

## 林地に植栽したスギコンテナ苗の2年間の生存率と成長

袴田哲司, 近藤晃, 山田晋也 (静岡県農技研森林研セ), 柚木孝文 (森林総研森林整備セ)  
伊藤愛 (静岡県自然保護課), 山本茂弘 (静岡県農林大)

スギコンテナ苗の活着率と初期成長の特性を明らかにするため、浜松市天竜区の2ヶ所の山林に裸苗とともにコンテナ苗を春期に植栽し、2成長期間の調査を行った。コンテナ苗と裸苗の生存率は1~2成長期において有意差が認められなかった。2ヶ所の植栽地ともに、植栽の4ヶ月後から裸苗の樹高成長量がコンテナ苗を上回ったが、根元径成長量の推移は植栽地によって異なった。コンテナ苗の植栽時の形状比と樹高成長量との間に有意な相関が認められ、形状比100未満の苗は100以上の苗よりも樹高成長量が有意に大きかった。

キーワード：再造林, 低コスト化, 形状比, 初期成長

### I はじめに

皆伐後の再造林コスト削減に貢献できると期待されるコンテナ苗の植栽が全国的に進められている。これまでの調査により、コンテナ苗は通年植栽が可能という特長が明らかにされているが(9)、活着率は裸苗と同等またはそれ以上であることもあれば(2, 3)、裸苗よりも劣る場合もある(10)。林地へ植栽した後の樹高の初期成長についても、裸苗がコンテナ苗を上回るか(6)、両者が同程度である事例が多いが(2, 3)、コンテナ苗が裸苗よりも優れることもあり(4, 11)、事例によって異なる結果となっている。このような相反する結果は、コンテナ苗の種類や植栽した場所の条件に起因するものと推測されるが、活着性は造林における重要事項であり、初期成長に優れる苗は下刈り回数削減につながり(7)、再造林の低コスト化に直結するだけに、多くの事例をもって成長の特性を明らかにすることが重要である。

一方、コンテナ苗は高い密度で育成するため(3)、裸苗よりも形状比が大きくなる傾向にあり、植栽直後は肥大成長を優先させ、樹高成長が遅れるという指摘がある(8)。コンテナ苗は容器のサイズや育苗密度、施肥の条件によって形状の異なる苗を育成することが可能であるが、出荷規格の設定が検討されているなかで、植栽時の苗の形状と初期成長の関係を明らかにすることは、普及を図るうえで重要である。

このような状況において、静岡県でも林地へのコンテナ苗植栽を2013年から始めており、1成長期までの活着や成長の特性について報告した(1, 5)。しかし、それ以上の期間のコンテナ苗の成長推移については明らかになっておらず、これまでに調査された他の地域との比較を含めて初期成長の特長を明確にする必要がある。そこで本研究では、植栽後1~2成長期間のスギコンテナ苗の活着と成長を2地点で調査し、裸苗との比較を行なった。また、植栽時の苗の形状が、その後の成長とどのような関係があるかについて解析した。

### II 材料と方法

#### 1. 苗の植栽

試験地1：浜松市天竜区佐久間町浦川の地拵え後の林地に、静岡県山林種苗協同組合連合会から購入したスギの300ml容量のマルチキャビティコンテナ苗を、2013年3月中旬に2700本/ha(約1.9m間隔)の密度で方形に植栽した。コンテナ苗は、ココピートと鹿沼土を容積比8:2で混合し、用土1L当たり5gの肥料を混合した培地で育成されたものである。当地は、標高約500~550m、斜度30~38度の北東向き斜面で、礫が混じり、土壌型は適潤性褐色森林土(B<sub>D</sub>)である。周囲に防鹿柵を設置し、コンテナ苗はディブルを、裸苗は唐鍬を用いて植栽した。試験対象本数は2年生コンテナ苗とその周囲に植栽した2年生裸苗がそれぞれ50本と55本である。当試験地では、2013年7月中旬~下旬、2014年6月中旬~7月上旬、8月中旬に下刈りを行った。

試験地2：2012年に静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター(浜松市浜北区)で、鹿沼土:ココピート:バーク堆肥を3:6:1で混合した用土に、緩効性肥料(5g/用土1L)を混合し、容量400~700mlのMスターコンテナとして静岡県産スギ精英樹系統を育成した。これらの2年生コンテナ苗83本とスギ精英樹系統の2年生裸苗25本を、2013年5月中旬に浜松市天竜区佐久間町浦川の小面積皆伐地に1500本/haの密度(約2.6m間隔)で、列状に植栽した。当地は、標高約740m、斜度0~10度で、礫が混じる弱乾性褐色森林土(B<sub>C</sub>)である。周囲に防鹿柵を設置し、コンテナ苗はスピード、ディブル、ショベル、唐鍬を用い、裸苗は唐鍬を用いて植栽した。草本類は繁茂しなかったため、下刈りは行わなかった。

#### 2. 苗の測定

試験地1では2013年4月上旬にコンテナ苗と裸苗の樹高および根元径を計測し、初期値のデータとして

扱った。以後、同年12月まで2ヶ月ごとに苗の生存と枯死を確認し、樹高および根元径を計測した。2成長期後は、2014年12月中旬に同様の調査を行った。

試験地2では2013年5月中旬に樹高および根元径を初期値として測定し、同年11月まで2ヶ月ごとに試験地1と同様の調査を行った。2成長期後の調査は2014年12月中旬に行った。

### 3. データ解析

それぞれの試験地について、1成長期後と2成長期後のコンテナ苗と裸苗の生存率を求め、Fisherの直接確率検定で比較した。また、樹高、樹高成長量、根元径、根元径成長量について調査時ごとにMann-WhitneyのU検定でコンテナ苗と裸苗の比較をした。成長量は、各調査時期の値から初期値を引いたものとした。

苗の形状と成長の関係を明らかにするため、植栽後の初期値から形状比(樹高/根元径)を算出し、その値と樹高、樹高成長量、根元径、根元径成長量との相関関係を求めた。その際、正規分布していないデータがあったため、Spearmanの順位相関係数を用いた。

静岡県では暫定的にスギとヒノキのコンテナ苗の出荷規格を苗高30~45cm、根元径3.5~5.0mmと定めており、苗高45cm以上の苗でも当面は形状比100未満は出荷可能としている。そのため、試験地1のコンテナ苗については、初期値から算出した形状比によって100未満と100以上の苗に区別し、1成長期後と2成長期後の成長量を求め、Mann-WhitneyのU検定で比較した。試験地2のコンテナ苗で形状比100以上は4個体、試験地1の裸苗で形状比100以上は1個体のみ、試験地2の裸苗は形状比100以上の苗はなかったため、これらは解析できなかった。

## III 結果

### 1. コンテナ苗と裸苗の生存率と成長の推移

#### 試験地1

1成長期後(2013年11月)の苗木の生存率は、コンテナ苗が94.0%、裸苗が89.1%で有意差は認められなかった(表-1)。2成長期後(2014年12月)の生存率は、コンテナ苗が94.0%、裸苗が87.3%で、有意差は認められなかった。コンテナ苗と裸苗で枯死が認められたが、それらの原因は明らかではなかった。

植栽当初の樹高はコンテナ苗と裸苗でほとんど差がなく、それぞれ平均で53.1cm、52.7cmであった(図-1)。植栽から4ヵ月後までは有意差が認められなかったが、6ヵ月後の2013年10月からは裸苗の樹高がコンテナ苗を有意に上回り、以後その差が広がり、2成長期後の2014年12月には、コンテナ苗の平均118.5cmに対し、裸苗は平均154.2cmであった。樹高成長量では、2013年8月からは裸苗がコンテナ苗を有

意に上回り、2成長期後にはコンテナ苗の平均65.5cmに対し、裸苗は平均101.5cmであった。

植栽時の根元径は裸苗が平均8.3mmで、コンテナ苗の平均5.5mmよりも有意に大きく、以後も裸苗がコンテナ苗を上回った(図-1)。根元径の成長量は、調査期間をとおしてコンテナ苗と裸苗で差がなかった。

表-1. コンテナ苗と裸苗の生存率

調査地	苗の種類	供試数	生存率 (%)	
			1成長期後	2成長期後
試験地1	コンテナ苗	50	94.0 <sub>ns</sub>	94.0 <sub>ns</sub>
	裸苗	55	89.1	87.3
試験地2	コンテナ苗	83	98.8 <sub>ns</sub>	98.8 <sub>ns</sub>
	裸苗	25	92.0	92.0

コンテナ苗と裸苗の比較で、nsは有意差がないことを示す(Fisherの直接確率検定)。

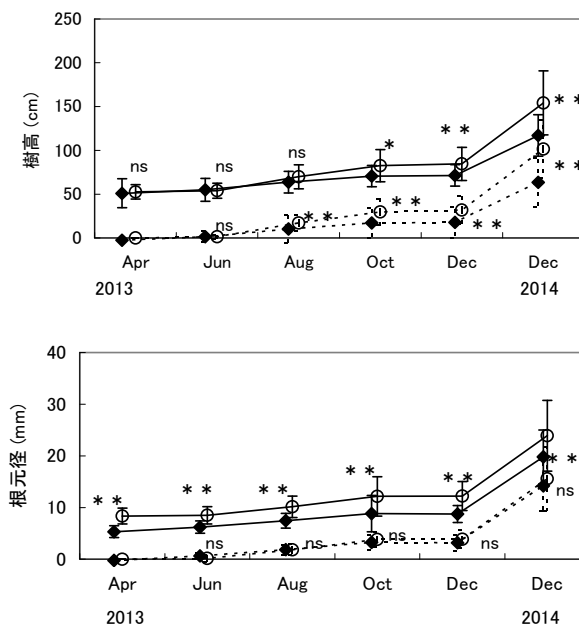


図-1. 試験地1でのコンテナ苗と裸苗の成長比較

◆コンテナ苗, ○裸苗。実線は実測値, 破線は成長量。Mann-WhitneyのU検定で、\*\*は1%、\*は5%水準で有意差があることを、nsは有意差がないことを、エラーバーは標準偏差をそれぞれ示す。

#### 試験地2

1成長期後の生存率は、コンテナ苗が98.8%、裸苗が92.0%で、有意差がなく、その後枯死した苗はなかった(表-1)。

植栽時の樹高は裸苗がコンテナ苗よりも大きく、それぞれ平均で63.9cm、50.8cmであった(図-2)。以後も裸苗がコンテナ苗を有意に上回り、2成長期後の2014年12月には、コンテナ苗の平均141.0cmに対し、裸苗は平均200.6cmであった。樹高成長量は、植栽の2ヶ月

後まではコンテナ苗と裸苗で差がなかったが、4ヶ月後の2013年9月以降は裸苗がコンテナ苗を有意に上回り（図-2）、2成長期後の2014年12月ではコンテナ苗の平均90.2cmに対し、裸苗は平均136.7cmであった。

根元径は、初期値から裸苗がコンテナ苗よりも大きく、2成長期後に差が大きくなった（図-2）。根元径成長量の平均は、1成長期目はコンテナ苗と裸苗で大差なかったが、2成長期後はコンテナ苗の18.1mmに対し、裸苗は27.9mmで、大幅に上回った。

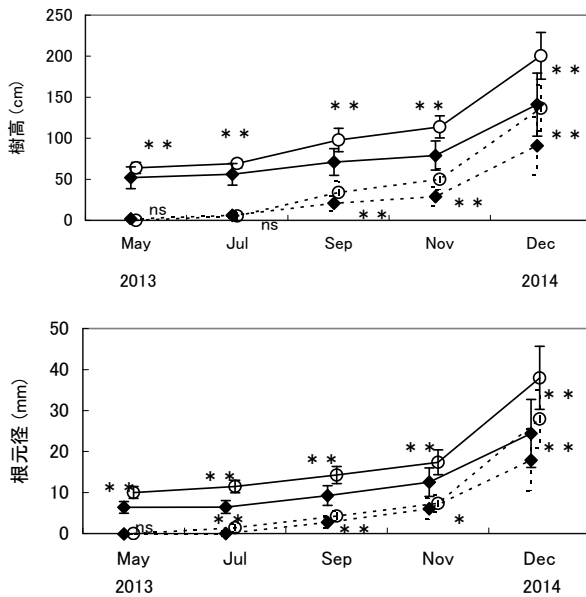


図-2. 試験地2でのコンテナ苗と裸苗の成長比較  
凡例は図-1と同じ。

## 2. 苗の形状比と初期成長の関係

試験地1では、コンテナ苗の植栽時の形状比（55.9～143.6, 平均96.3）と1成長期後の樹高成長量との間に有意な負の相関が認められ（ $rs=-0.673$ ）、2成長期後の樹高成長量との間にも有意な負の相関が認められた（ $rs=-0.554$ ）（表-2）。しかし、樹高、根元径、根元径成長量との間には有意な相関が認められなかった。裸苗の形状比（46.4～100.0, 平均64.2）では、2成長期後の樹高成長量と1成長期後の根元径については有意な相関関係であった。

試験地2では、試験地1ほどの強い相関ではなかったが、コンテナ苗の植栽時の形状比（53.2～111.4, 平均78.0）は1成長期後と2成長期後の樹高成長量との間に有意な相関関係があったが（それぞれ  $rs=-0.297$ ,  $rs=-0.271$ ）、樹高、根元径および根元径成長量とは相関が認められなかった。裸苗で形状比（43.8～86.4, 平均65.0）と有意な相関にあったものは、1成長期後の樹高成長量、1～2成長期後の根元径、1成長期後の根元径成長量であった。

試験地1の1成長期目の樹高成長量は、形状比100未満の苗が平均28.9cmで形状比100以上の苗の平均10.5cmを有意に上回った（図-3）。根元径成長量は、それぞれ3.5mm, 3.2mmで有意差がなかった。2成長期目の苗高成長量は、形状比100未満の苗の77.7cmに対し、形状比100以上の苗では51.6cmで有意差が認められたが、根元径成長量ではそれぞれ14.5mmと13.8mmで、有意差が認められなかった。

表-2. コンテナ苗と裸苗の形状比と樹高、樹高成長量、根元径、根元径成長量との関係

試験地	項目	時期	コンテナ苗	裸苗
1	樹高	1成長期後	0.169ns	-0.036 ns
		2成長期後	-0.058ns	-0.253 ns
	樹高成長量	1成長期後	-0.673**	-0.207 ns
		2成長期後	-0.554**	-0.331*
	根元径	1成長期後	0.049 ns	-0.409**
		2成長期後	-0.082 ns	-0.273 ns
根元径成長量	1成長期後	-0.197 ns	-0.128 ns	
	2成長期後	-0.127 ns	-0.176 ns	
2	樹高	1成長期後	0.190 ns	-0.115 ns
		2成長期後	-0.075 ns	-0.027 ns
	樹高成長量	1成長期後	-0.297**	-0.433**
		2成長期後	-0.271**	-0.206
	根元径	1成長期後	0.013 ns	-0.751**
		2成長期後	-0.127 ns	-0.449*
根元径成長量	1成長期後	0.026 ns	-0.515*	
	2成長期後	-0.127 ns	-0.339 ns	

Spearmanの順位相関係数で、\*\*は1%、\*は5%水準で有意性があることを、nsは有意性がないことを示す。

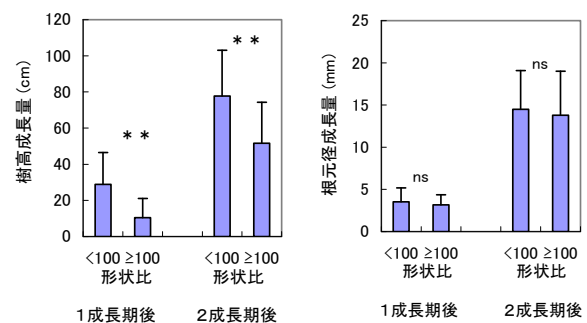


図-3. 試験地1でのコンテナ苗の形状比と成長量  
Mann-WhitneyのU検定で、\*\*は1%水準で有意性があることを、nsは有意性がないことを示す。

## IV 考察

春期にスギコンテナ苗を植栽した場合、岡山県に植栽した事例では裸苗より生存率が優れ（3）、宮崎県では裸苗と有意差がない生存率であった（2）。本研究で

も、スギのコンテナ苗と裸苗の活着率に有意差がないという結果が得られた。3～5月は静岡県の山林で一般的な植栽時期であり、裸苗にとっても適期であるため、コンテナ苗の有意性が示されなかったとも考えられた。しかし、伐採と植栽の一貫作業システムにおいては、春以外の時期に植栽する場合もあるため、夏～秋期植栽の活着率を明らかにする必要がある。

本研究において、調査地1では種苗生産者から購入したマルチキャビティコンテナ苗を、調査地2では研究センターで作成したMスターコンテナ苗を植栽している。また、試験地の間で植栽時期が2ヶ月違い、土壌型が適潤性と弱乾性で異なり、試験地1が30度以上の傾斜地であるのに対し、試験地2は比較的平坦である。このように、調査地間でコンテナ苗の種類や環境条件が異なる中で、コンテナ苗と裸苗の樹高成長は概ね同じように推移した。いずれの調査地でも植栽から2ヶ月後までは樹高成長量がほぼ同じであるが、夏から秋以降は裸苗がコンテナ苗を上回っており、その後差が広がっている。それに伴い、樹高も調査時期とともに差が広がり、これはスギ挿し木コンテナ苗の事例と類似していた(2)。宮城県で植栽した事例では、スギコンテナ苗の樹高は裸苗以上であるが(4, 10)、静岡県浜松市に植栽した本調査では、スギのコンテナ苗が裸苗よりも初期成長が優れることはなかった。

一方、根元径の成長推移は試験地によって異なっていた。この理由は明らかではないが、コンテナ苗の種類や植栽時の形状の違いが影響している可能性はある。

コンテナ苗を植栽した時点での形状比と、1および2成長期後の樹高成長量が有意な負の相関関係にあったことは、試験地1と2で共通していた。ただし、試験地2の相関は強くなく、コンテナ苗の形状比は初期の樹高成長量に関与する要因の一つであるが、その程度が大きくない場合もあると考えられた。その一方で、どちらの試験地においても形状比と樹高との相関には有意性が認められなかった。試験地1では植栽時のコンテナ苗の樹高が1成長期後の樹高と有意な相関があり、試験地2では植栽時の樹高が1成長期後と2成長期後の樹高と有意な相関があったことから(データ略)、植栽時のコンテナ苗の樹高が2成長期までの樹高に影響していることが考えられる。下刈り回数の低減を図るためには苗が草丈を早く抜ける必要があるが、形状比が小さく成長量大きいコンテナ苗を植栽することと、徒長気味であっても植栽時の樹高大きいコンテナ苗を植栽することのどちらが有利であるかは、現時点では明らかではないため、今後の調査が必要である。

試験地1のコンテナ苗では、静岡県で暫定的に定めた規格である形状比が100未満の苗が100以上の苗よりも樹高成長量が大きく上回った。この結果は、徒長傾向にあるコンテナ苗では樹高成長が遅れるという指

摘を支持するものであった(8)。この理由は植栽後の肥大成長に重点をおくためであるとされている。しかし、本研究での経時的な根元径の成長推移では、コンテナ苗の肥大成長が裸苗よりも大きいことはなく、形状比100以上の苗が100未満の苗よりも肥大成長が大きいこともなかった。これは、スギ挿し木コンテナ苗で裸苗より大きい直径成長が得られていない結果と同様であり(2)、コンテナ苗が肥大成長を優先させたために樹高成長が抑えられたとは考えられなかった。形状比の大きい徒長苗は植栽後の倒伏のリスクもあることから(11)、形状比を抑えた苗木の育成が有効であることが示唆された。一方、裸苗では形状比と1～2成長期後の樹高成長量や根元径成長量との関係が試験1と試験地2で異なり、苗の形状が初期成長に及ぼす影響は明らかではなかった。

以上のように、静岡県でスギコンテナ苗を植栽した場合は、初期成長におけるコンテナ苗の優位性は認められなかった。しかし、造林の低コスト化につながる特性もあるため、コンテナ苗の植栽はますます増加増大していくと予想されている。コンテナ苗でもできるだけ早く草丈を越える樹高になるように、植栽時の樹高や形状比が初期成長に与える影響をさらに多くの事例を持って明らかにする必要があると考えられた。

#### 引用文献

- (1) 袴田哲司・近藤晃・山田晋也・伊藤愛・山本茂弘(2015) ヒノキMスターコンテナ苗の活着率と成長における裸苗や植栽器具間の比較. 中森研 63: 41-42
- (2) 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. 日林誌 96: 1-5
- (3) 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
- (4) 金澤巖(2012) コンテナ苗木生産と低コスト造林. 現代林業 555: 26-30
- (5) 近藤晃・袴田哲司(2015) スギおよびヒノキコンテナ苗の活冬期植栽—富士山南麓における事例—. 中森研 63: 35-38
- (6) 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. 東北林科誌 19(1): 22-26
- (7) 富永茂(2011) エリートツリーで林業再生を!. 山林 1528: 19-26
- (8) 山田健(2012) コンテナ苗育苗技術普及の現況. 機械化林業 702: 1-8
- (9) 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. 日林誌 95: 214-219
- (10) 渡邊仁志・臼田寿生・茂木靖和(2013) ヒノキ2年生コンテナ苗の器具の植栽工期と初期活着率. 岐阜森研報 42: 19-24
- (11) 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