

コンテナ苗を用いた森林造成の実用化に関する研究

2018年度～2020年度

石田 朗*

要 旨

皆伐再造林に必要なコンテナ苗について、効率的な育苗方法、植栽後の苗の成長や問題点への対応を調査した。少花粉スギ等挿し木コンテナ苗の育苗では、挿し穂の葉量を確保し、地際剥皮により根量の多い苗を育成することができた。スギ・ヒノキ実生コンテナの育苗では、培地の種類では成長は変わらず、施肥量で苗高のコントロールが可能であると考えられた。10cm以下の小さな幼苗を移植したヒノキコンテナ苗の育苗では、施肥量を増やすことで10cm以上の幼苗を移植したコンテナ苗と同等の樹高成長を示した。現地植栽では、スギ2年生コンテナ苗の時期別植栽では2成長期後までで10月植栽の樹高が、ヒノキ2年生コンテナ苗の時期別植栽では4成長期後までで4月植栽の樹高が最も高かった。ヒノキ2年生コンテナ苗では、出荷時点の徒長、虫害、二又、主軸の曲がり等の問題は、軽微なものであれば植栽後の成長には影響がなかった。異なる培地組成で育成したスギ・ヒノキ2年生コンテナ苗は植栽後、培地組成による有利不利は認められなかった。植栽後の問題として、1年目の倒伏、標高400m以上での凍上害、北斜面での寒風害、植栽時期や防護柵の有無に関わらずシカを始めノウサギ、ノネズミの被害への注意が必要であった。

I はじめに

県内の森林では保育間伐から皆伐再造林への転換期を迎え、作業の省力化のため現場での植栽は以前の裸苗に代わってコンテナ苗が主流となってきている。しかしながら、このようなコンテナ苗の生産は始まってから10年足らずで、安定した苗の生産に向けて、育苗時の枯死や徒長等の問題が起こっている。また、花粉症対策への対応としての少花粉等系統のコンテナ苗育成方法についても、現状では挿し木苗を300ccコンテナに移植しており、県内の現地植栽で主流となっている150ccコンテナを使った育苗方法で検討の余地がある。さらに、植栽後の成長が良好な出荷時の苗条件についての情報収集や植栽後の枯死等の注意すべき点の洗い出しも必要である。そこで本研究では、花粉症対策系統の挿し木でのコンテナ苗育苗方法、実

生コンテナ苗の培地や施肥の違いによる成長への影響、前報告(石田 2018)の期間あるいは新たに今回植栽したコンテナ苗の現地モニタリングによる植栽時期や苗サイズの植栽後の成長への影響、植栽後の問題点への対応を明らかにすることを目的とした。

II 方法

1. コンテナ苗等の育苗方法の効率化

(1) 挿し木苗育苗方法

少花粉および無花粉系統のスギについて、コンテナ苗での効率的な育苗を目指して、コンテナへの直挿し苗の育苗方法を検討した。

少花粉スギでは、2020年4月下旬に当センター育種地(岡崎市明見町)で東加茂2号・5号(少花粉品種)および対照として非少花粉の東加茂3号、北設

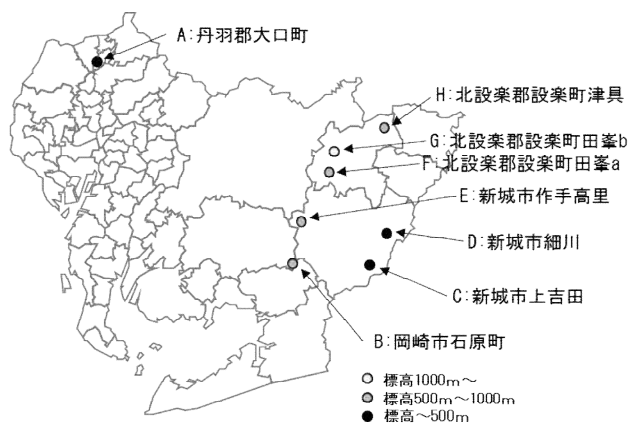


図-1 調査地の位置図

楽2号・5号、額田3号の計精英樹6系統の挿し穂を採取、30cm長に調整した。均等な発根を促すため、品種ごとに通常処理（挿し穂下部の枝をむしる、以下通常枝取）・虫食い状処理（通常処理＋千鳥に表皮を約5mm四方剥皮、以下虫食剥皮）・裏表の2面処理（通常処理＋幅5mmほど2面剥皮、以下2面剥皮）を行い、オキシベロン1/40倍希釈液に1晩浸漬した。ココピート（（株）トップ、以下同じ）とバ

ーク堆肥を体積比1：1に緩効性肥料（各剥皮方法それぞれで、ハイコントロール（（株）ジェイカムアグリ、以下同じ）650：2・4・8g/苗を5本ずつ、2面処理のみ4gなし）を混ぜた培地をマルチキャビティコンテナに深さ8cmで挿しつけ、センターガラス温室（図-1C）（窓開放、ミスト散水日中2時間ごとに5分）で育成、5月下旬から9月までは苗を遮光率70%のネットで被陰し、2020年12月に樹高と生残状況を調査した。また、掘り取った苗から培地を洗浄・除去し、地上部（葉：緑色部、軸：茶色部）と地下部（軸、根）に分けた後、乾重（80℃、48時間）を測定した。

無花粉スギでは、2020年5月下旬に当センター試験林（新城市上吉田）で育成中の無花粉スギ14系統から15本ずつ枝を採穂した。表-1の処理区①、③、⑩、⑫、⑬、⑮と同じ組成の培地を各1コンテナ用意し、少花粉スギと同様の方法で、コンテナに直挿しを行った。各コンテナに14系統はそれぞれ

表-1 スギ・ヒノキのコンテナ苗を育成した16種類の培地・肥料の組み合わせ

処理区No.	培地構成 (L/10L)			肥料のタイプ		施肥量 (g/1苗)	スギ苗本数	ヒノキ苗本数
	資材1	資材2	資材3	種類	有効日数			
①	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	700日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
②	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	700日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
③	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	700日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
④	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	360日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑤	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	360日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑥	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	360日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑦	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#085	360日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑧	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#085	360日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑨	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#085	360日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑩	ココピートオールド8.0	鹿沼土2.0	-	ハイコントロール-#650	700日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑪	ココピートオールド8.0	鹿沼土2.0	-	ハイコントロール-#650	700日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑫	ココピートオールド8.0	鹿沼土2.0	-	ハイコントロール-#650	700日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑬	ココピート5.0	パーク堆肥5.0	-	ハイコントロール-#650	700日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑭	ココピート5.0	パーク堆肥5.0	-	ハイコントロール-#650	700日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑮	ココピート5.0	パーク堆肥5.0	-	ハイコントロール-#650	700日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑯	ココピートオールド8.0	鹿沼土2.0	-	ハイコントロール-#085	360日	1	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2

れ2～3本ずつとした。穂下部の枝は通常処理のみで、2020年12月に樹高と生残状況を、2021年3月に発根状況を調査した。発根状況は、苗をコンテナから引き抜いた状態で、根鉢表面に見える根の占める割合を百分率で評価した。

(2) 実生苗育苗方法

県内のコンテナ苗生産に適した培地や肥料の組合せを検討するために、丹羽郡大口町の種苗生産者圃場(図-1A)で3種類の緩効性肥料ハイコントロール(650・700日溶出タイプ⇒N:P:K=16:5:10、650・360日溶出タイプ⇒N:P:K=16:5:10、085・360日溶出タイプ⇒N:P:K=10:18:15)と3種類の培地(ココピートオールド((株)トップ、以下同じ)+鹿沼、ココピートオールド+赤玉、ココピート+バーク堆肥)の組合せを違えてスギ・ヒノキそれぞれで16処理区を用意し(表-1、処理区⑩は当該生産者が通常用いている培地構成)、苗畑で育苗した1年生のスギ・ヒノキ苗を植栽した。植栽はスギで2019年1月下旬、ヒノキで同年3月中旬に実施し、2019年12月に生残状況および樹高・根元径を記録した。

県内のコンテナ苗の生産では、通常植栽する1年生苗は12cm以上のものを用いるが、10cm以下の苗が活用できるか検討した。丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で上述のコンテナ作りと同時期に表-2のような培地と肥料を用意し、10cm以下の大きさのヒノキ1年生苗を植栽、2019年12月に生残状況および樹高・根元径を記録した。

2. 植栽方法と初期成長の関係の検討

(1) 植栽時期とその後の成長

丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で生産されたスギ・ヒノキの2年生苗(4月以降は植栽時3年生)について、植栽時期の違いがその後の成長に及ぼす影響を明らかにするため、調査を行った。

スギの植栽は、2018年10月、12月、2019年2月、4月、6月、8月に標高約650mの岡崎市石原町(図-1B)で宮城県苗組式植栽器(以下植栽器)を用いて行い、植栽直後および2019年から2020年までの各年12月に、樹高と根元径、さらには生残や獣害等被害状況を記録した。

ヒノキの植栽は、2016年10月、12月、2017年2月、4月、6月、8月に標高約1,050mの北設楽郡設楽町田峯b(図-1G)の皆伐植栽地内に植栽器を用いて行い、植栽直後および2017年から2020年12月に、樹高と根元径、さらには生残や獣害等被害状況を記録した。

(2) 植栽苗の大きさとその後の成長

丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で生産されたスギ・ヒノキの2年生苗について、出荷時の苗サイズがその後の成長に及ぼす影響を明らかにするため、調査を行った。

スギの植栽は、23～75cmの苗40本を2020年4月に岡崎市石原町で植栽器を用いて行い、植栽直後および2020年12月に根元径を記録した。

ヒノキの植栽は、35～65cmの苗40本を2018年4月に北設楽郡設楽町田峯bで植栽器を用いて行い、植栽直後および2018年から2020年までの各年12月に、樹高と根元径を記録した。

(3) 問題苗を植栽するとどうなるか?

丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で生産されたヒノキ2年生苗のうち、出荷時に樹形や虫害の影響が懸念された苗について、植栽後の成長への影響の有無を明らかにするための調査を行った。

出荷時に、穂先の細り、虫害(穂先の食害)、徒長、二又、主軸曲がり、柔らかい根鉢が認められた苗をそれぞれ10本ずつ選定し、2017年6月に北設楽郡設楽町田峯bで植栽器を用いて植栽し、植栽直後および2017年から2020年までの各年12月に、

樹高と根元径、さらには生残や問題の有無を記録した。なお、虫害苗は、葉表皮を薄く被害されたもの、あるいは穂先の葉の部分を数ミリ被害されたもので、軸が切断されたものはなかった。また、主軸の曲がった苗は、軸が30°ほど曲がったもの、あるいは幅1cm以内で蛇行するものであった。二又については、2つの穂のうち優劣がついた時点で残りの穂を付け根で切断した。根鉢の柔らかいものは、根鉢を手で持った時に、根鉢は崩れないものの多少凹む状態であった。

(4) 異なる培地で育苗した苗の植栽後の成長

1.(2)で培地や肥料を違えて丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で育苗した苗が、現地植栽後にどのような成長をするかを明らかにするための調査を行った。スギ・ヒノキの各①～⑯の処理区(表-1)で各20本、2020年4月に標高約720mの北設楽郡設楽町田峯a(図-1F)で植栽器を用いて植栽し、植栽直後および2020年12月に、樹高と根元径、さらには生残や苗の倒伏や傾き(主軸が垂直から30°以上傾いたもの)を記録した。

(5) 小さな苗から育てたコンテナ苗の成長

1.(2)で小さな苗から丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で育てた苗が、現地植栽後に通常出荷苗と遜色のない成長を示すかを明らかにするために、調査を行った。ヒノキのA-1、A-2、B-1、B-2の処理区(表-2)で各20本、2020年4月に北設楽郡設楽町田峯aで植栽器を用いて植栽し、植栽直後お

よび2020年12月に、樹高と根元径、さらには生残や獣害等被害状況を記録した。

(6) 1年生挿し木苗の現地成長

スギのコンテナ直挿し苗の現地での成長特性を明らかにするために、調査を行った。東加茂2号(少花粉系統)と東加茂3号の直挿しコンテナ苗と挿し木裸苗を2015年12月(以下秋植え)と2016年3月(以下春植え)に標高約230mの新城市細川(図-1D)および標高約820mの北設楽郡設楽町津具(図-1H)で植栽し、同所に同時期に秋植えされた実生コンテナ苗とともに、植栽直後および2016年から2020年までの各年12月に、樹高と根元径、さらには生残や問題の有無を記録した。

3. 現地でのコンテナ苗植栽後の問題とその解消

2017年度冬季に集団枯死が発生した標高580m前後の新城市作手高里のヒノキ実生コンテナ苗の植栽地で、枯死原因を明らかにするために、2019年2月上旬から30日間、枯死の多い斜面上部(小区画内の生存率9.3%)と枯死が少ない(小区画内の生存率68.9%)斜面下部で風向風速ロガーを1基ずつ設置し、違いを調査した。

また、県内各所で発生していた苗の浮き上がりの原因を明らかにするために、2017年度に各農林水産事務所で把握しているコンテナ苗植栽地の情報(標高、浮き上がりの有無など)を聞き取り調査した。

表-2 ヒノキの10cm未満の1年生苗でコンテナ苗を育成した培地・肥料の組み合わせ

処理区No.	培地構成(L/10L)			肥料のタイプ		施肥量 (g/苗)	ヒノキ苗本数
	資材1	資材2	資材3(g)	肥料のタイプ	有効日数		
A-1	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール650	360日	4	20本
A-2	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール650	360日	8	20本
B-1	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール650	700日	4	20本
B-2	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール650	700日	8	20本

Ⅲ 結果と考察

1. コンテナ苗等の育苗方法の効率化

(1) 挿し木苗育苗方法

少花粉系統を含むスギ挿し木コンテナ苗について、系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の平均樹高を図-2に、平均形状比を図-3に、生残率を図-4に示した。樹高の1成長期の成長は、額田3号の3.5 cm以外はどのカテゴリーでも平均2 cm以下と小さく、系統、培地、剥皮方法、施肥量の違いで差は認められなかった。形状比の変化も同様に小さく、どのカテゴリーでも40前後で変化は小さかった。生残率は、60%前後とやや低かったが、これは加湿に起因する病気による枯死が主な要因であった。活着不良と考えられるものは少なかったが、2面剥皮で他よりも活着不良が多い傾向があった。

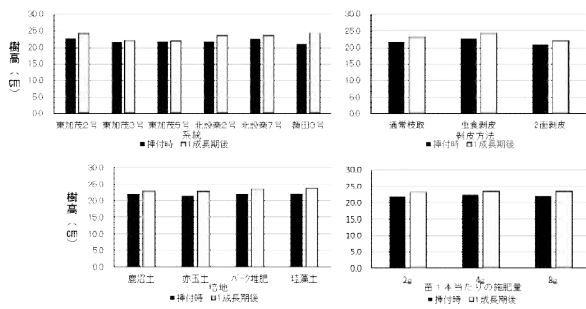


図-2 スギ挿し木コンテナ苗の系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の樹高成長

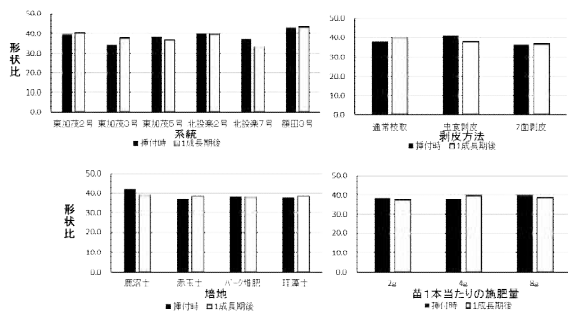


図-3 スギ挿し木コンテナ苗の系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の形状比変化

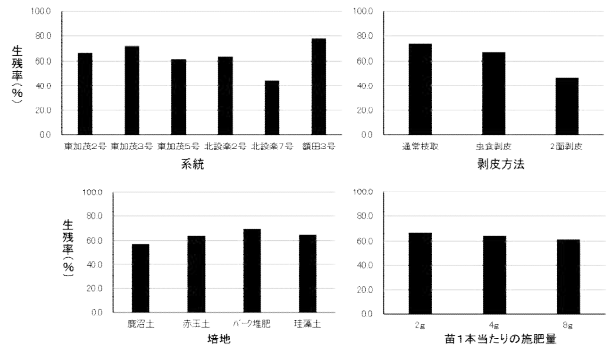


図-4 スギ挿し木コンテナ苗の系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の生残率

掘り取り調査での葉乾重と根乾重を図-5に示した。系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別では葉乾重と根乾重の分布が同様の形を示しており、両者の関係が示唆されたため、苗ごとの散布図を作成したところ(図-6)、かなり強い相関が認められた($R^2=0.5479$)。さらに、葉乾重ごとの根乾重の苗の割合を見るとほとんど発根がない根乾重が0.5 g以下の割合は、葉乾重が10 g以上で1割以下となっていた(図-7)。また、地際での発根が認められない部分の長さは通常処理よりも虫食剥皮や2面剥皮を行った方が、少なくなった(図-8)。

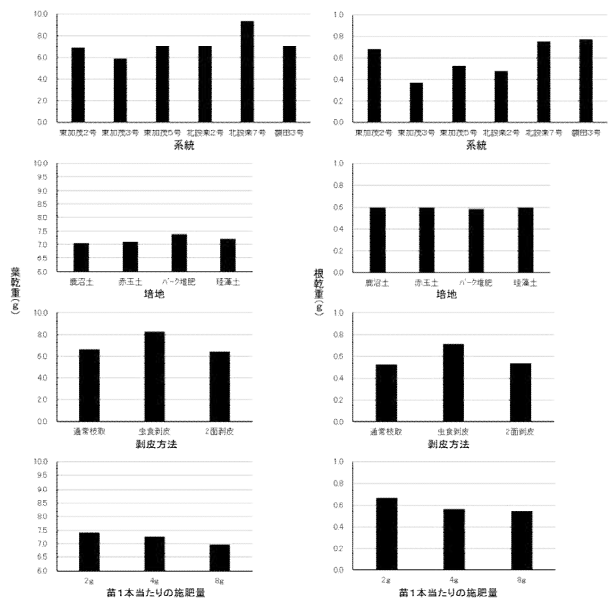


図-5 スギ挿し木コンテナ苗の系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の葉乾重と根乾重

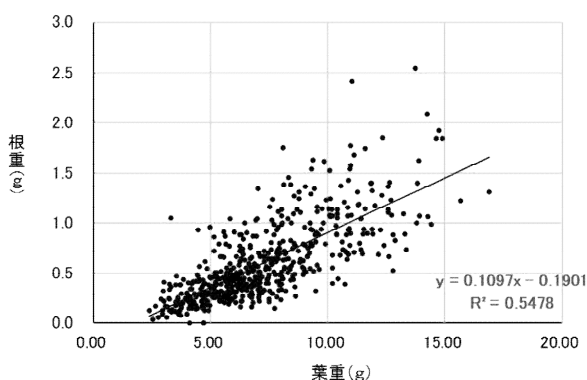


図-6 スギ挿し木コンテナ苗の1成長期後の葉乾重と根乾重の関係

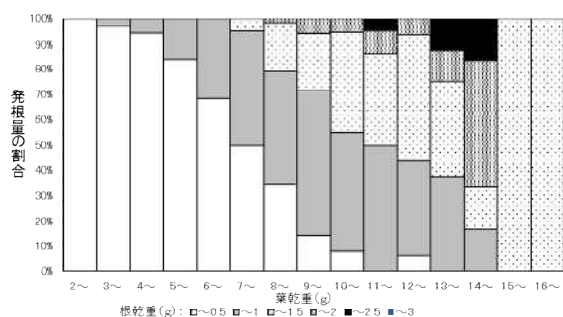


図-7 スギ挿し木コンテナ苗の葉重ごとの発根量の割合

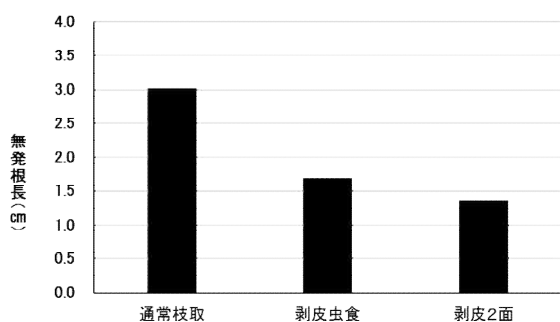


図-8 スギ挿し木コンテナ苗の剥皮方法別の地際無発根長

以上のことから、少花粉スギの直挿しコンテナ苗を約1年で育成することは可能であると考えられた。注意点として、挿し穂の葉量を確保すること、挿し穂の軸を適度に剥皮して、地際からの発根を促すこと、葉量の多さに起因する病気の発生を早期に発見して農薬散布することでよりよい苗にできると考えられる。

これらは当センターで昼間の2時間置きの散水や9月までの70%遮光の条件下で可能であったが、今後、生産者の圃場に導入できるかは、散水や遮光の条件の確保できるかも含めて検討をする必要がある。

無花粉スギの挿し木コンテナ苗では、処理区ごとのすべての苗を含めた樹高平均は、処理区①で30.6 cm、処理区③で26.3 cm、処理区⑩で27.8 cm、処理区⑫で25.9 cm、処理区⑬で31.4 cm、処理区⑮で25.9 cmと、培地組成は同じでも肥料を8g/苗入れた処理区で、2g/苗入れた処理区よりも樹高成長が大きかった。一方、生残率は処理区①、③、⑩、⑫、⑬、⑮の順に、70.0%、72.5%、72.5%、82.5%、77.5%、67.5%で、肥料の多少で樹高のような傾向は認められなかった。

コンテナ苗の根鉢表面に見える根の割合は、どの処理区にもバラつきがあり、処理区①と⑬以外は50%以上の苗が6割を超えており、肥料を8g/苗入れた処理区よりも2g/苗入れた処理区の方が発根状況は若干良いように見えた(図-9)。ただし、無花粉系統では、県の精英樹で採穂用としても活用されている前述の少花粉等の系統と比較すると、まだ発根性が弱いように見えた。植栽時期が5月末だったこともあり、実用化に向けて、少花粉スギの直挿しコンテナ苗の試験の項目で述べた注意点をクリアすることに加えて、育苗期間を

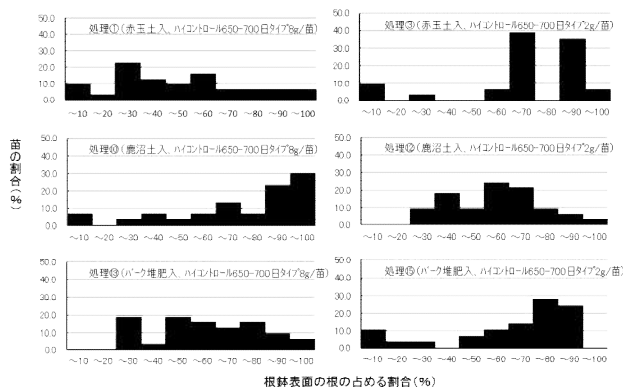


図-9 無花粉スギ挿し木コンテナ苗の発根状況

1年よりも少し長めに確保したり、系統を選抜することなど検討が必要と考えられる。

(2) 実生苗育苗方法

培地と肥料の組合せを変えて生産者の圃場で育苗したスギ・ヒノキコンテナ苗の樹高の変化を、16処理区の各2トレイそれぞれの平均値で示した(図-10)。ヒノキでは、有効日数の700日タイプの処理区①~③・⑩~⑫・⑬~⑮では施肥量が多いほど成長していたが、有効日数360日タイプの処理区④~⑥・⑦~⑨では施肥量との関係は不明瞭であった。一方、スギでは、有効日数が700日タイプ・360日タイプに関わらず施肥量が多いほど成長していたが、リンとカリウムの比率の高いハイコントロール085を使用した処理区⑦~⑨では、施肥量との関係は不明瞭であった。

以上のことから、コンテナ苗への施肥は窒素含有率の高いハイコントロール650の方が、ハイコントロール085よりも肥料の多少が樹高成長に反映されると考えられる。また、ハイコントロール650の700日タイプと360日タイプでは肥料の各成分の含有量は同じで、溶出にかかる時間だけが違う(肥料販売担当者 私信)ということから、同じ期間で溶出する肥料の量は700日タイプの方が360日タイプより少ないと言える。360日タイプでは苗が吸収・成長に活かせる以上の量があったために、樹高成長には差がでなかったことと推察される。したがって、小さい苗を大きく育てたい場合には施肥量を増やすことで、また苗の出荷時に伸びすぎた苗が現地での倒伏との関連で問題となる場合には、700日タイプのような薄い肥料を用いて施肥量を少なくすることで、樹高成長を

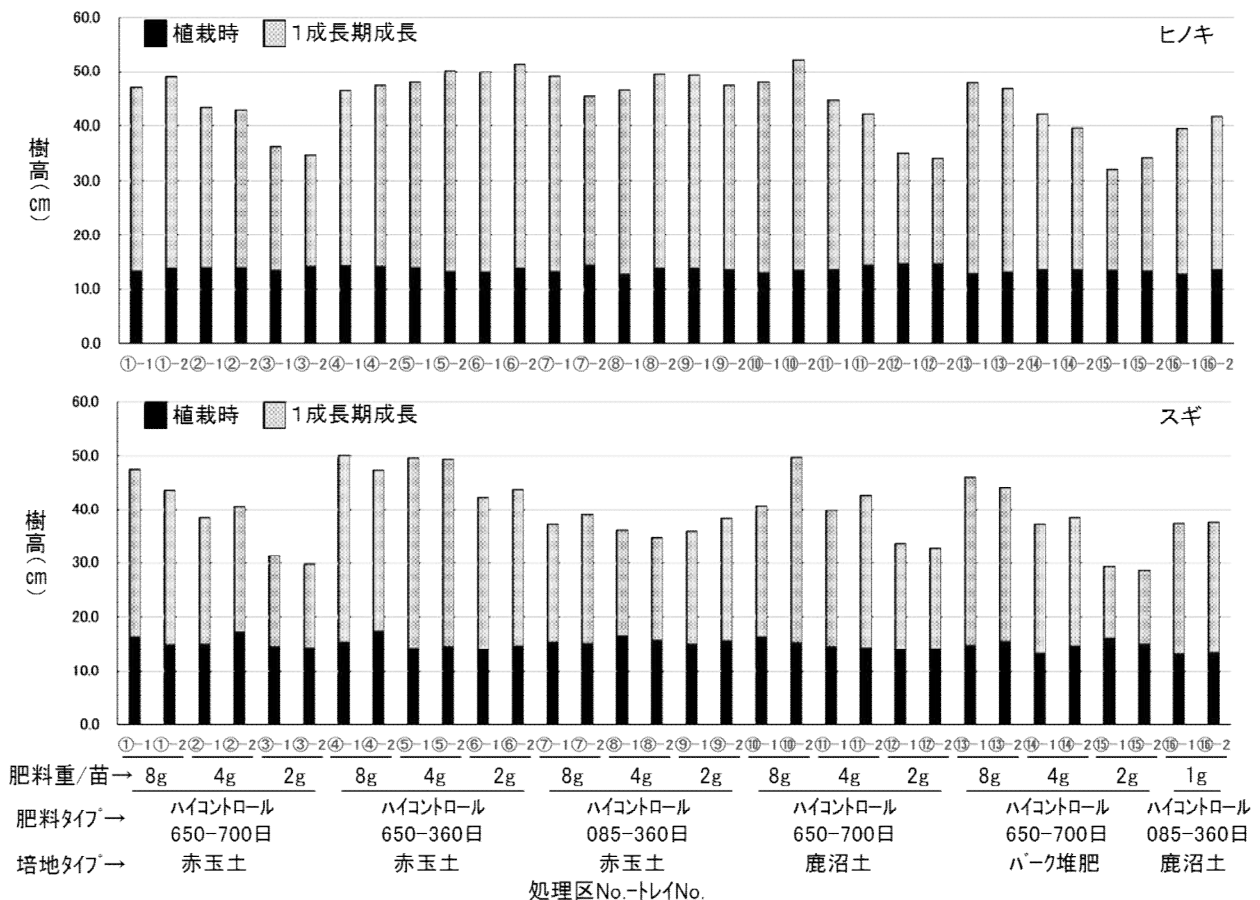


図-10 培地別、肥料別のスギ・ヒノキ実生コンテナ苗の育苗時樹高成長

抑制し苗高をコントロールできると考えられる。

図-11には、10 cm以下の1年生幼苗を施肥の種類や量の異なる培地で育苗した結果を移植時の苗高ごとに示した。700日タイプを施肥した苗では、8g/苗でも移植時の苗高8cmまでの苗の平均樹高が愛知県内の出荷基準である30cmを超えることができなかつた。360日タイプを施肥した苗では、苗数が1本しかなかった8g/苗の8~10cmでわずかに30cmに届かなかったものの、4g/苗、8g/苗ともに移植時の苗高8cmまでの苗では平均樹高が30cmを超えた。したがって、濃い肥料を施肥することで小さい幼苗を出荷可能な苗高まで成長できることが確認できた。

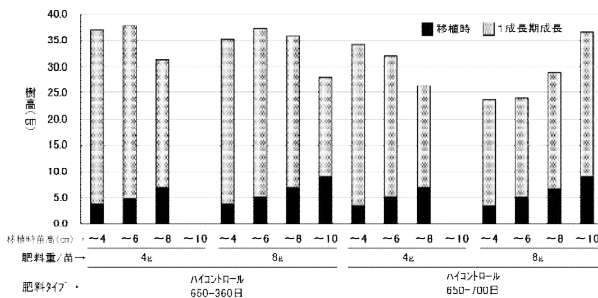


図-11 10 cm以下の幼苗を用いたヒノキ実生コンテナ苗の育苗時樹高成長

2. 植栽方法と初期成長の関係の検討

(1) 植栽時期とその後の成長

スギ2年生コンテナ苗の時期別植栽では、植栽2成長期後までの樹高成長と形状比変化を図-12に、生残率と獣害等被害状況を図-13に示した。平均樹高は1成長期後、2成長期後ともに10月、12月、2月、4月、6月、8月の順で大きく、同時期に育苗を始めた苗では、早く植栽したものが大きく成長する結果となった。平均形状比は、植栽時に120前後のものと80前後のものがあったが、これは生産圃場で早く大きく成長した苗から出荷体制に入るために、これが反映された形になった。1・2成長期後にはどの植栽時期のものも、形状比

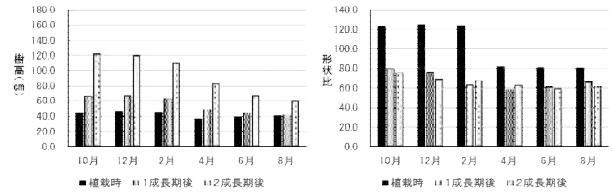


図-12 現地に時期別植栽したスギコンテナ苗の2成長期後までの樹高成長と形状比変化

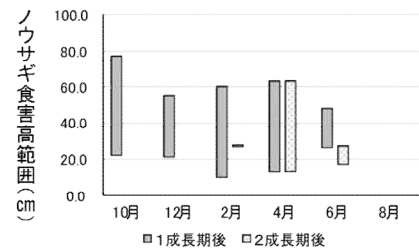
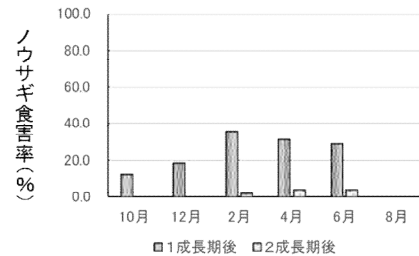
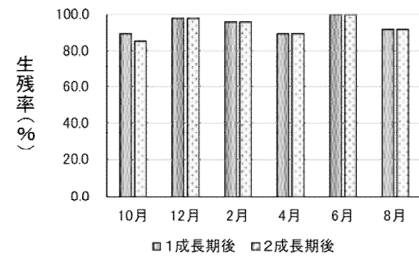


図-13 現地に時期別植栽したスギコンテナ苗の2成長期後までの生残率とノウサギ食害率および食害高範囲

60~80に収束していた。八木橋ら(2014)の報告ではスギ2年生コンテナ苗の形状比は2成長期後に40~80でほぼ同様の推移であった。愛知県でも植栽時期や出荷時の形状で多少の差はあるものの、3~4成長期にかけて形状比がさらに収束していくと考えられた。生残率は1成長期後で89%以上、2成長期後で85%以上と植栽時期による際立った差は認められなかったことから、活着の点からは愛知県でも通年の植栽が可能であると考えられた。植栽地の周囲には目合い15cmの金属メッシュに

よるシカ用防護柵が用いられていたため、ノウサギによる食害が植栽時期に関わらず発生した。食害の発生はほとんどが植栽1年目で、食害を受けた高さは10~77 cmであったことから、周囲にノウサギが乗れる切株等がなければ、樹高80 cm以下が被害を受ける高さの目安になり、植栽1年目の防除が重要であると考えられた。

ヒノキ2年生コンテナ苗の時期別植栽では、植栽4成長期後までの樹高成長と形状比変化を図-14に、生残率と問題発生・獣害等被害状況を図-15に示した。平均樹高は1~4成長期後すべてで、4月植栽で最大、8月植栽で最小であった。スギとは傾向が異なっていたが、樹種による特性の可能性はあるものの、当試験地が標高1000m以上で秋~冬植栽では植栽直後の主軸や根の成長が小さく早い植栽の有利性が小さかったのではないかと推察される。平均形状比は、植栽時にすべての月で100以上であったが、2・3成長期後に形状比60前後~80に収束していた。諏訪ら(2016)は2年生ヒノキコンテナ苗の岡山での植栽後から1成長期後の形状比が100以上から90~100に減少することを報告している。本研究でも遅く植栽した8

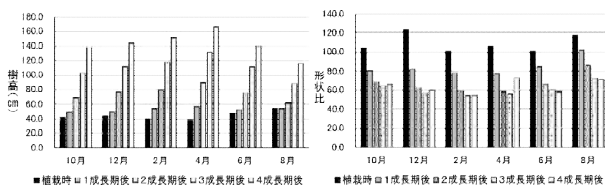


図-14 現地に時期別植栽したヒノキコンテナ苗の4成長期後までの樹高成長と形状比変化

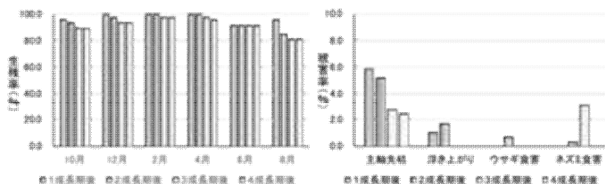
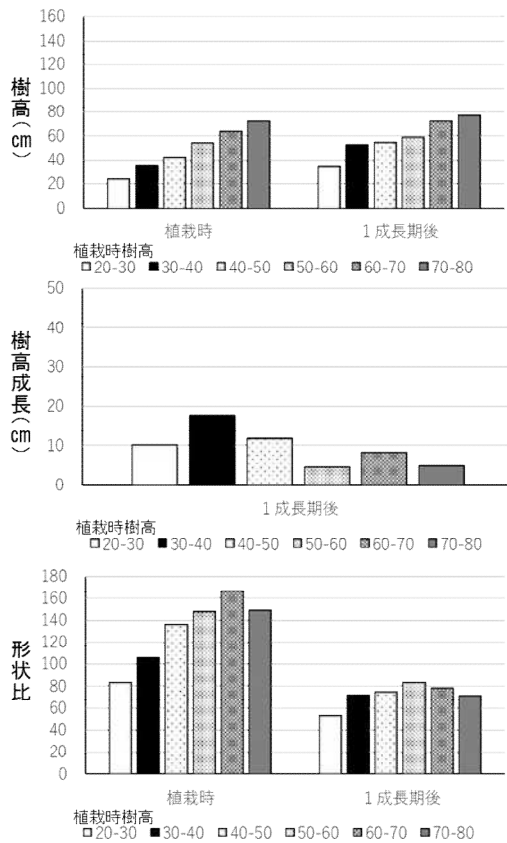


図-15 現地に時期別植栽したヒノキコンテナ苗の4成長期後までの生残率と問題発生・獣害等被害状況

月苗では若干遅れはあるものの、ヒノキに関してもスギと同様に植栽後に形状のバランスが改善されていくことが示された。生残率は1成長期後で91%以上、2成長期後で85%以上と植栽時期による際立った差は認められなかったことから、活着の点からは愛知県でも通年の植栽が可能であると考えられた。植栽後の問題としては、寒風害と考えられる主軸先端の枯死が1~4成長期後のすべてで、冬季の土壌凍結に起因すると考えられる根鉢の浮き上がりが2成長期後まで確認された。また、植栽地の周囲には目合い5 cmの高強度ポリエチレン繊維メッシュによるシカ用防護柵が用いられており、ノウサギによる食害は少なかったが確認されたほか、2・3成長期後の2018~2019年にノネズミによる食害も確認された。愛知県内では2016~2017年にスズタケの一斉開花・枯死により大量のスズタケ種子が生産・散布されたが、県内数カ所のサンプリングサイトでは樹木に被害を及ぼすハタネズミ類の増加は認められなかった(石田ら2018)。そのため、今回の3成長期後の被害発生は皆伐地の造成に伴う適地拡大で徐々にハタネズミ類が増加してきたことが一因と推察された。試験地周辺では2mを超えて成長した植栽木でもノネズミによる環状剥皮による枯死が発生しており、今後県内各地で注意が必要である。その他には3・4成長期後にサルトリイバラによる主軸先端部の絞め殺しや苗の伸長阻害が認められており、注意が必要である。

(2) 植栽苗の大きさとその後の成長

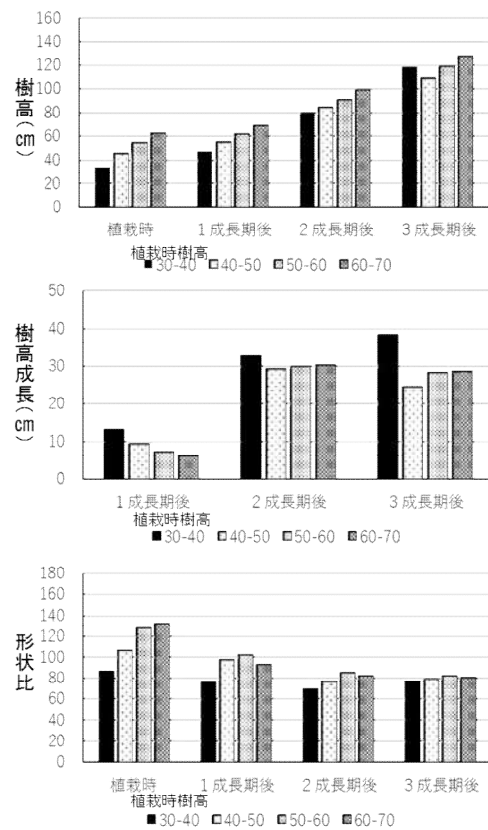
植栽時の樹高が異なるスギおよびヒノキの2年生コンテナ苗のその後の成長について、図-16と図-17に示した。スギでは、平均樹高成長は植栽時樹高で30-40 cmの苗が最大であったが、1成長期後まででは、植栽時の樹高からの逆転は認められなかった。愛知県内の出荷基準である30 cm以上



図一六 植栽時に樹高が異なるスギコンテナ苗の成長

に満たないものは成長も悪かった。形状比は植栽時に最大で200を超える苗もあったが、1成長期後にはすべてのサイズで最大で110、平均で50～85まで減少しており、倒伏を起こす原因となる樹高と根元径のバランスについての問題は解消されていた。実際の倒伏の発生も確認されなかった。今後、2成長期以降の成長もモニタリングすることで、30 cm以下の苗植栽の問題点の有無を明らかにしたい。

ヒノキについても、平均樹高成長はスギと同様に植栽時樹高で30-40 cmの苗が最大であったが、植栽時の樹高からの逆転は、30-40 cmの苗の3成長期後を除いて、3成長期後まで認められなかった。形状比はすべてのサイズで1～3成長期後にかけて80～105、70～90、70～85と減少しており、ヒノキについても樹高と根元径のバランスの問題



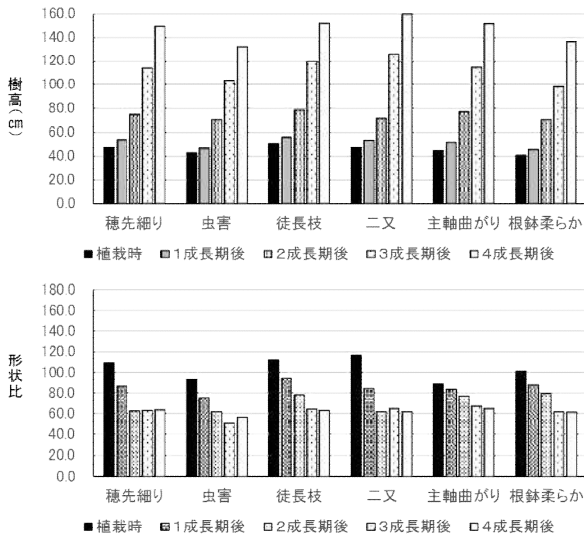
図一七 植栽時に樹高が異なるヒノキコンテナ苗の成長

は解消されていた。ただし、1年目で樹高50 cm以上、形状比130以上の苗で倒伏が発生しており、倒伏が確認されなかったスギに比べて倒伏が起こりやすいと考えられた。

以上のことから、植栽時に苗高が40 cmを超える大きな苗でも、植栽1年目の樹高と根元径のバランスが補正される時期を乗り切れば、倒伏の危険はなくなり、却って当初の樹高の大きさはその後の成長に有利に働くと考えられる。

(3) 問題苗を植栽するとどうなるか？

出荷時に懸念材料のあるヒノキ2年生コンテナ苗を植栽した場合の樹高成長と形状比変化を図一八に示した。穂先が細い苗、穂先に虫害が認められた苗、穂先が徒長した苗、二又の苗、主軸に曲がりか認められる苗、根鉢が柔らかい苗ともに、



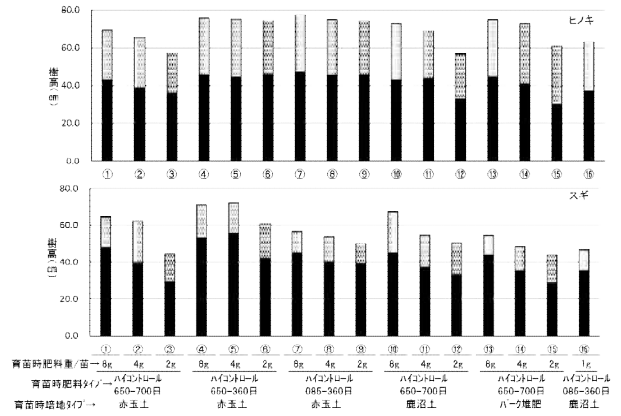
図一八 植栽時問題ヒノキコンテナ苗(6月植栽)の4成長期後までの樹高成長と形状比変化

2(1)で扱った同所で同時期に植栽されたヒノキ通常苗(図一四)と同等の成長が認められ、4成長期後には140cm前後となっていた。形状比についても2・3成長期後には60~80に収束していた。

以上のことから、出荷時点での多少の苗の形状の悪さや傷害は目立たなくなるとともに、植栽後の成長には影響しないと考えられた。

(4) 異なる培地で育苗した苗の植栽後の成長

培地と肥料の組み合わせを変えて生産者の圃場で育苗し、1年後に皆伐地に植栽したスギ・ヒノキコンテナ苗の樹高の変化を、16処理区ごとの平均値で示した(図一十九)。ヒノキでは、有効日数の700日タイプの処理区①~③・⑩~⑫・⑬~⑮では施肥量が多いほど成長していたが、有効日数360日タイプの処理区④~⑥・⑦~⑨では施肥量との関係は不明瞭であった。スギでは、有効日数が700日タイプ・360日タイプに関わらず施肥量が多いほど成長していた。スギ、ヒノキともに育苗時に700日タイプの肥料を混入した処理区では、



図一十九 育苗時培地別、肥料別のスギ・ヒノキ実生コンテナ苗の現地植栽1成長期後の樹高

植栽後1年間は施肥効果があるはずであるが、360日タイプの肥料を混入した処理区と比較して、植栽後の成長量が顕著に大きい傾向は認められなかった。2(1)や(2)の試験でもスギ・ヒノキともに植栽時の苗の大きさそのままに成長しており、今回の試験でも肥料の有効期間よりも植栽時の苗の大きさが成長に影響している可能性がある。

これらの植栽苗の1成長期後の生残率は、スギやヒノキのどの処理区でも90%以上で、倒伏も認められなかった。

(5) 小さな苗から育てたコンテナ苗の成長

10cm以下の幼苗から育苗したヒノキコンテナ苗の現地植栽後の樹高成長を図一二十に示した。育苗時に用いた700日タイプと360日タイプの違いは樹高に影響していないように見えた。同時期同所に植栽した植栽時にすでに10cm以上の幼苗から育苗した通常ヒノキコンテナ苗では1成長期後に樹高50~70cmであった。今回の試験ではサンプル数が少ないこと、枯れた個体は除いて集計を行っていることで50~95cmとやや大きめの値がでていますが、同等の樹高成長を示したと考えられる。このことから、10cm以下の幼苗であっても、

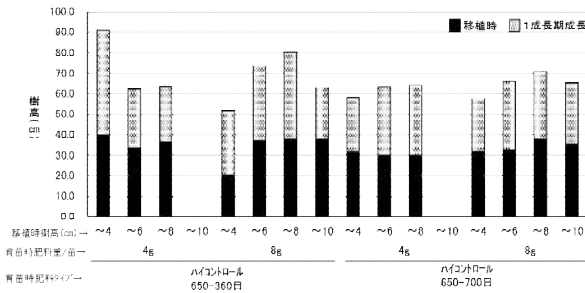


図-20 10 cm以下の幼苗を用いたヒノキ実生コ
ンテナ苗の現地植栽1成長期後の樹高

愛知県の生産現場で主に行われている施肥量（ハイコントロール 085-360 日タイプで 1g/苗）より多めに施肥し、出荷時に基準を満たす苗高まで成長した苗であれば、現地植栽後も問題なく成長することが示された。

(6) 1年生挿し木苗の現地成長

1年生のスギ挿し木コンテナ苗の植栽後5成長期後までの樹高成長は、秋植え・春植えともに、系統間およびコンテナ苗と裸苗の間で大きな差はなかった（図-21）。ただし、同所に植栽された通常の2年生実生コンテナと比較すると大きな差ができていた。1年生挿し木苗については、新城市では小尾根上のガレ場であった点、設楽町ではシカ対策のために防護柵ではなくサプリガードを用いており、根や葉の伸長が抑制されることで通

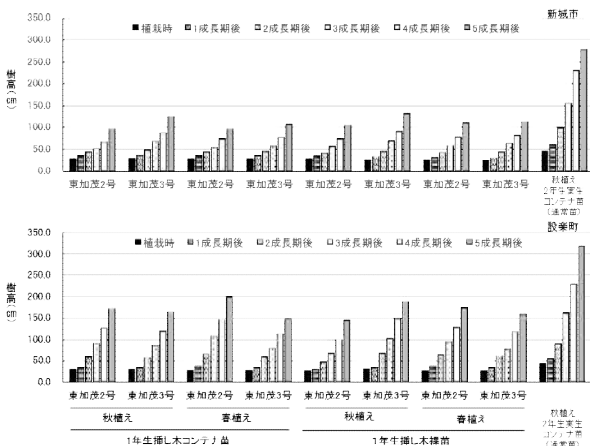


図-21 スギ1年生挿し木コンテナ苗と裸苗の植
栽後の平均樹高の推移

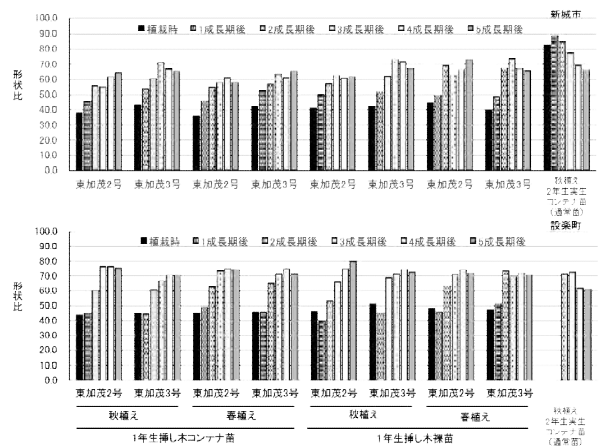


図-22 スギ1年生挿し木コンテナ苗と裸苗の植
栽後の平均形状比の推移

常苗よりも成長に不利な点があったことも影響していると推察される。土壌条件のよい設楽町の調査木の中には系統に関わらず、通常苗と同等の3年目ですでに樹高が150 cm超え、5年目で300 cm超えの苗もあり、条件を整えれば通常苗と同等の成長も可能であると考えられる。形状比では通常苗が60~70に減少・収束したのに対し、挿し木では新城市では60~75、設楽町では70~80に増加・収束していた（図-22）。平田ら（2014）においても挿し木を用いたコンテナ苗は植栽後に形状比が増加することが報告されており、本研究でも同様の状況が認められた。挿し木コンテナ苗の場合、植栽時の形状比が60以下と低いため、2（1）などの実生コンテナ苗とは逆に形状比が増加するようにバランスをとり成長するようである。一方、形状比が増加・収束する値が植栽地によって異なっていたことは、場所ごとの条件の違い、例えば設楽町でのサプリガードや競合する周囲の植生などの影響が関係していると考えられる。

表-3 および表-4 には新城市および設楽町におけるスギ1年生挿し木コンテナ苗とスギ2年生実生コンテナ苗の生残率と様々な被害の発生状況の推移を示した。1成長期後の生残率は挿し木、

表－3 新城市におけるスギ1年生挿し木苗と2年生実生苗の生残率と被害の推移 単位：%

	1年生挿し木コンテナ苗					2年生実生コンテナ苗				
	1成長期後	2成長期後	3成長期後	4成長期後	5成長期後	1成長期後	2成長期後	3成長期後	4成長期後	5成長期後
生残率	89.7	87.1	84.5	83.6	83.6	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7
先枯れ	4.3	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—
シカ剥皮害	—	—	—	—	5.2	—	—	—	—	83.3
シカ枝食害	—	—	—	35.3	11.2	3.3	—	—	—	—
ウサギ食害	1.7	1.7	0.9	—	—	—	—	—	—	—
根鉢浮き上り	8.6	—	—	—	—	10.0	—	—	—	—

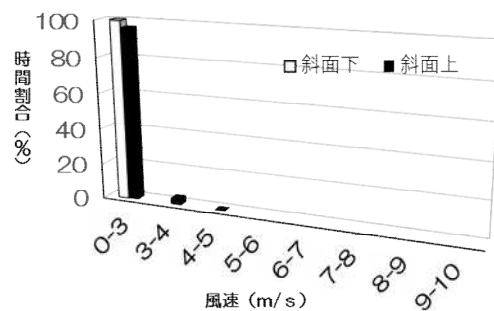
表－4 設楽町におけるスギ1年生挿し木苗と2年生実生苗の生残率と被害の推移 単位：%

	1年生挿し木コンテナ苗					2年生実生コンテナ苗				
	1成長期後	2成長期後	3成長期後	4成長期後	5成長期後	1成長期後	2成長期後	3成長期後	4成長期後	5成長期後
生残率	100.0	98.3	93.9	92.2	92.2	100.0	95.0	85.0	85.0	85.0
先枯れ	17.4	13.9	7.0	1.7	—	—	15.0	—	—	—
根鉢浮き上り	3.5	3.5	—	—	—	—	—	—	—	—

実生ともに89%以上で大きな差は認められなかった。根鉢の浮き上がりは主に活着初期の1年目で発生していた。新城市はより根鉢が充実していると考えられる実生コンテナ苗でも発生しており、ガレ場であったことから、土壌表面の流亡で根鉢上部が露出したと考えられた。設楽町は標高800mを超えており、すべて秋植えの苗に発生していたことから、冬季の土壌凍結によると考えられた。先枯れについては、主に挿し木苗で確認され、新城市ではガレ場で根が張りにくいこと、設楽町ではサプリガード内での草本の被圧やメッシュへの接触が原因と考えられた。獣害については設楽町のサプリガードでは起こらなかったが、新城市の防護柵では下刈が一段落した4年目からシカの柵内への侵入による主軸や枝の食害が目立ち始め、5年目では剥皮食害が一気に顕著になった。被害率も、挿し木コンテナ苗に先行にして大きく成長していた実生コンテナ苗で調査木の80%を超え、選択的にスギを食害していると考えられた。コンテナ苗が成長していく過程で避けられない問題で、被害防除のためには、防護柵の侵入箇所のメンテナンスや場合によってはスギ苗の食害を学習した個体の駆除も選択肢に入ってくると考えられる。

3. 現地でのコンテナ苗植栽後の問題とその解消

秋植えのヒノキコンテナ苗植栽地で枯死が発生した新城市作手高里での、斜面上部と下部の風速の時間割合を図-23に示した。この場所では、斜面上部、斜面下部ともに北よりの風が確認されたが、そのほとんどは0~3m/sの弱いものであった。ただし、斜面上部では3~4m/sが3.4%、4~5m/sが0.1%確認され、斜面上部の方が強い風にさらされることで、より強い乾燥ストレスに晒されており、それが枯死につながった可能性が考えられた。当地は標高580mと県内の植栽地の中では中位の標高であるが、北向きの斜面で風の強い場所では、秋植えの植栽には慎重になる必要があると考えられた。



図－23 斜面上部と下部で観測された風速の時間割合

凍上害と考えられる苗の浮き上がりが発生した植栽地の標高を示した(図-24)。被害は標高400m以上で発生しており、このような条件の植栽地では、「秋～冬植栽ではしっかり深植えする」、あるいは「秋～冬植栽は避け、春植栽にする」といった注意が必要と考えられた。

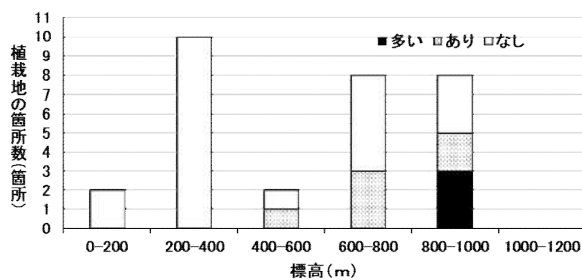


図-24 凍上害と考えられる苗の浮き上がりが発生した植栽地の標高分布

コンテナ苗の植栽は活着の点では、2(1)に示したように時期を選ばないことがわかってきているが、隣県の静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター(2018)でも高標高地での植栽は秋から冬の植栽は土壌凍結や寒風害による苗の衰弱・枯死が多くなることが指摘されており、愛知県でも同様の注意が必要である。その他にも2(1)～(6)で示された1年目の倒伏、標高400m以上での凍上害、ノネズミやノウサギ、シカといった獣害などの発生を想定して、植栽時やその後の対応を現場ごとに判断することが大切である。

引用文献

- 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
- 石田朗(2018) コンテナ苗を用いた森林造成に関する研究. 愛知県森林・林業技術センター報告 55: 19-26
- 石田朗・栗田悟・江口則和(2018) 愛知県におけるスズタケの一斉開花状況とノネズミ個体群

への影響—開花2年目秋までの状況—. 中部森林研究 66: 43-44

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

(2018) コンテナ苗 ～その特徴と植栽成績～.

諏訪鍊平・奥田史郎・山下直子・大原偉樹・奥田裕規・池田則男・細川博之(2016) 植栽時期の異なるヒノキコンテナ苗の活着と成長. 日林誌 98: 176-177

八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・檀間岳・野口間麻穂子・八木貴信・齋藤智之・松本和馬・山田健・落合幸二(2016) スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係. 日林誌 98: 139-145