

東信地方におけるカラマツコンテナ苗の活着と初期成長

城田徹央¹・松山智矢²・大矢信次郎³・岡野哲郎¹・大塚 大⁴・
齋藤仁志¹・宇都木玄⁵・壁谷大介⁵

¹ 信州大学学術研究院農学系

² 信州大学農学部

³ 長野県林業総合センター

⁴ 信州大学大学院農学研究科

⁵ 森林総合研究所

要 旨

降水量の少ない地域へのコンテナ苗の導入事例として、長野県御代田町におけるカラマツコンテナ苗の活着と初期成長を1年間調査した。活着率は65%から72%の範囲にあり、既報と比べて著しく低い値であったものの、裸苗の30%から40%という値を大きく上回った。1年目の直径成長速度は裸苗よりもコンテナ苗で大きかったが、樹高成長速度は変わらなかった。このときのコンテナ苗の樹高成長速度も5~15cm/年と既報より小さな値であった。これらの活着の悪さと初期成長の低さは、乾燥した気候においてプランティングショックが強く表れた結果であると考えられた。

キーワード：低コスト造林，乾燥ストレス，プランティングショック，雑草木，御代田町

はじめに

木材価格の低迷により林業収支が悪化したわが国の林業において、経営の健全性を確保するためには生産性向上による低コスト化が必須課題である¹⁹⁾。これまで路網密度の高度化，機械化によって伐採搬出作業の低コスト化が推進されてきたが²¹⁾，伐採までの育林経費のうち7割が植栽後10年程度に行われる初期保育に必要とされているため²⁰⁾，地拵え，苗木育成，植栽，下刈りなど初期保育のコスト削減は緊急性の高い課題である²¹⁾。

近年，伐採と造林を一貫して行う一貫作業システムによる機械化と低コスト化の提案がなされているが¹⁴⁾，これは年間を通じて植栽可能なコンテナ苗の導入が前提となっている^{6,15)}。コンテナ苗とは，マルチキャビティコンテナやMスターコンテナという底に空隙のあるプラスチック製容器で育成された培土付き苗のことであり，この空隙により自動的に根の成長が停止することで根巻の心配が無くなるため，活着状態が良好である¹⁾。一般にコンテナ苗は植栽効率が高く，活着に優れ，初期成長も早く，季節を問わず植栽可能であることが利点であるとされるが²⁰⁾，裸苗と比較した実証試験ではいくつかの例外も

報告されている^{2,4,8,13,26,30)}。すなわちコンテナ苗の導入結果には樹種や地域性，気象・立地条件と関連すると考えられる変動がみられ，これらを考慮した実証試験がさらに必要と考えられる^{14,27)}。

長野県の中部地域は中部山岳域に囲まれた内陸性の土地であり，季節風の影響が少ないため降水量が少なく低湿度であり，高標高であるため気温も低いことが気象条件の大きな特徴である²⁸⁾。一般に，植物の移植時にはプランティングショックにより生理的な障害が生じ，これに乾燥ストレスが加わると著しい成長阻害や枯死が生じる^{5,22)}。根系に培土が付着しているコンテナ苗であっても，降水量が少ない条件で植栽された場合には活着率が著しく低下することや²⁶⁾，初年度の樹高成長が平均1cmを下回ることが報告されている²⁴⁾。したがって，長野県の乾燥した地域ではコンテナ苗の活用が困難である可能性も否定できない。しかしながら，これまでにカラマツコンテナ苗に関する研究事例は北海道と東北に限定されており^{2,10,16,25,26)}，長野県における実証試験は少ない¹⁷⁾。そこで本研究では，長野県東部の御代田町において，カラマツコンテナ苗の活着と初期成長を調査し，その有用性を検討した。

受付日 2015年12月21日

受理日 2016年2月12日

試験地と方法

試験地は長野県御代田町に位置する浅間山国有林2030林班へ小班であり(図1), 2014年10月, この小班において車両系林業機械を用いた伐採造林一貫作業が行われた。面積は2.3ha, 主要樹種は69年生カラマツであり, その平均樹高は26.9m, 平均胸高直径は32.7cmであった¹⁸⁾。試験地に最も近い気象観測地である軽井沢の年降水量は1242mm, 年平均気温は8.2℃, 最大月積雪深は28cmである¹¹⁾。

この小班に40m×40mの方形プロットが3つ設置された。プロットAは西向きの平衡斜面, プロットBは南西向きの湿潤な凹型斜面, プロットCは南西向きのやや凸型の乾燥した緩斜面である。それぞれのプロットにコンテナ苗約240本, 裸苗160本が植栽密度2500本/haで植栽された¹⁸⁾。コンテナ

苗は150ccのマルチキャビティコンテナで育成されたものであり, 規格サイズは苗長45cm, 基部直径4.0mmである。これに対し, 裸苗の規格サイズは苗長52cm, 基部直径7.8mmである。コンテナ苗は5つの植栽器具(唐鋤, 改良唐鋤, ディブル, スペード, プランティングチューブ)を用いて植栽され, 裸苗は唐鋤を用いて通常通りの植栽方式である「丁寧植え」と簡素で効率的な植栽方法である「一鋤植え」の二通りによって植栽された¹⁸⁾。なお, 改良唐鋤とは, 細長い根鉢を持つコンテナ苗を効率よく植栽するため, 苗の形状を合わせてその幅を削減し, 同時に軽量化を図ったものである。それぞれの植栽方法に用いられた苗の本数を表1に示す。なお本試験地における植栽功程調査によると, コンテナ苗と一鋤植えの裸苗の植え付け効率がほぼ等しく, 丁寧植えの裸苗のそれは約半分であった¹⁸⁾。

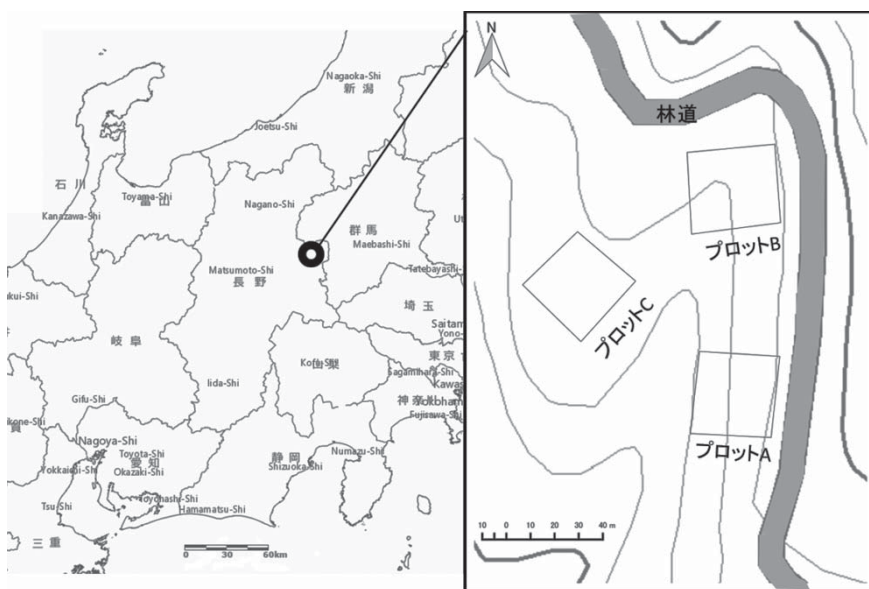


図1. 試験地概況

プロットA, BおよびCは, それぞれ平衡斜面, 谷および尾根に位置し, 土壌の乾燥状態が異なる。

表1. 各プロットにおける調査苗の本数

苗タイプ	植栽方法	プロット			総計
		A	B	C	
裸苗	丁寧植え	80	50	49	179
裸苗	一鋤植え	80	63	98	241
コンテナ苗	唐鋤	52	38	48	138
コンテナ苗	改良唐鋤	53	44	48	145
コンテナ苗	ディブル	52	40	48	140
コンテナ苗	スペード	52	42	48	142
コンテナ苗	プランティングチューブ	52	42	48	142
総計		421	319	387	1127

苗は2500本/haの密度で植栽された。

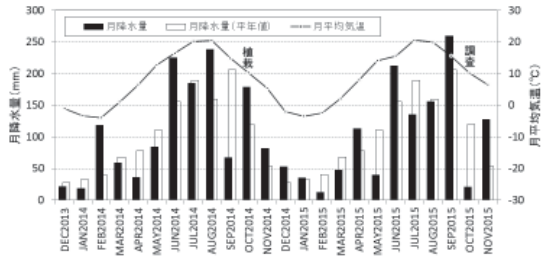


図2. 軽井沢の月降水量および月平均気温
気象庁ホームページ¹¹⁾より作成。

植栽後、2015年10月に生残および初期成長の調査を行った。調査項目は、生残、地際直径（地上から5 cm）、樹高、雑草木との競合状態である。雑草木との競合状態とは、苗の樹高を基準として4段階で評価され、雑草木の高さが苗の樹高の半分以下である場合をCS1、半分以上であるが苗木の梢端が露出している場合をCS2、雑草木の高さが苗の樹高とほぼ等しい場合をCS3、苗の樹高を明らかに上回っている場合をCS4とするものである¹²⁾。

伐採造林一貫作業前の2014年の降水量はほぼ平年並みであったが、2015年は4月、6月および9月に平年の降水量を上回り、5月、7月および10月に平年の降水量を下回り、という不規則なパターンを示した（図2、気象庁ホームページ¹¹⁾より描画）。その結果、6月と9月に降水量のピークが高く現れ、その間乾燥する内陸性気候特有のパターンが、より顕著に顕れた年であった。このことから本試験地においては、まとめて乾燥した期間が特に夏季に生じていたといえる。

活着率の違いについては、活着・枯死とプロット間の分割表または活着・枯死と苗タイプ間の分割表を作成し、 χ^2 検定を行った。ただし分割表に5以

下の数が含まれる場合には Fisher の正確確率検定によって判定した。

直径（mm）および樹高（cm）については生残個体を対象として解析した。まず時系列分散分析を用いて、年、プロット、植栽方法の影響を検討した。次に、直径成長速度（mm year⁻¹）、樹高成長速度（cm year⁻¹）、直径成長率（year⁻¹）および樹高成長率（year⁻¹）を求め、プロットと植栽方法の二要因分散分析と多重比較検定（Tukey-Kramer 法、 $p = 0.05$ 水準）を行った。ここで、それぞれの成長率は自然対数値の変化速度： $[\ln(X_{t+\Delta t}) - \ln(X_t)] / \Delta t$ によって算出された。

競合状態の違いについては、競合状態とプロット間の分割表または競合状態と苗タイプの分割表を作成し、 χ^2 検定を行った。ただし分割表に5以下の数が含まれる場合には Fisher の正確確率検定によって判定した。

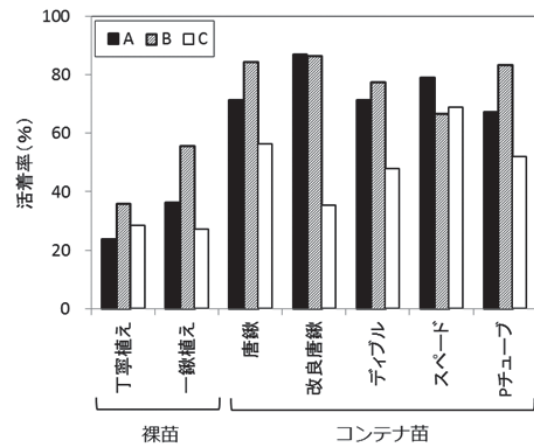


図3. 各プロットにおける植栽方法による活着率の違い

表2. 各プロットおよび各植栽方式の活着率の平均値

要因	因子	反復数	活着率		多重比較	
			平均	標準誤差		
プロット	A	7	62.2	8.8	a	
	B	7	69.9	7.0	a	
	C	7	45.2	5.8	b	
植栽方式（苗タイプの違いを含む）	裸苗	丁寧植え	3	29.4	3.6	b
		一鍬植え	3	39.7	8.3	ab
	コンテナ苗	唐鍬	3	70.5	8.1	a
		改良唐鍬	3	69.5	17.1	a
		ディブル	3	65.5	9.0	ab
		スペード	3	71.4	3.8	a
		Pチューブ	3	67.6	9.0	a

それぞれの要因内で同じアルファベットの付された値は5%水準で統計的に有意に異なるない（Tukey-Kramer 法）。

結 果

1. 活 着 率

図3に各プロットにおける植栽方法ごとの活着率を示した。それぞれのプロットおよび3プロット全体において植栽方法による活着と枯死の割合が変化していた (χ^2 検定, $p < 0.001$)。さらに植栽方法をプールしたデータを用いてプロット間で活着率を比較したところ, 有意に異なっていた (χ^2 検定, $p < 0.001$)。そこで活着率について, プロットと植栽

方法を因子とする反復のない二元配置分散分析を行ったところ, プロット間 ($F = 9.3, p = 0.004$) と植栽方法間 ($F = 7.3, p = 0.002$) で有意な違いが認められた。それぞれの要因に対し, 多重比較を行ったところプロット C の活着率がプロット A および B より有意に低いこと, 植栽方法による違いはあるものの, コンテナ苗同士, 裸苗同士では有意な差がないことが明らかにされた (表2)。

2. 成 長

図4に植栽時および1年目計測時における基部直

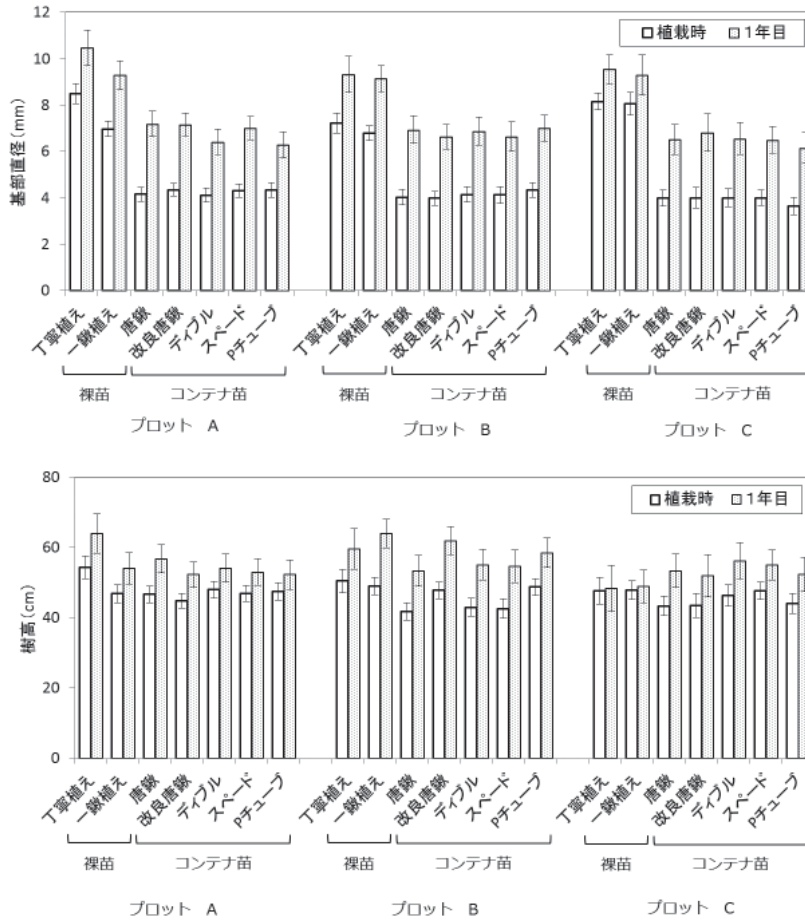


図4. 基部直径および樹高の推移
バーは95%信頼区間を示す。

表3. 直径と樹高に関する時系列分散分析の結果

要因	直径		樹高	
	F 値	p 値	F 値	p 値
切片	17863.7	<0.001	21381.2	<0.001
プロット	3.1	0.047	6.7	0.001
植栽方式	135.5	<0.001	2.3	0.035
プロット×植栽方式	2.7	0.001	4.0	<0.001
年	1599.7	<0.001	352.5	<0.001
年×プロット	2.6	0.078	13.6	<0.001
年×植栽方式	5.1	<0.001	1.3	0.238
年×プロット×植栽方式	1.3	0.218	1.9	0.035

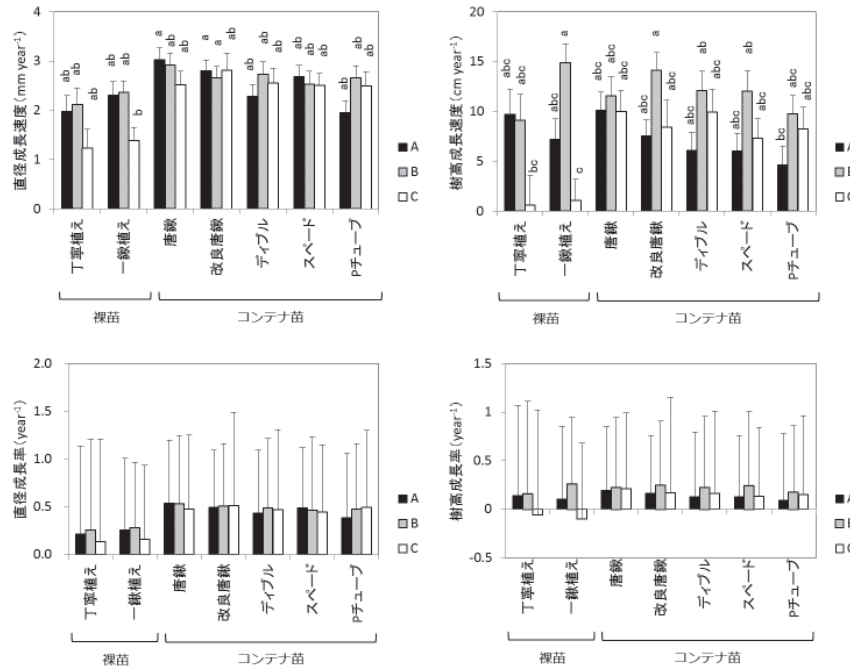


図5. 直径および樹高の成長速度と成長率

バーは標準誤差を示す。直径成長速度および樹高成長速度について、同じアルファベットの付された値は5%水準で統計的に有意に異なるない (Tukey-Kramer法)。直径成長率および樹高成長率については値の間に5%水準で有意な違いは認められなかった。

表4. 直径および樹高の成長に関する分散分析の結果

要因	直径成長速度		樹高成長速度		直径成長率		樹高成長率	
	F 値	p 値	F 値	p 値	F 値	p 値	F 値	p 値
切片	1599.7	0.000	334.5	<0.001	10.4	0.001	2.9	0.089
プロット	2.6	0.078	13.7	<0.001	0.7	0.498	0.7	0.520
植栽方式	5.1	<0.001	1.5	0.188	0.9	0.510	0.7	0.635
プロット×植栽方式	1.3	0.218	1.9	0.031	0.7	0.709	0.8	0.670

径および樹高を示した。時系列分散分析を行ったところ、直径および樹高にプロット、植栽方式およびその交互作用が検出された (表3)。95%信頼区間から判断する限り、植栽時の樹高および基部直径は裸苗の方がコンテナ苗よりも大きかった (図4)。年による違いは直径、樹高ともに高度に有意であり、部分的に枯れ下がり等が起きているにも関わらず、全体的には成長していることが明らかにされた (表3)。

図5に直径成長速度、樹高成長速度、直径成長率および樹高成長率を示した。また、それぞれに対するプロットと植栽方法の二元配置分散分析の結果を表4に示した。直径成長速度はプロット間の影響を受けず、植栽方式の影響を強く受けていた。多重比較の結果を見ると裸苗がコンテナ苗よりも小さい傾向があったが、裸苗同士およびコンテナ苗同士の植栽方法による差は認められなかった (図5)。

樹高成長速度は多くのケースで15cm以下であった。樹高成長速度にはプロットによる効果が最も強く検出され、次いでプロット×植栽方法の効果が検出された (表4)。多重比較の結果、凹地形のプロットBで樹高成長が高かったことがプロット間差に表れたものとみなせた (図5)。同じプロットでは裸苗同士およびコンテナ苗同士の植栽方法による違いは認められなかったが、裸苗においてプロットCの樹高成長量がより低かったことにより、プロット×植栽方法の効果が検出されたと考えられた (図5)。

直径成長率および樹高成長率については、いずれの要因も効果が検出されなかった (表4)。

3. 競合状態

図6に競合状態の出現頻度を相対値で示した。ほとんどのプロット、植栽方法においてもCS4が7割を超えており、その一方でCS1またはCS2と

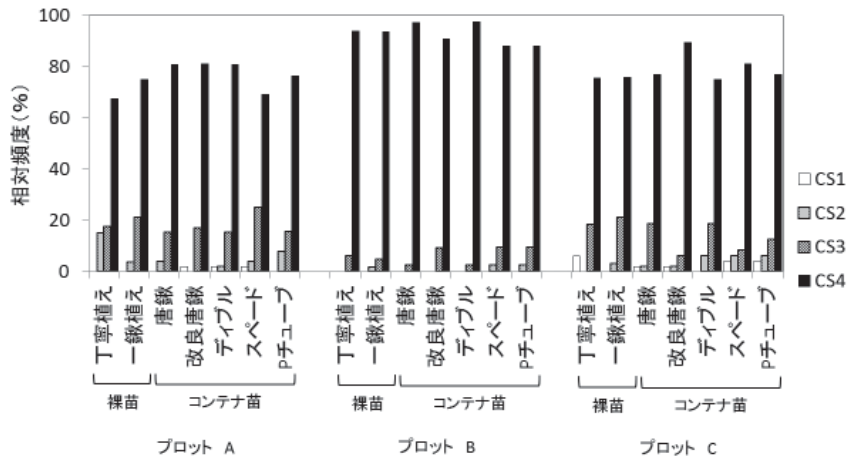


図 6. 競合状態の頻度分布

いうものは極めて少なかった。そこで CS3以下と CS4の2グループに分け、その構成が植栽方法やプロットによって異なるか検討した。全てのプロット ($p = 0.414$, B : $p = 0.476$, C : $p = 0.516$) において植栽方法による違いはいずれも有意でなかった (Fisher's exact test)。そこで植栽方法の異なるものをプールして、プロット間で比較したところ有意な差が検出された (χ^2 検定, $p < 0.001$)。個別に比較したところ、プロット A と B の間 (χ^2 検定, $p < 0.001$) およびプロット B と C の間 (χ^2 検定, $p < 0.001$) には有意な違いが認められたが、プロット A と C の間には違いが認められなかった (χ^2 検定, $p = 0.318$)。すなわち、競合状態は植栽方法によって影響を受けない一方で、プロット B でプロット A および C よりも高くなっていた。

考 察

1. コンテナ苗の活着と初期成長

本試験地におけるコンテナ苗の活着率は65%から72%の範囲にあった (表 2)。これまでに報告されているコンテナ苗の活着率を取りまとめところ、90%以上となるケースが大半を占めていた (図 7)。カラマツコンテナ苗についても、北海道の事例で 78%²⁶⁾、長野県長野市の事例で78%および70%¹⁷⁾と低い値が示されているものの、大半は90%以上であり^{2,10,24)}、これらと比較して本研究の結果は著しく低いケースとして位置付けられる。これは5月および7月から8月にかけての降水量が十分でなく (図 2)、例年以上に強い乾燥ストレスが継続したことに起因する可能性がある。

裸苗と比較した場合、コンテナ苗の成長は直径成長において優れているが、樹高成長ではプロットに

よってコンテナ苗の方がやや優れていた。これまでの報告を見るといずれの成長についても優れるとする報告^{2,9,30)}がある一方で、樹高成長のみが優れるか同程度で、直径成長は劣るとする報告もある^{2,4,8,13)}。このように異なる成長パターンが混在する中、本研究のパターンは、活着率同様、長野県長野市のカラマツの事例¹⁷⁾と一致していた。

樹高成長速度に着目すると、岩手県の事例では約10cm/年、約17cm/年および約30cm/年¹⁰⁾、約30cm/年¹⁶⁾という値が報告されている。これに対し、長野県長野市の事例では約5cm/年と極めて小さい¹⁷⁾。本研究では大半が5cmから10cmの範囲にあり、長野県長野市の事例¹⁶⁾と同様に小さな部類に入る。すなわち、この活着率の低さや初年度成長の悪さは本地域の特性である可能性がある。

一般に植栽直後には根系の通水抵抗が増大し、プランティングショックと呼ばれる成長の停滞や損傷・枯死を生じさせる^{5,22)}。特に乾燥条件ではその

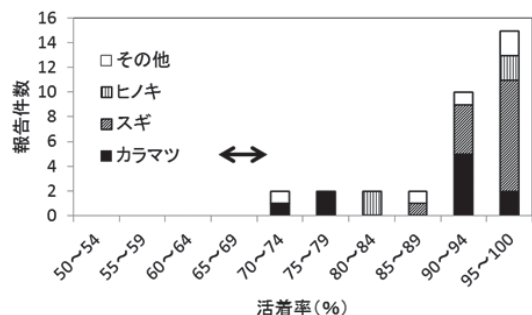


図 7. これまでに報告されたコンテナ苗の樹種別活着率の頻度分布

13の既報論文^{2,4,7,8,10,13,17,18,25,26,29,30,31)}に掲載されている33件の事例を参照した。植栽後の年数の違いは考慮されていないが大半が1年目の結果である。矢印の範囲は本研究のカラマツコンテナ苗の活着率の結果を示す (表 2)。

影響が大きく、長野県信濃町において観察された極度の成長停滞もこれが原因と考えられている²⁴⁾。一方で、平田ら(2014)はコンテナ苗と裸苗の根系の発達を計測し、T/R比が低下し根系への分配が多くなるが、翌年にはT/R比が上昇することを報告している⁴⁾。この現象は、一時的に乾燥ストレスにおかれる苗が根系への分配を優先的に行う順応的応答として理解される⁴⁾。本試験地においても、植栽後1年目ではプランティングショックにより低い成長を示したものの、この期間に根系への分配などの順応的応答が行われるのであれば、翌年には成長が回復する可能性がある。長野県信濃町の事例では、1年目はほとんど樹高成長が見られなかったが、2年目に大きな樹高成長を示していた²⁴⁾。一方で、長野県長野市のカラマツの事例では、1年目から2年目へと活着率が低下し続けたものの、生残個体の成長は2年目に回復した¹⁷⁾。本試験地でも地上部の成長が芳しくないこの一年間に乾燥ストレスへの順応的応答が行われていた可能性があり、今後成長の回復が認められる可能性もあるため、さらに継続調査によって検証する必要がある。

2. 雑草木との競合

本試験地では雑草木との競合状態がCS4となるものが大半であったことから(図6)、ほとんどの苗がその頂端を被圧されていることになる。競合状態が激しくなると苗の成長は低下する^{12,23,24)}。したがって競合状態をリセットする下刈り作業は、成長の改善という観点から重要な役割を持つ³⁾。しかしながら、下刈り作業はコスト削減の重要なターゲットでもあることから²¹⁾、その必要性と方法については今後データを積み重ねて慎重な議論を行う必要があると考えられる。

本試験地において樹高成長はプロットBで大きくなる傾向が認められたが(図5)、同時にこのプロットBでは競合状態も高くなっていた(図6)。すなわち全体的に乾燥した立地条件の中で、谷地形を含むこのプロットでは苗の活着や成長が優れる一方で、周囲の雑草木の成長も旺盛であったことを示している。プロットBで相対的に競合状態が高い原因は、苗の成長が他のプロットよりも良好であることを考慮すれば、まず雑草木の成長が旺盛なこと、次に雑草木の種組成が他と異なっており高茎の植物が多いこと、あるいはその両方が考えられる。このカラマツ林においては伐採前に林床の低木層が発達していたことから、これらが萌芽更新を急速に行っていた可能性もある。いずれにしても雑草木の種組

成の違い、更新様式の違いを立地環境という視点から改めて解析する必要性が指摘される。

3. 裸苗に対するコンテナ苗の優位性

以上のように本試験地の活着率と成長速度は、他の試験地の結果よりも低く、雑草木との競争という観点からも優位性を損なっている。一方で、コンテナ苗の活着率と直径成長速度が裸苗のそれを上回るという結果を得た。裸苗と比べ、最初から根鉢が形成されているコンテナ苗の特性が有利に働いたものと考えられる。活着率に差がないという報告^{4,8,16,31)}や、成長に完全な優位性を認めない^{2,4,8,13)}という報告も多いことを考慮すると、本試験地のように強い乾燥ストレス下の方が裸苗に対するコンテナ苗の優位性が顕れやすいのかもしれない。樹高成長速度にプロット間と苗のタイプの交互作用が検出され(表4)、特に裸苗とコンテナ苗の成長速度の格差が、活着率の低い乾燥しがちなプロットCにおいて広がっていることも(図5)、この仮説を支持している。現段階では裸苗よりもコンテナ苗の方が、その苗木代に起因してコストが大きい¹⁸⁾、乾燥ストレスを受けやすい気候条件下にあってはこのようなコンテナ苗の優位性にも着目すべきであろう。

植栽方法による違い

本研究では活着率や成長にコンテナ苗と裸苗の差はあるものの、それぞれの植栽方法による差は同じプロット内では認められなかった(表2, 図4, 5, 6)。長野県信濃町のスギの事例では裸苗の丁寧植えが一鍬植えより優れた成績を収めているものの²⁴⁾、本試験地ではいずれも活着率が低く、また成長も悪かったため、有意な違いが得られなかったのかもしれない。一方でコンテナ苗の植栽機器による活着率と初期成長に大きな違いは認められなかった。これらの植栽機器による植栽作業効率には有意な差が認められているため¹⁸⁾、植栽作業効率を主眼に捉えて植栽機器を選定する方が好ましいということを示している。加えて、コンテナ苗植栽用に開発された改良唐鍬が通常の唐鍬と変わらない活着や成長を示すことは、この技術開発の有効性を支持する結果である。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり中部森林管理局森林整備課および東信森林管理署から手厚い支援を受けた。試験地の設定は2014年度に信州大学農学部造林学研究室および森林施業・経営学研究室に在籍した

学生・院生の、成長量調査は2015年度に同造林学研究室に在籍した学生・院生の協力によって行われた。ここに記して感謝の意を表す。なお、本研究の一部は、(独)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緊急展開事業」のうち「林業の省力化・低コスト化等を可能とする技術体系」により実施された。

引用文献

- 1) 遠藤利明・山田健 (2009) JFA-150コンテナ育苗・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, pp.74-90
- 2) 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
- 3) 平岡裕一郎・重永英年・山川博美・岡村政則・千吉良治・藤澤義武 (2013) 下刈り省略とその後の除伐がスギ挿し木クローンの成長に及ぼす影響. 日本森林学会誌95: 305-311
- 4) 平田令子・大塚温子・伊藤哲・高木正博 (2014) スギ挿し木コンテナ苗と裸苗の植栽後2年間の地上部成長と根系発達. 日本森林学会誌96: 1-5
- 5) 池田武文・須崎民雄・村上能崇 (1988) 移植後の樹木木部の水分通導性の変化と木部の解剖学的観察. 日本林学会誌70: 395-402
- 6) 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
- 7) 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
- 8) 岩田若奈 (2015) スギコンテナ苗の植栽工程と植栽1年後の成長. 島根県中山間地域研究センター研究報告11: 39-44
- 9) 金澤巖 (2012) コンテナ苗木生産と低コスト造林. 現代林業555: 23-30
- 10) 木戸口佐織 (2011) カラマツコンテナ苗の普及に向けた植栽実証試験はじまる. 岩手の林業649: 2-3
- 11) 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12月20日)
- 12) 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. 応用森林研究22: 1-6
- 13) 宮下智弘・渡部公一 (2014) 植栽時に地中に施肥したスギコンテナ苗と裸苗の活着および1成長期間の成長促進効果. 東北森林科学会誌19: 22-26
- 14) 中村松三 (2012) 再造林の低コスト化とコンテナ苗(特集 伐跡地の森林再生, 更新・保育技術を考える). 森林技術847: 24-27
- 15) 中村松三・今富裕樹・重永英年・鹿又秀聡・山川博美 (2013) 低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集, pp.45, 独立行政法人森林総合研究所九州支所, つくば
- 16) 成松眞樹 (2014) カラマツコンテナ苗の植栽時期が苗の活着と成長に及ぼす影響. 岩手の林業675: 4-5
- 17) 大矢信次郎 (2015) 針葉樹人工林の低コスト更新技術の開発. 平成26年度長野県林業総合センター業務報告: 38-39
- 18) 大矢信次郎・清水香代 (2015) コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究. 平成26年度長野県林業総合センター業務報告: 40-41
- 19) 林野庁 (2010) 平成22年度森林・林業白書「林業の再生に向けた生産性向上の取組」pp.8-9, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 20) 林野庁 (2011) 平成23年度森林・林業白書「林業経営の動向」pp.8-9, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 21) 林野庁 (2014) 平成26年度森林・林業白書「林業経営の動向」pp.97-105, 「低コストで効率的な作業システムの普及」pp.112-118, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 22) 作田耕太郎・玉泉幸一郎・齋藤明 (1999) 移植にともなう樹木の通水抵抗の変化. 九州大学演習林報告80: 1-14
- 23) 重永英年・野宮治人・荒木眞岳・山川博美 (2012) ススキに被圧されたスギ植栽木の初期成長. 森林総合研究所九州支所年報24: 7
- 24) 城田徹央・松山智矢・大塚大・齋藤仁志・岡野哲郎・大矢信次郎(投稿中) 信濃町霊仙寺山国有林におけるスギコンテナ苗の活着と初期成長. 日本森林学会誌
- 25) 友田敦・佐々木尚三 (2014) コンテナ苗植栽試験について～北海道でのコンテナ苗成長状況の考察～. 平成25年度北の国・森林づくり技術交流発表会報告書 (http://www.rinya.maff.go.jp/hokkaido/kikaku/pdf/25happyou_s_02.pdf, 2015年12月20日閲覧)
- 26) 津田元・小林輝郁・門夏希 (2014) 「検証! コンテナ苗の夏季植栽」～道北の道有林・国有林の取組み～. 平成25年度北の国・森林づくり技術交流発表会報告書 (http://www.rinya.maff.go.jp/hokkaido/kikaku/pdf/25happyou_s_11.pdf, 2015年12月20日閲覧)
- 27) 宇都木玄・原山尚徳・上村章 (2014) 北海道に適した低コスト造林の考え方. 北方森林研究62: 11-14
- 28) 和達清夫(監修) (1993), 最新気象の事典, 607p.,

- 東京堂出版, 東京
- 29) 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
- 30) 渡邊仁志・三村晴彦・茂木靖和・千村知博 (2014) 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. 中部森林技術交流発表集, 18-23, 2014
- 31) 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

Survival Ratio and Initial Growth Rate of *Larix kaempferi* Containerized Seedlings Planted in Eastern Nagano Prefecture

Tetsuoh SHIROTA¹, Tomoya MATSUYAMA¹, Shinjiro OYA², Tetsuo OKANO¹,
Dai OTSUKA¹, Masashi SAITO¹, Hajime Utsugi³ and Daisuke Kabeya³

¹ Faculty of Agriculture, Shinshu University

² Nagano Prefecture Forestry Research Center

³ Forestry and Forest Products Research Institute

Summary

We investigated the survival ratio and initial growth rate of the containerized seedling of *Larix kaempferi* during one year after planting comparing with those of bare-root seedlings in Miyota town, eastern Nagano prefecture, located in the cool and dry inland region in Japan. The survival ratio of the containerized seedlings was less than 75%, where one of the bare-root seedlings was about 30%. The initial height of them was about 10cm. These values are relatively small compared to other studies, suggesting that the strong water stress was induced by planting shock due to dry conditions in this study area.

Keywords : low-cost afforestation, draught stress, planting shock, woody weed plants, Miyota town