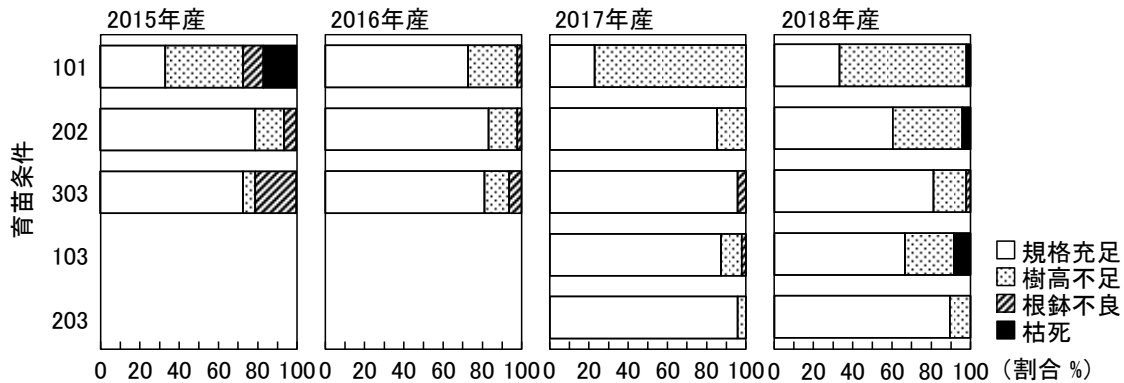
植栽後1成長期末に活着率を評価するとともに、植栽時および各成長期末（2または4期間）に樹高（cm）と根元直径（mm）を計測し、育苗条件間で各サイズ、比較苗高〔（樹高／根元直径）×10〕、成長を比較しました。成長は、成長量〔（2期または4期末のサイズ－植栽時サイズ）／2または4年〕により評価しました。なお、誤伐や食害などの外因による成長停滞個体や枯死個体は、植栽時までさかのぼったうえで解析から除外しました。

(表 1 : 調査地の概要)

調査地	1 小川長洞 (下呂市)	2 明知 (恵那市明智町)	3 門坂 (下呂市小坂町)	4 湯舟沢 (中津川市)	5 上村恵那 (恵那市上矢作町)
標高	640m	760m	890m	990m	1,050m
平均気温 [†]	11.4℃	10.6℃	8.7℃	9.4℃	8.6℃
年降水量 [†]	2,346.3mm	1,801.5mm	2,154.5mm	2,426.9mm	2,102.4mm
地形・傾斜	南東斜面・35度	南斜面・30度	北北西斜面・35度	北西斜面・13度	南東斜面・30度
地質(母材)	流紋岩類	花崗岩類	流紋岩類	流紋岩類	花崗岩類
土壌型	B _D (d)	B _D (d)	B _D (d)	B _D	B _D (d)
育苗開始年	2016	2017	2015	2014	2018
育苗条件	101,202,303	101,202,303,103,203	101,202,303	101,202,303	101,202,303,103,203
植栽年	2017	2018	2016	2015	2019
防鹿柵	設置	設置	設置	設置	設置

標高の低い順に昇順で掲載。

[†]国土数値情報(国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト 2022)のメッシュデータによる平年値(1991~2020年)



(図 1 : 年次別の得苗状況の評価)

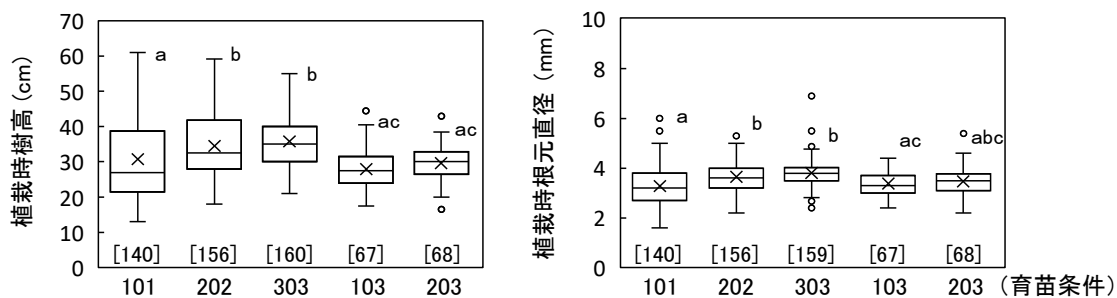
※本研究では、樹高が苗木規格を満たさない個体(樹高<25cm)でも根鉢が形成されていれば植栽試験に供した。

最後に、B_D(d)型の調査地4カ所の個体(490本)を対象として、調査地をランダム効果とする一般化線形混合効果モデル(GLMM)を用いて、植栽後の樹高成長量および根元直径成長量に影響する要因を解析しました。固定効果には、調査地の気象条件(年平均気温、年降水量)、根鉢容量、元肥量を設定し、これらの説明変数の全ての組み合わせについて、AICに基づくモデル比較を行いました。

2 結果および考察

試験的に行った5回の育苗のうち、2015年産苗以降の4回分について得苗率を評価しました(図1)。枯死個体および根鉢の形成不良個体を得苗できない個体として除外した結果、2015年産苗ではその個体の割合が21~27%と高くなった条件(101苗、303苗)がみられましたが、根鉢容量との関係は認められませんでした。また、2016年以降の年次では、得苗できない個体の割合は低下しました。このことから、育苗には一定の習熟が必要であるものの、育苗手法が安定すれば、育苗条件にかかわらず良好な得苗状況が得られることが示されました。一方、樹高が苗木規格を満たさない個体(樹高<25cm)は、特に101苗で多く認められました。本研究では、根鉢が形成されていれば植栽試験に供したため、根鉢容量が小さい101苗および103苗では、他の苗と比べて植栽時のサイズがやや小さい傾向が認められました(図2)。

植栽後1成長期までに枯死した個体の割合(枯死率)は0~13.5%であり、いずれの条件・場所においても活着率が極端に低い値は認められませんでした(図3)。枯死率が最も高かったのは、むしろ根鉢容量が最大である303苗を植栽した調査地のうちの1カ所(調査地5)であり、根鉢容量を小さくしたことが活着率に及ぼす影響は、小さいと考えられました。



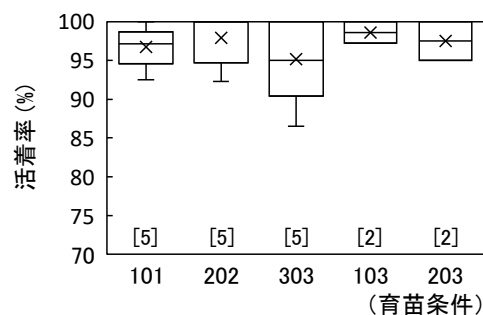
(図2：植栽時の苗木のサイズ (左：樹高、右：根元直径))

[]内の数字は供試個体数。箱ひげ図で示す。箱中の×は平均値、横線は中央値、箱は四分位範囲、ひげの両端は箱の長さの1.5倍内にある最大値および最小値、ひげの外側の○は外れ値を示す。異なる添え字はSteel-Dwass検定において育苗条件間に有意差($p < 0.05$)があることを示す。

枯死個体および梢端欠損個体を除外した591本(各調査地・条件あたり21~39本)を対象に解析した結果、調査地間において成長経過の顕著な差は認められませんでした。植栽後5年間の成長をみると、樹高は195~260cm、根元直径は24~50mmとなり、植栽当初には高かった比較苗高(80~120)は、苗齢の経過とともに低下しました(図4)。こうした肥大成長を伴いながら伸長成長が維持される傾向は、既報(渡邊ら2017)[3]と一致していました。このことから、植栽後の苗木は周囲環境に適応しつつ、安定した成長を示したと判断されました。

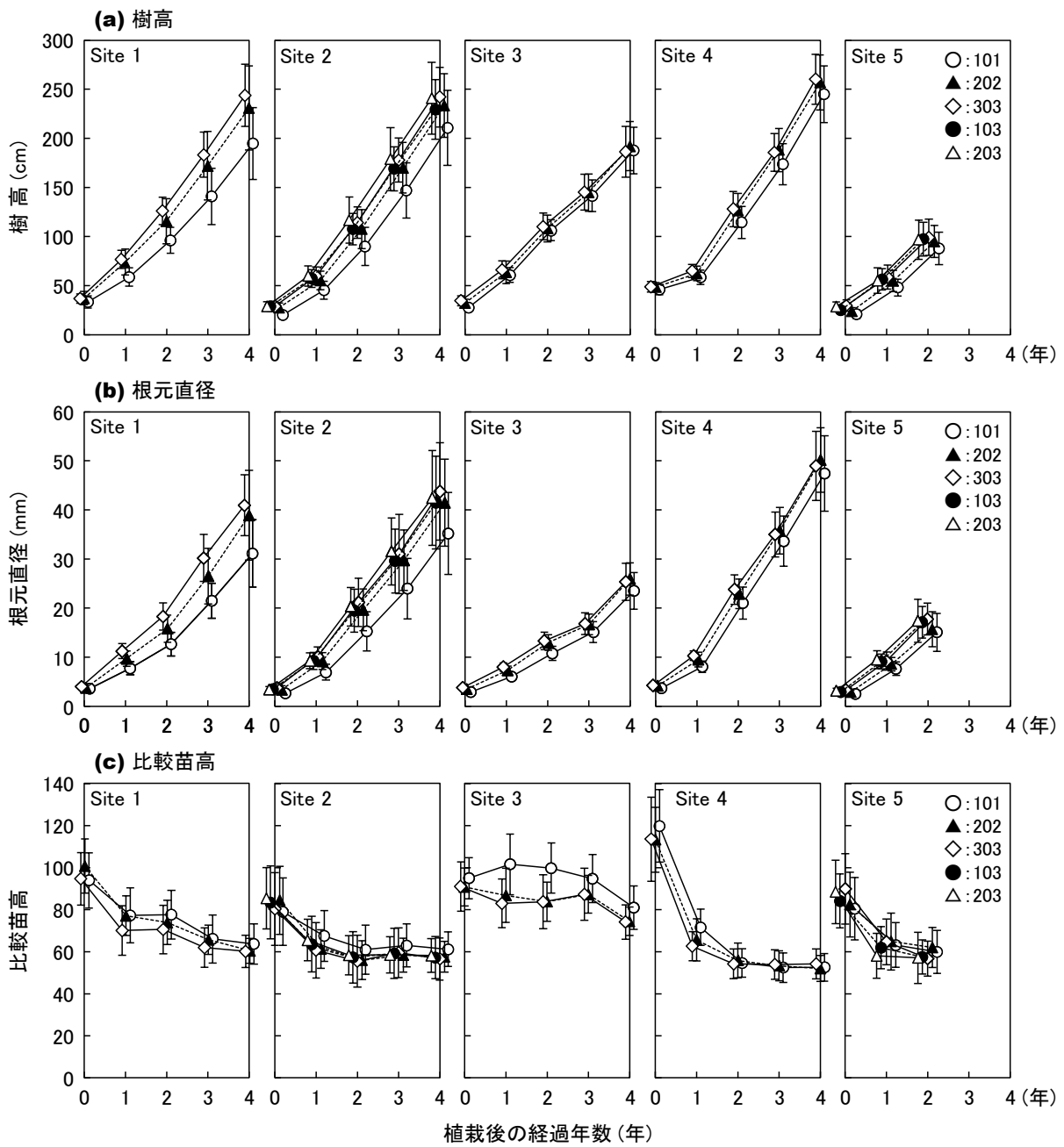
101苗は植栽時のサイズが小さかったため(図2)、実測サイズでは他の苗より小さい傾向が継続しましたが(図4)、調査期間中の樹高成長量には他の苗との差は認められず、根元直径成長量においても303苗を除く他の苗と同程度でした(図5)。また、103苗は植栽時のサイズは小さかったものの(図2)、樹高および根元直径のいずれの成長量においても、他の苗と同程度の値を示し(図5)、実測サイズでも他の苗と比べて遜色は認められませんでした(図4)。さらに、101苗、103苗のいずれも、樹高が相対的に低いことが下刈り終了年の遅延に影響することはありませんでした。以上より、植栽後の苗木の健全な成長、および初期保育の進行に対する根鉢容量および元肥量の影響は、相対的に小さいことが示唆されました。

植栽後の成長に最も大きな影響を与えた要因は調査地の立地条件であり、B₀型の調査地(調査地4)ではB₀(d)型に比べて成長が良好でした(図4)。このことから、苗木の成長には、土壌条件が強く影響していることが示唆されました。そこで、個体数が十分に確保されているB₀(d)型の調査地を対象として、GLMMを用いて植栽後の成長量に影響する要因を解析しました。その結果、樹高成長量および根元直径成長量の双方において、調査地の気象条件(年平均気温、年降水量)および元肥量を含むモデルが一貫して最適モデルとして選択され、一方で根鉢容量は選択されませんでした(表2)。両成長量に対して、年平均気温は正の影響を、年降水量は負の影響をそれぞれ示し、元肥量2gおよび3gは、いずれも、元肥量1gに対して正の影響を示しました。以上の結果から、根鉢容量は苗木の初期成長に対する決定的な要因ではないことが示唆されました。一般的に、根鉢容量の大きい苗木は活着や初期成長に有利とされることが多いですが、本研究では、植栽後に根系が速やかに土壌へ伸長した可能性が考えられ、根鉢容量による差異が相対的に小さくなったと推測されます。

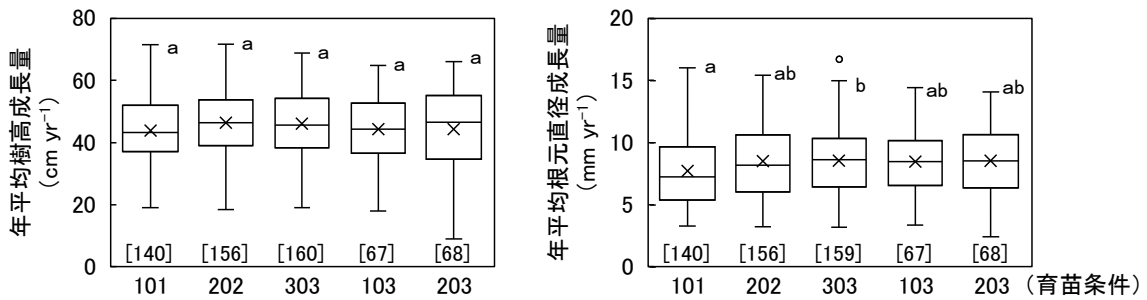


(図3：各調査地における苗木の活着率)

[]内の数字は調査地数。箱ひげ図で示す。図の見方は図2を参照。



(図4：調査地ごとの樹高(a)、根元直径(b)、比較苗高(c)の推移)
ひげは標準偏差を示す。



(図5：年平均成長量(左：樹高、右：根元直径))

[] 内の数字は供試個体数。箱ひげ図で示す。図の見方は図-2を参照。異なる添え字はSteel-Dwass検定において育苗条件間に有意差 ($p < 0.05$) があることを示す。

(表2 : BD(d)型調査地 (4ヶ所) における植栽後の樹高および根元直径成長量に影響する要因に関するGLMMの結果)

説明変数	樹高成長量			根元直径成長量		
	推定値±標準誤差	t値	p値	推定値±標準誤差	t値	p値
切片	17.81 ± 11.75	1.52	0.13	2.77 ± 2.82	0.98	0.33
元肥量 (2g)	3.30 ± 1.09	3.02	0.003 ***	0.97 ± 0.25	3.87	<0.001 ***
元肥量 (3g)	3.35 ± 0.96	3.5	<0.001 ***	1.30 ± 0.22	5.85	<0.001 ***
年降水量	-0.0126 ± 0.0045	-2.78	0.006 ***	-0.0033 ± 0.0011	-3.03	0.003 ***
平均気温	5.01 ± 0.74	6.73	<0.001 ***	1.10 ± 0.18	6.14	<0.001 ***
AIC			3,478.4			2,037.3

元肥量(1g)を参照水準とした。

表中の値は推定値 ± 標準誤差を示す。

t値および p 値は正規近似に基づいて算出した。

モデルは調査地をランダム効果とするGLMMであり、ベストモデルの選択は AIC に基づいて行った。

根鉢容量はいずれの応答変数でも最適モデルに含まれなかったため、本表には示していない。

これらの結果から、①ヒノキ実生コンテナ苗は、100~300ccの範囲において、根鉢容量の違いによらず育成可能であること、②根鉢容量を小さくすることで、得苗時の樹高および根元直径がやや小さくなる傾向は認められるものの、活着率や植栽後の成長量には大きな影響を及ぼさないこと、の2点が明らかとなりました。さらに、元肥量を適切に調整して育苗すれば、植栽後の実サイズにも顕著な支障は生じないことが示されました。

以上を総合すると、根鉢容量を縮小した場合であっても、元肥量を適切に確保することで、苗木の活着や初期成長を維持しつつ、育苗時の資材使用量や苗木の運搬・植栽に要するコストを削減できる可能性が示唆されます。つまり、本研究の結果は、造林現場における省力化と低コスト化に資する知見といえます。一方で、本研究は、立地条件や植栽時期（すなわち気象条件）の影響を軽視すべきでないことも示しています。特に晩秋～冬期植栽では、凍上等による苗木の浮き上がり（いわゆる「抜け」）のリスクが高まることが予想されるため、根鉢が小さい苗ほど、植栽時期の選定には一層の慎重さが求められると考えられます（なお、岐阜県や中部森林管理局管内の中部山岳地域に広く分布する寒冷寡雪地域では、11月以降の植栽による活着率の顕著な低下が報告されています（渡邊・茂木 2023）[7]。このため、当該時期における植栽はもとより推奨すべきではありません）。

おわりに

以上をまとめると、苗木の規格については、なお検討の余地が大きいと考えられます。ただし、その検討にあたっては、根鉢容量の拡大あるいは縮小といった一方向的な議論にとどまるのではなく、樹種ごとの育苗から植栽過程に至る生理的特性を十分に理解したうえで、利用目的や植栽条件に応じた複数の最適解を見いだすことが重要であるといえます。

謝辞

本研究の一部は、中部森林管理局と岐阜県との共同研究として実施したものです。研究デザインの選定にあたり有益なアイデアを賜った森林総合研究所 関西支所の山下直子 森林生態研究グループ長に深く感謝申し上げます。また、一連の研究にご協力いただいた中部森林管理局 岐阜森林管理署、同 東濃森林管理署、同 森林技術・支援センター、岐阜県森林経営課、同 白鳥林木育種場、同 恵那農林事務所、同 下呂農林事務、および岐阜県森林研究所の職員各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献等一覧

- [1] 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). 74-90 [引用]
- [2] 三樹陽一郎. 2010. Mスターコンテナを用いたスギ苗の育成試験(Ⅰ)、容器サイズが根系形成と苗木成長に与える影響. 九州森林研究6:78-80 [引用]
- [3] 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99:145-149 [引用]
- [4] 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博. 2021. ヒノキ実生コンテナ苗の4年間の成長と下刈り年数短縮の可能性. 日本森林学会誌103:232-236 [引用]
- [5] 茂木靖和・渡邊仁志・上辻久敏・古川敦洋・中嶋守. 2013. ヒノキコンテナ苗の育成における施肥条件の違いが苗伸長量に及ぼす影響. 岐阜県森林研究所研究報告42:25-29 [引用]
- [6] 国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト. 2022. 国土数値情報(平年値メッシュデータ第3.0版); [2026.1.14 参照]. https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G02-v3_0.html [引用]
- [7] 渡邊仁志・茂木靖和. 2023. 晩秋に植栽したヒノキ実生コンテナ苗の活着と気象条件. 中部森林技術交流発表集(令和4年度):39-44 [引用]