

ヒノキの3年生コンテナ大苗の植栽工期と初期成長

—2年生コンテナ普通苗との比較—

近藤 晃¹⁾・袴田哲司¹⁾

¹⁾農林技術研究所森林・林業研究センター

Planting Efficiency and Initial Growth of Container-grown Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) saplings

Akira Kondo¹⁾ and Tetsuji Hakamata¹⁾

¹⁾Forestry and Forest Products Research Institute/Shizuoka Pref.Res.Inst.of Agri.and Forest

キーワード：コンテナ苗，ヒノキ，大苗，植栽工期，初期成長，再造林コスト

I 緒言

人工林の造成・保育には、植栽から50年生までに平均で約231万円/haの費用を要し、この内の68%に当たる156万円/haが植栽後10年間に行われる地拵え、植栽および下刈りの造林初期費用（再造林コスト）に費やされている²⁾。特に下刈りは植栽した苗木の生育を妨げる雑草を刈り払う作業で、植栽後5~6年間行われ、その経費は再造林コストの約4割を占めることから、下刈り経費の抑制が必要である。さらにニホンジカ生息地域においては防鹿柵、ツリーシェルターおよび忌避剤等、植栽木の採食害を防ぐための経費が必要となっている。このような造林初期費用を削減する方策の一つとして大苗の活用が挙げられる^{2,3)}。

大苗は植栽時の苗高が高いことから、下刈りの省力化やニホンジカによる梢端の食害対策として期待されている^{1,13)}。一方、大苗の効果を求めて苗木の苗長を大きくすれば、通常サイズの苗木より育苗期間が長くなること、また植栽時の運搬や植栽作業工期が通常サイズの苗木と比べ悪くなること、さらに風の影響などによる倒伏や活着不良といった大苗のデメリットが大きくなることが指摘されている^{5,11)}。なお、裸苗（苗畑で養苗され、出荷時には根から土壌がふるい落とされた苗）の標準規格は2年生ヒノキ苗が苗長35cm以上60cm未満と定められているが¹²⁾、規格外品である大苗については苗長等の

定めはない。このような大苗のメリットとデメリットについて、スギについては実践的な報告事例^{13,19)}はあるものの、大苗と通常に用いられる普通サイズの苗木について、その植栽工期や初期成長を比較した研究は極めて少ない³⁾。特に、近年その普及が著しいコンテナ苗について、ヒノキの大苗と普通苗とを比較した事例は見当たらない。

コンテナ苗は北欧等では1970年代よりその育苗技術が開発され、既に40年以上の歴史がある一方、わが国では2007年に初の国産コンテナ容器が製造されたばかりで、コンテナ苗の育苗および植栽の歴史は10年に満たない^{17,18)}。コンテナ苗は容器の内面にリブ（縦筋状の突起）等を設け、容器の底面を開けることで空気根切りにより根巻きを防止できる容器栽培された苗木である¹⁸⁾。裸苗は植栽適期が休眠期に限られ、成長開始前の春先か成長終了後の秋が植付け時期であるが、コンテナ苗は根系が養水分を含む培地に包まれているため成長期でも植栽することが可能で、かつコンテナ容器で根鉢がコンパクトに成形されているため、植穴を開ける専用の植栽器具を用いることで植栽工期が向上することが明らかとなっている^{6,7,18)}。

そこで本研究は、コンテナ容器で育苗されたヒノキのコンテナ大苗について、通常サイズのコンテナ苗および従来から用いられている裸苗と比較し、その植栽工期と初期成長を明らかにすることを目的として行った。

Ⅱ 材料及び方法

1 材料

試験にはヒノキ3年生のコンテナ苗（以下、コンテナ大苗）および同2年生のコンテナ苗（以下、コンテナ普通苗）および同2年生の裸苗を用いた。表1にコンテナ大苗、同普通苗および裸苗の育苗と植栽後の経過を示す。コンテナ苗は2011年4月および2012年4月に当センター苗畑の播種床に播種し、それぞれの翌年春に1年生実生苗となった稚苗をコンテナに移植したものである。コンテナ容器には、40穴のポットングトレイ（東海化成（株）製、TO-40T、幅32cm×長さ52cm）に所定の密度で配置したMスターコンテナ（Multi-Stage Adjustable Rolled Container、四国加工（株）製、コンテナサイズ：口径5cm×高さ16cm）を使用し、ココナッツハスク（トップココピートホールド、（株）トップ）と鹿沼土（小粒）とバーク堆肥（グリーンバーク、）を容積比6：3：1で混合した用土に、元肥として緩効性肥料（N:P:K=14：12：14、エコロング180日タイプ、ジェイカムアグリ（株））を用土1L当たり5g添加した培地を用いて移植した。Mスターコンテナ（以下、コンテナ）は容器の内面がダンボール状に波打っているため、根系は容器内の壁面に沿って下方向に伸長し、ポット苗のように容器内で根巻きすることがない（図1）。またコンテナ容器は灌水施設下で底面を地面等に接地しない状態で育苗することにより、開口した底面では根系が空気根切りされることが実証されている⁸⁾。2年生のコンテナ普通苗の育苗密度は、移植時に230本/m²に設定した。3年生のコンテナ大苗は2年生のコンテナ普通苗を据え置きしたもので、2013年4月に元肥と同じ緩効性肥料をコンテナ苗1本当たり3gを追肥すると共に、育苗密度は2年生時の半分の115本/m²に調整して育苗した。これらの育苗には元肥に加え、液肥（ハイポネックスN:P₂O₅:K₂O=5：10：5、1000倍液）を概ね15日間隔で葉面散布により施用した。水管理はスプ



図1 ヒノキのMスターコンテナ苗

1)左図:移植直後のヒノキコンテナ苗, 右図:コンテナ苗の根系

リンクラーで適時に灌水したが、用土の乾き具合を見ながら人手でも灌水した。裸苗は静岡県山林種苗協同組合連合会傘下の種苗生産者が育成した苗を用いた。なお、これら3種の苗木はいずれも静岡県ヒノキ精英樹採種園産種子由来の実生苗である。

2 調査地と調査方法

図2にコンテナ苗および裸苗の調査地の位置と概況を示す。静岡県伊豆の国市浮橋地内のコナラが優占する落葉広葉樹林が皆伐され、2014年3月までに植栽の支障となる枝条等を等高線方向に集積し整理する地拵えが行われた。本箇所の標高は460～480m、斜面方位は南東～南西向き、傾斜10～20度の中傾斜地である。

2014年4月17日に前述のコンテナ大苗、同普通苗および裸苗を混交して植栽した。作業には植栽経験が20年以上の2名（植栽者Aは70代、同Bは50代）が従事し、コンテナ苗を布製苗木袋に入れて持ち運び、苗木を袋から引き抜きながら植付けを行った。コンテナ苗には専用の植栽器具である宮城県農林種苗協同組合が考案、作製した宮城苗組式ディブル¹⁸⁾（重量3.25kg、丸棒長250mm、丸棒径48mm、以下、ディブル）、裸苗には唐鋏（重量1.87kg、歯長200mm、歯幅80mm）を用いて植栽した（図3）。ディブルは器具を地山に鉛直に突き刺し、踏み込みペダルに片足を乗せて体重をかけ丸棒の歯部を

表1 コンテナ大苗、コンテナ普通苗および裸苗の育苗と植栽後の経過

苗種	年月	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
植栽時苗齢		4	12 1	1 4	12 1 4	12 1 4 7 11 12 1
コンテナ大苗 3年生		● = = = = =	▲ - - - - -	△ - - - - -	■ ~ ☆ ~ ★ ~ ~ ~ ~	★ ~ ~ ~ ~ ~
コンテナ普通苗 2年生			● = = = = =	▲ - - - - -	■ ~ ☆ ~ ★ ~ ~ ~ ~	★ ~ ~ ~ ~ ~
裸苗 2年生			● = = = = =	○ = = = = =	■ ~ ☆ ~ ★ ~ ~ ~ ~	★ ~ ~ ~ ~ ~

1) ●: 苗畑へ播種, ▲: コンテナへ移植, △: 育苗密度調整・追肥, ○: 床替え, ■: 林地へ植栽, ☆: 活着調査, ★: 成長調査を示す
2) = : 苗畑における育苗, - : コンテナにおける育苗を示す。~ : 林地へ植栽後の経過を示す

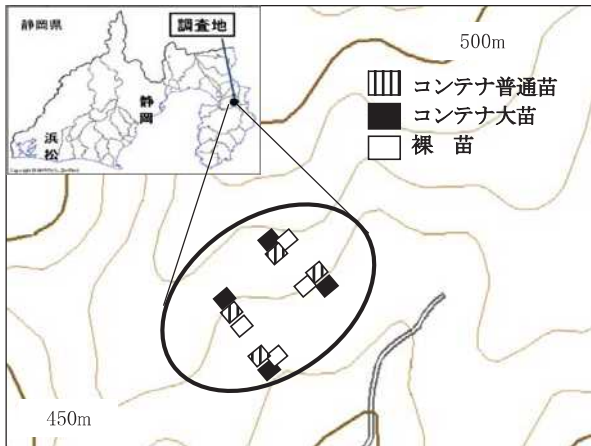


図2 コンテナ苗および裸苗の調査地の位置と概況

挿入し地山に穴開けするもので、植穴から土壌を掘り出さない方法である。植付けはこの植穴にコンテナ苗の根鉢を挿入するだけであり、風などの動揺で苗木が植穴から抜け出ないように、植付け後には苗木の地際を軽く踏み固めた。一方、裸苗は常法により植付けた。すなわち、唐鍬で裸苗の根系が入る大きさの土壌を掘り出して植穴を開け、その中に根系を広げた苗木を入れ、掘り出した土壌で埋め戻した。

各苗木の植栽工期は、各植栽者に測定者が付き添い、苗木1本ごとの作業を植付け（植穴開け、苗木袋から苗を抜き取り植穴へ苗を埋込む、苗の周囲を踏付けて固定するまでの一連作業）と移動に区分し、ストップウォッチを用いて秒単位で計測した。工期調査の数量は、ディンプルによるコンテナ大苗が58本、同普通苗が71本および唐鍬による裸苗が88本で、両植栽者が全ての苗種を植栽した。なお、作業工期の解析には苗木を植栽地まで背負子で運ぶなどの人力による小運搬は含めなかった。これは本調査地が車両でコンテナ苗を搬入可能な立地で、苗木の小運搬が不要であったためである。

次に、苗種による苗木の活着を評価するため、植栽同



図3 植栽に用いた器具

1)上:唐鍬, 中:ディンプル, 下:ポール(長さ1.0m)

年7月18日に植栽木の生存の有無を毎木調査した。さらに、植栽時、1成長期後の2014年11月25日および2成長期後の2015年12月10日に、植栽木の樹高と根元直径を測定した。成長調査に供した各苗種の数量はコンテナ大苗が110本、同普通苗が126本および裸苗が120本である。

なお、本調査地では2014年および2015年に1回/年の下刈り（全刈り）が行われている。

Ⅲ 結果 及 び 考 察

1 苗木の植栽工期

表2に供試したコンテナ苗および裸苗の初期サイズ、表3にコンテナ苗および裸苗の植栽工期における植栽者の作業時間の比較を示す。コンテナ大苗と同普通苗の植栽作業において、苗木1本当たりには要する植付け時間と移動時間には植栽者の違いによる有意な差異は認められなかった。植栽者Aおよび同Bは、共に裸苗の植栽経験は20年以上のベテラン作業員であるが、コンテナ苗の植栽については今回が初めてである。コンテナ苗は根系が

表2 供試したコンテナ苗および裸苗の初期サイズ

苗種	仕様	苗齢	苗高H (cm)		根元径D (cm)	形状比 (H/D)	苗木の重量 (F.W. g/本)
コンテナ苗	大苗	3年	75.7 ± 12.8	a	7.6 ± 1.1	a	101 ± 19
	普通苗	2年	35.3 ± 4.7	c	4.9 ± 0.7	c	73 ± 11
裸苗		2年	48.1 ± 5.3	b	6.1 ± 1.5	b	86 ± 28

1) 平均値±標準偏差を示す

2) 異なる英字間には有意差があることを示す(1元分散分析 $p < 0.01$, Scheffe $p < 0.01$)

表3 コンテナ大苗, 同普通苗および裸苗の植栽工程における植栽者の作業時間の比較

(単位:秒/本)

作業\苗種	コンテナ苗				裸苗	
	大苗		普通苗		A	B
植栽者	A	B	A	B	A	B
植付け	43±13	44±13	32±8	33±11	26±6	34±5
	ns		ns		**	
移動	6±6	5±2	5±7	4±2	12±8	6±3
	ns		ns		**	
全体	49±16	49±13	36±10	37±11	37±9	40±7
調査数	35	23	29	42	48	40
検定結果	ns		ns		ns	

1) 数値は平均±標準偏差を示す

2) 1元分散分析により, 作業時間が作業者間でnsは有意差がなく(0.05 < p), **は有意差がある(p < 0.01)ことを示す

コンパクトに成形されており, ディブルを用いて穴開け後, 根鉢を挿入するだけであるため, 植付け未経験者でも植栽工程の高いことが実証されている⁷⁾. このように作業が容易なことが両者間に差異が認められなかった理由と推測される. 一方, 裸苗を唐鋤で植栽する作業では, 植付けと移動に作業者間で相反する差異が認められたが, 苗木1本当たりの植栽時間には有意差は認められなかった. 植栽者間で苗種の違いによる植栽工程に有意な差異が認められなかったため, 両植栽者の作業時間を込みにして集計し, 図4に示した. 苗木1本当たりの植栽に要する時間は, コンテナ大苗が49±15秒(平均±標準偏差,

以下同じ)で, 同普通苗の37±11秒および裸苗の39±8秒より時間を要した. 特に, 植付けに要する時間は, コンテナ大苗43±13秒で, 同普通苗33±10秒の約1.3倍, 裸苗30±7秒の約1.4倍の時間を要していた. これは, コンテナ大苗の重量および苗高が351gと76cmで, 同普通苗の2.1倍と2.4倍, 裸苗の3.7倍と1.5倍で, 苗木の重量とサイズが大きく, 苗木の取扱いに手間取ったこと, 並びに風で苗木が動揺して倒れたり, 植穴から抜け出さないように植付け後に苗木の根元を踏み付ける作業などに時間を要したためと推測された. 鹿又ら³⁾はスギのポット大苗と裸苗(通常サイズ)の植栽工程を調査した結果, 前者は後者の1.8倍の時間を要したと報告している. また, 北海道で行われたカラマツの大苗植栽試験では, 地力の良い道沿いの林地の場合でも, 大苗植栽時間は裸苗(通常サイズ)の1.3倍を要したという¹⁵⁾.

このようなことから, 本調査地におけるコンテナ大苗の植栽工程は同普通苗の約1.3倍, 裸苗の約1.4倍を要し, 根系がコンパクトに成形された大苗仕立てのコンテナ苗といえども, ポット大苗や裸大苗と同様に, 植栽工程に関してコンテナ普通苗および裸苗に比べて劣ることが認められる. なお, 今回, 苗木の集積場所(林地保管場所)は車両が進入可能な立地でコンテナ苗の小運搬は不要であったが, 人肩による小運搬が必要な箇所では, コンテナ大苗の重量と苗長が同普通苗の2倍以上と重くかつ嵩張るため, 小運搬に要する人工もさらに増大すると予想され, 植栽工程のみならず小運搬も含めた一連の作業工程は本調査結果以上に低下するものと推測される.

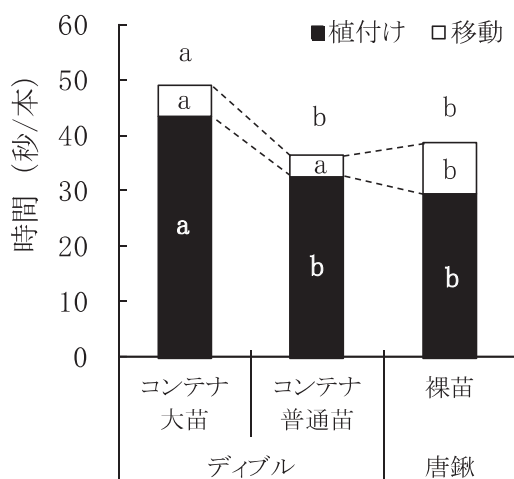


図4 コンテナ大苗, コンテナ普通苗および裸苗の植栽に関する作業時間

1) 植付け, 移動および植栽全体について, 棒中の異なる英字間には1%水準で有意差があることを示す (1元分散分析 $p < 0.01$, Scheffe $p < 0.01$)

2 植栽木の初期成長

表4にコンテナ苗および裸苗の枯損率を示す。植栽木の枯損は植栽3ヶ月後までに発生し、その後の新たな枯損は認められなかった。植栽3ヶ月後までに発生した植栽木の枯損率はコンテナ大苗が0.9%、同普通苗が0%および裸苗が5.8%で、裸苗の枯損率が他の苗種より高かった (χ^2 検定, $p < 0.05$)。培地付きであるコンテナ苗の活着が裸苗より良いというこれまでの報告^{6,18)}に関して、ヒノキのコンテナ苗についてもその結果を追認するものであった。

図5にコンテナ大苗、同普通苗および裸苗の樹高成長の経年変化を示す。植栽時の樹高はコンテナ大苗が76±15cmで最も大きく、次いで裸苗が48±5cm、コンテナ普通苗が36±7cmで最も小さく、コンテナ大苗の半分以下のサイズであった。樹高成長量は1成長期目および2成長期目ともにコンテナ普通苗が最も大きく、1成長期目は38±14cm、2成長期目は54±13cmであった。一方、コンテナ大苗のそれは1成長期目が16±10cm、2成長期目が43±14cmで、ともにコンテナ普通苗より小さく、特に1成長期目の値は半分以下であった(1元分散分析 $p < 0.01$, Scheffe $p < 0.01$)。植栽時に異なっていた樹高は、2成長期目を終えた時点で、コンテナ大苗が132±27cm、同普通苗が126±27cmおよび裸苗が126±24cmで、苗種間には有意な差異は認められなくなった(1元分散分析 $0.05 < p$)。スギについて、ポット大苗(苗高87cm)、裸大苗(同96cm)およびコンテナ苗(同43cm)を植栽して、その樹高成長を比較した調査では、植栽4年後の樹高はそれぞれ307cm、296cmおよび293cmで、植栽時の苗高差は無くなっていったという¹⁶⁾。

図6にコンテナ大苗、同普通苗および裸苗の直径成長の経年変化を示す。直径についても樹高成長と同様で、植栽時はコンテナ大苗が最も大きく、次いで裸苗、コンテナ普通苗の順であったが、樹高と同様に1成長期目および2成長期目の成長量はともにコンテナ普通苗が最も大きく、コンテナ大苗の成長量は1成長期目に最も小さかった(1元分散分析 $p < 0.01$, Scheffe $p < 0.01$)。

表4 コンテナ苗および裸苗の枯損率

苗種	枯損数(本)	調査数(本)	枯損率(%)
コンテナ大苗	1	110	0.9
コンテナ普通苗	0	126	0.0
裸苗	7	120	5.8
χ^2 検定			*

1) *は苗種間に有意差($p < 0.05$)があることを示す

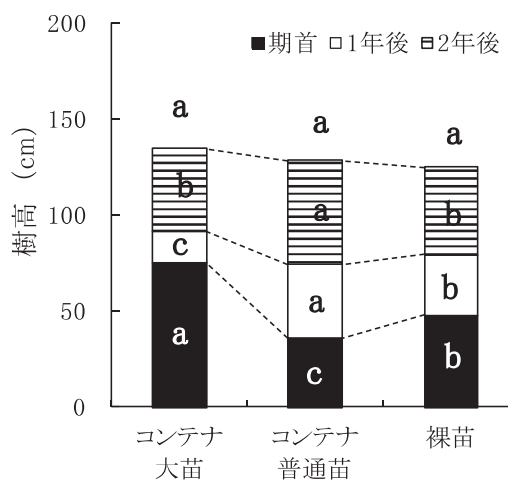


図5 コンテナ大苗、同普通苗および裸苗の樹高成長の経年変化

- 1) 苗種ごと、各年次の樹高に関して、異なる英字間には1%水準で有意差があることを示す (1元分散分析 $p < 0.01$, Scheffe $p < 0.01$)
- 2) 植栽日は2014年4月17日、調査日は2014年11月25日および2015年12月10日である

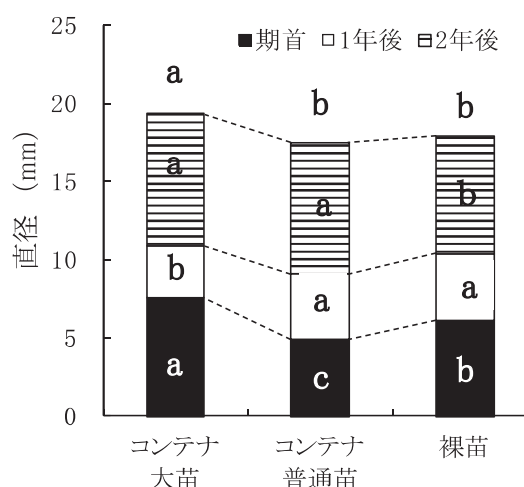


図6 コンテナ大苗、同普通苗および裸苗の直径成長の経年変化

- 1) 苗種ごと、各年次の直径に関して、異なる英字間には1%水準で有意差があることを示す (1元分散分析 $p < 0.01$, Scheffe $p < 0.01$)
- 2) 植栽日は2014年4月17日、調査日は2014年11月25日および2015年12月10日である

2成長期目を終えた時点で、コンテナ大苗は同普通苗および裸苗よりは大きいものの、植栽時の直径サイズの差異はコンテナ大苗と同普通苗の比較では縮小していた。

図7にコンテナ大苗、同普通苗および裸苗の形状比(樹高/根元径)の経年変化を示す。植栽時の形状比はコンテナ大苗が100±23で最も大きく、裸苗が86±28、コンテナ普通苗が74±13で、コンテナ大苗の形状比が大きかったが(1元分散分析 $p < 0.01$, Scheffe $p < 0.01$)、植

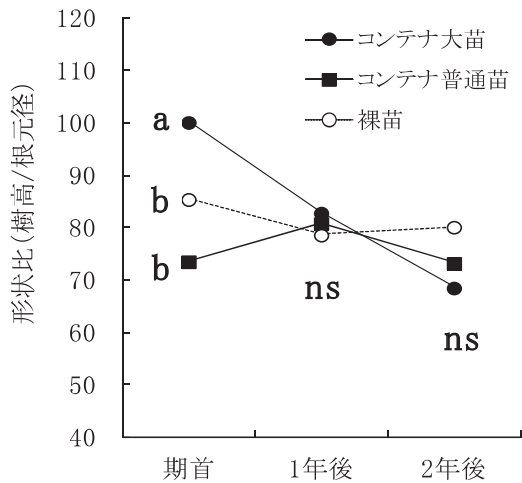


図7 コンテナ大苗、同普通苗および裸苗の形状比の経年変化

1) 各年次の形状比に関して、異なる英字間には5%水準で有意差があり(1元分散分析 $p < 0.05$, Scheffe $p < 0.05$), nsは有意差がないことを示す(1元分散分析 $0.05 < p$)

栽1成長期後にはいずれの形状比も80前後に収束し有意な差異は認められなかった。形状比は樹高と直径の比率で、その値が大きいほど樹体の支持力が弱く、樹体の上部の重みに対して主幹の剛性が小さいため苗木が傾いたり、倒伏したりする傾向が強い^{7,11)}。このため、形状比の大きな個体は樹体バランスを保つため、同化物を伸長成長より肥大成長に資源配分するといわれる²⁰⁾。裸苗では形状比の値50~70が優良苗の指標として望ましいとされている^{9,20)}。コンテナ苗の形状比の適正值が裸苗と同ーか不明であるが、その値が小さいほどガッチリとした苗である。このことから植栽時の形状比が最も大きなコンテナ大苗の樹高成長量が抑制された一方で、形状比が最も小さな同普通苗の樹高成長量が優れていたと推測される。

大苗を植栽する目的は、下刈り省略とニホンジカ採食害対策に貢献することである²¹⁰⁾。下刈りは植栽した苗木の生育を妨げる雑草木を刈り払う作業で、その可否の判断は雑草木の種類や繁茂の程度など立地条件で異なる。本調査地では前生樹の伐根からの萌芽枝の再生が旺盛で、植栽2年後の時点におけるコンテナ大苗は雑草木に被圧されており、未だ下刈りが不要となる樹高ではない。またニホンジカが植栽木の梢端を採食する高さは160cm程度までと報告されている¹⁴⁾ことから、採食害対策としても不十分な樹高である。このようなことから、コンテナ大苗の樹高について、植栽時サイズがコンテナ普通苗の2倍程度あっても、その初期成長が劣ることから、本試験に用いたサイズの大苗植栽ではその優位性は認められないことが示される。

なお、大苗の育苗技術は確立しておらず、試行的に行われていることが多い⁴⁷⁾。今回のように2年生コンテナ普通苗を、そのまま据え置きして3年生コンテナ大苗にした場合、コンテナ容器内の根系現存量(R)に対する苗木の地上部現存量(T)の比率(T/R率)は、コンテナ容積(約300ml)が一定のことから、その値は2年生のコンテナ普通苗より3年生コンテナ大苗の方が大きくなると推測される。一般にT/R率は苗木の良否を判別する有効な指標と考えられており、裸苗ではその値が6.0以下で小さいほど良いとされる²⁰⁾。このようなことから、3年生コンテナ大苗の根系は限られたコンテナ培地の容積内で成長しているため、2年生コンテナ普通苗に比べて根系が硬く詰まっていることが観察される。このような根詰まり現象が植付け後の初期成長に影響したことも一因と考えられる。しかしながら、地上部の成長に合わせて地下部のコンテナ容量を調整するには、より大きなコンテナ容器に植え替える必要があり、その育苗コストはさらに嵩むと共に、培地量の増加で苗重量がより重くなり、小運搬や植栽工程がますます劣ると推測される。このようなことから、本試験に用いた3年生のヒノキコンテナ大苗は再造林コストの削減には有効でないと考える。

IV 摘要

大苗は下刈りの省略とニホンジカの採食害対策に貢献することが指摘されている。そこで、ヒノキの3年生コンテナ大苗について、その植栽工程と初期成長を常用されている2年生コンテナ普通苗および2年生裸苗と比較し、コンテナ大苗の有効性について検討した。その結果、コンテナ大苗の苗重と苗長はコンテナ普通苗の2倍以上と重くかつ嵩張るため、植栽工程は約1.3倍を要した。コンテナ大苗および同普通苗は裸苗より植栽後の枯損率が低く活着は良好であった。コンテナ大苗の植栽時の樹高は同普通苗の約2倍であったが、樹高成長量が劣るため植栽2年目には樹高差があったコンテナ普通苗と同サイズになった。このことから、2年生コンテナ普通苗を据え置きした3年生コンテナ大苗は、育苗期間が1年間長いために育苗経費が嵩むこと、植栽工程が劣るために植栽経費が嵩むこと、並びに樹高成長量が劣るために下刈り省略と採食害対策に貢献しないことが示され、ヒノキのコンテナ大苗は再造林コストの削減には有効でないと考える。

V 謝辞

本研究を進めるにあたり、植栽地の提供および成長調査に協力を賜った森林総合研究所森林整備センター静岡水源林整備事務所の柚木孝文様、並びに植栽工程調査に協力を賜った農林技術研究所森林・林業研究センター研究員各位には深甚なる感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 堀江哲三 (1980) : 大苗造林による育林作業の省力化に関する研究. 日林関西支講31, 27~30.
- 2) 鹿又秀聡 (2014) : 再造林の低コスト化を進めていくために—国産材の安定供給を目指して—. 木材情報283, 13~16.
- 3) 鹿又秀聡・矢部恒晶・重永英年・野宮治人・齋藤英樹・荒木眞岳 (2011) : スギ大苗植栽のコスト分析. 日林会121, L27.
- 4) 川村英人・堺俊彰・吉村武志 (2003) : 大苗造林によるシカ食害対策に関する研究. 徳島森研報2, 1~4.
- 5) 北原文章・渡辺直史・光田靖・山川博美・酒井敦・垂水亜紀 (2013) : スギ植栽木の成長と下刈り対象木の競合状態との関係. 森林応用研究22, 1~6.
- 6) 近藤晃・袴田哲司・山田晋也・伊藤愛・山本茂弘 (2015) : コンテナ苗の植栽作業工程に及ぼす植栽器具と作業者の影響. 中部森林研究63, 111~114.
- 7) 近藤晃・伊藤愛・山本茂弘・望月靖郎 (2014) : 高密度で育苗したスギ培地付き大苗の形態と初期成長. 中部森林研究62, 25~28.
- 8) 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 (1) 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63, 78~80.
- 9) 宮崎 榊 (1966) : 苗木育成法. 高陽書院, 東京. 470pp.
- 10) 野宮治人・重永英年・矢部恒晶 (2013) : 無下刈りによるシカ採食害の軽減とスギ苗の成長低下. 九州森林研究66, 54~56.
- 11) 野宮治人・山川博美・重永英年・平田令子・伊藤哲・園田清隆 (2016) : スギポット大苗植栽後1年間の主軸の傾きと活着に対する支柱の効果. 日林誌98, 20~25.
- 12) 静岡県 (2011) : 林業用苗木規格付基準.
- 13) 田淵隆一 (1996) : 高知・山本山林 大苗造林のその後. 林業技術649, 25~27.
- 14) 上山泰代 (1990) : シカの被害防除に関する研究 (VII) 下刈り省略による造林木のシカ被害軽減効果. 日林関西支講41, 23~26.
- 15) 宇都木玄 (2015) : 低密度植栽と大苗植栽. 季刊森林総研29, 8~9.
- 16) 渡辺直史・北原文明・酒井敦 (2015) : 大苗低密度植栽. 下刈り省力でコスト減 (1). 近畿・中国四国の省力再造林事例集, 38~39.
- 17) 山田健・遠藤利明・落合幸仁・佐々木尚三 (2010) : 国産樹種のコンテナ育苗技術の開発. H22年版研究成果選集, 森林総研, pp.40~41.
- 18) 山田健・宮城県伐採跡地再造林プロジェクトチーム・三樹陽一郎・ノースジャパン素材流通協同組合 (2015) : コンテナ苗 その特徴と造林方法. 全国林業改良普及協会, 東京, 144pp.
- 19) 安永邦輔 (1987) : 充実大苗による無下刈り造林. 林業技術545, 20~23.
- 20) 全国林業改良普及協会 (1983) : スギのすべて. 全国林業改良普及協会, 東京, 632pp.