

【原著論文】

エゾマツ実生コンテナ苗と裸苗の植栽後3年間の生残と地上部成長

後藤 晋^{*1}・尾張 敏章²・小川 瞳²・木村 徳志²・福岡 哲²・

宅間 隆二²・犬飼 慎也²・高橋 功一²・佐々木 尚三³

Survival and shoot growth of containerized and bare-rooted seedlings of

Picea jezoensis during three years after planting

Susumu Goto^{*1}, Toshiaki Owari², Hitomi Ogawa², Noriyuki Kimura², Satoshi Fukuoka²,

Ryuji Takuma², Shinya Inukai², Koichi Takahashi², and Shozo Sasaki³

要旨: 近年、裸苗と比べて植付け効率が良く、活着率も高いとされるコンテナ苗が注目されている。しかし北海道に自生する針葉樹は初期成長が遅く、林床が厚くササ類に覆われているため、コンテナ苗が裸苗と同等以上の生残率や成長を示すかどうかを確認する必要がある。本研究では、エゾマツを対象に、4年生コンテナ苗と2種類の方法で育成した3年生コンテナ苗、7年生裸苗を2010年秋と2011年春に植栽し、植栽後3年間の生残、樹高、地際直径を調査した。2種類の3年生コンテナ苗は、4年生コンテナ苗や裸苗と比較して、調査期間にわたり、生残率が低く、成長量も小さかった。3年後の生残率は、4年生コンテナ苗と裸苗の間に有意差がなかった。樹高成長量と直径成長量については、1生育期目と2生育期目では4年生コンテナ苗と裸苗が同等の値を示したが、3生育期目には裸苗の方が4年生コンテナ苗よりも大きくなった。

キーワード: エゾマツ、コンテナ苗、成長期、ササ、裸苗

Abstract: Recently, containerized seedlings attract attention due to their planting efficiency and rooting success compared to bare-rooted seedlings. However, the survival rate and growth of containerized seedlings in Hokkaido might show different tendency since naturally-distributed conifers grow slowly at the early stage in Hokkaido and the forest floor is densely covered by dwarf bamboos. We planted 4-year-old containerized seedlings, two kinds of 3-year-old containerized seedlings, and 7-year-old bare-rooted seedlings in autumn 2010 and in spring 2011. Then, their survivorship, height, and root collar diameter were investigated during three years after planting. The two kinds of 3-year-old containerized seedlings have exhibited significantly lower rate in survival and shoot growth than the 4-year-old containerized seedlings and 7-year-old bare-rooted seedlings. In contrast, the survival rate is not significantly different between the 4-year-old containerized seedlings and 7-year-old bare-rooted seedlings after three years. Height and diameter growth of the 7-year-old bare-rooted seedlings were larger than those of the 4-year-old containerized seedlings at the

* E-mail: gotos@uf.a.u-tokyo.ac.jp

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林教育研究センター Education and Research Center, The University of Tokyo Forest, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1, Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan

² 東京大学大学院農学生命科学研究科附属北海道演習林 The University of Tokyo Hokkaido Forest, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 9-61, Higashi-machi, Yamabe, Furano, Hokkaido 079-1563, Japan

³ 森林総合研究所北海道支所 Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Hitsujigaoka-7, Toyohira, Sapporo, Hokkaido 062-8516, Japan

2014年4月28日受付、2014年10月1日受理

third growing period, although they were similar level between them at the first and second growing period.

Keywords: bare-rooted seedling, containerized seedling, dwarf bamboo, growing period, *Picea jezoensis*

はじめに

根鉢が成型された鉢付き苗であるコンテナ苗は、裸苗に比べて活着がよく、適度な降雨があればいつでも植栽が可能とされる(遠藤 2007)。また、根鉢が小型であるため植付け効率がよく、植栽当年から成長を開始する(山川ら 2013)。しかし、コンテナ苗を植栽した後の結果は、スギなど一部の樹種でしか報告されておらず(金澤 2012; 山川ら 2013; 平田ら 2014)、目的とする樹種のコンテナ苗を事業的に導入するためには、コンテナ苗が植栽後に生存や成長を持続していけるのかを予め確認しておく必要がある。

北海道でもコンテナ苗に対する関心は高く、民間の苗木生産業者でトドマツ、アカエゾマツ、カラマツ、グイマツなどのコンテナ苗を生産している例がある(松村 2013)。しかし、北海道でのコンテナ苗の植栽試験に関する報告は少なく(横山・佐々木 2013; 尾張ら 2013; 南・佐々木 2014)、ササ類が林床を厚く覆っている北海道において、初期成長の遅い自生針葉樹のコンテナ苗が植栽後に活着し、成長できるのかどうかはよく分かっていない。

私たちは、北海道の主な自生針葉樹の中で、その蓄積が減少し続けているエゾマツを対象に、コンテナ苗の育成条件(小川ら 2013)やその植栽方法(尾張ら 2013; 佐々木 2013)などを検討してきた(後藤 2013)。本論文では、尾張ら(2013)が紹介した植栽試験の一部のデータを詳しく解析し、エゾマツコンテナ苗を実際に植栽した後、裸苗と同等の生存や成長が持続できるのか、またコンテナ苗を用いる場合、どの育苗方法が適しているかを検討した。

材料と方法

コンテナ苗の育成方法

コンテナ苗の育成は、東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林北海道演習林(以下、北海道演習林)の山部苗圃で行った。苗木の育成方法は以下の4種類である(表-1)。7年生裸苗は、2003年10月に播種し、2生育期を播種床で育成した後、床替え床に移植して5生育期を育成した。4年生コンテナ苗は、2006年10月に播種し、

2生育期を播種床で育成した幼苗を容量300mlのマルチキャビティコンテナ(以下、コンテナ)JFA300に移植し、コンテナに入った状態で2生育期を育成した。3年生コンテナ苗(1-2)は、2007年10月に播種し、1生育期を播種床で育成した幼苗を容量150mlのコンテナJFA150に移植し、コンテナで2生育期を育成した。3年生コンテナ苗(2-1)は2007年10月に播種し、2生育期を播種床で育成した後、コンテナJFA150に移植して1生育期を育成した。コンテナには、いずれもリブとよばれる突起がついており、根巻きを防ぎ、底部で空中根切りする構造となっている(遠藤 2007; 平田ら 2014)。なお、コンテナの用土は、ココピートともみ殻を7:3で混合したものである

植栽の時期と調査方法

植栽地は、標高679m~706m、傾斜度3.6°~5.8°、斜面方位は南東で、北西~南東に向かって帯状に30m幅で皆伐した場所である。2010年に委託業者のバックホウによりA0層並びにササの根茎除去を行う地帯えが行われた。試験地から約2km離れた前山気象観測点における2010年の気象観測では、年平均気温が5.8°C、最大積雪深は約1.2mとなっている。また、同年の年降水量は標高230mの山部樹木園の気象観測地点で1651.5mmであった。植栽時期は、2010年秋と2011年春である。裸苗は、移植直前に苗畑から掘り取り、植栽した。コンテナ苗は、いずれも苗をコンテナに入れた状態で植栽場所まで運び、現地でコンテナから苗木を引き抜いて植栽した。2011年の春植えでは、2010年秋の降雪前に植栽場所まで運び、越冬させて雪解け後に植栽を行った。

コンテナ苗の植栽は、植栽場所の地面の堅さに応じて、鍬かプランティングチューブを使い分けて用いた。裸苗は全て鍬で植栽した。植栽は、コンテナ苗秋植え、裸苗

表-1 本研究で供試したエゾマツ苗木の概要

苗木の種類	育苗期間*	移植	植栽数
7年生種苗	2-5	床替床	192
4年生コンテナ苗	2-2	JFA300	64
3年生コンテナ苗(1-2)	1-2	JFA150	64
3年生コンテナ苗(2-1)	2-1	JFA150	64

*: 播種床での育成年数 - 床替床/コンテナでの育成年数

結果

秋植え、コンテナ苗春植え、裸苗春植えという4つのブロックを1つの反復として、4反復を設定した。各ブロックでは、3列×8本(24本)を2m間隔で配置した。すなわち、総植栽本数は24本×4ブロック×4反復=384本である。コンテナ苗を植栽したブロックでは、各育苗方法につき8本のコンテナ苗を単木混交で植栽した。各個体の生残調査(生残=1、枯死=0)は成長が停止した後の秋と雪解け後の春に行った。各個体のサイズ測定については、植栽前の2010年秋、植栽後の2011年秋、2012年秋、2013年秋に各個体の樹高を定規で、一方向の地際直径(以下、直径とする)をデジタルノギスで測定した。

本研究の試験地では、前述したような地植えが行われなかったため、調査期間中、ササ類や下層植生の侵入は乏しく、下刈りは行われなかった。

3年後の生残率に及ぼす要因

2013年秋の生残率が植栽時期と育苗方法によって異なるかどうかについて、2013年秋の生残(1)もしくは枯死(0)の二値データを応答変数、植栽時期と育苗方法を説明変数の固定効果、反復をランダム効果とする一般化線形混合モデルを構築し、春植えと秋植えで生残率が異なるか、裸苗に対して3種類のコンテナ苗の生残率が異なるかを調べた。応答変数には二項分布を用い、連結関数にはlogitを用いた。モデルの解析にはR ver 2.12.1(R Development Core Team 2012)のパッケージlme4の関数lmerを用いた。

植栽から3年間の樹高と直径

植付け前、2011年秋(11秋)、2012年秋(12秋)、2013年秋(13秋)の各調査時において、樹高と直径が育苗方法によって異なるかどうかを、一般化線形混合モデルを用いて調べた。説明変数の固定効果には育苗方法、ランダム効果には反復を用いた。応答変数(各測定時の樹高と直径)は正規分布に従うとし、連結関数にはidentityを用いた。育苗方法間の多重比較には、RのパッケージpsclのTukey法を用いた。

樹高および直径成長量の比較

2010年秋から2013年秋までの3生育期における樹高と直径の期間成長量として、各調査時の測定値の差分を計算した。各生育期の期間成長量を応答変数、育苗方法を説明変数の固定効果、植栽時期と反復をランダム効果として、各生育期の育苗方法間で成長量が違うかどうかについて前述した方法で多重比較を行った。

生残率の推移

秋植えでは、2011年春の時点では全ての育苗方法で90%以上の生残率であった。しかし、2011年秋に3年生コンテナ苗(1-2)が大きく低下し、そのまま差が開いたまま推移した。春植えでは、4年生コンテナ苗の生残率は、秋植えと同様に調査期間中は7年生裸苗と同等の値で推移した。一方、2種類の3年生コンテナ苗はいずれも2011年秋から低く、調査期間を通じて、裸苗や4年生コンテナ苗よりも低かった(図-1)。

統計解析の結果、植栽時期は3年後の生残率に有意な影響がなかった。一方、育苗方法間では裸苗と4年生コンテナ苗は有意差がなかったが、裸苗と2種類の3年生コンテナ苗の間には有意な差が認められた(表-2)。

植栽から3年間の樹高と直径

樹高の推移を図-2に示した。秋植えでは、裸苗は常にすべてのコンテナ苗よりも有意に大きく、4年生コンテナ

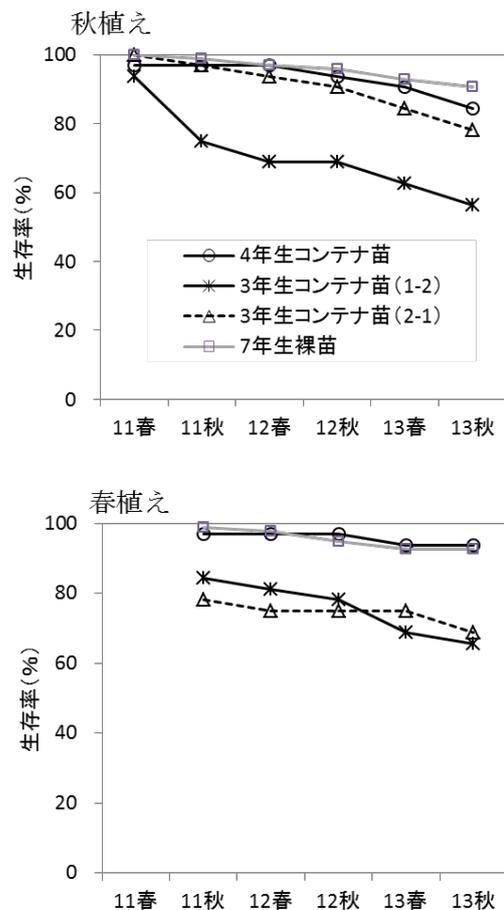


図-1 育苗方法別にみた生残率の推移

表-2 植栽から3年後の生存率に植栽時期と育苗方法が及ぼす影響

説明変数	固定効果	推定値	
植栽時期	秋植え - 春植え	0.2110	ns
育苗方法	裸苗 - 4年生コンテナ苗	-0.3060	ns
	裸苗 - 3年生コンテナ苗 (1-2)	-0.2007	***
	裸苗 - 3年生コンテナ苗 (2-1)	-1.4140	***

*** : 0.1%水準で有意、ns : 有意差がないことを示す。

苗と3年生コンテナ苗(2-1)には有意差がなく、3年生コンテナ苗(1-2)は13秋を除いて他よりも有意に小さかった。春植えも秋植えとほぼ同様の結果であったが、13秋に4年生コンテナ苗と3年生コンテナ苗(2-1)の間に有意な差が認められた。

直径の推移を図-3に示す。植栽時期によらず、裸苗は常にコンテナ苗よりも大きかった。また、4年生コンテナ苗は2種類の3年生コンテナ苗よりも大きく、3年生コンテナ間では有意差はなかった。

育苗方法別の樹高および直径成長量

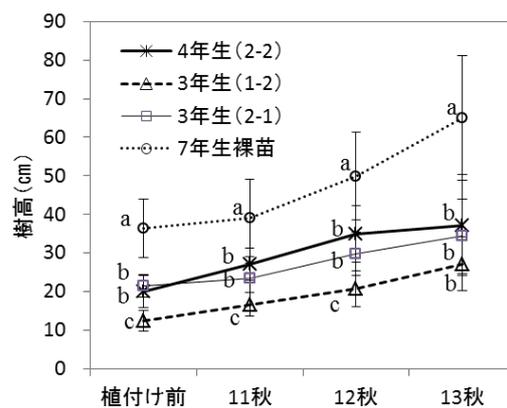
樹高成長量では、1生育期目は4年生コンテナ苗が裸苗よりも有意に大きかったが、2生育期目は有意差がなくなり、3生育期目は裸苗の方が大きくなった(図-4)。また、3生育期目は4年生コンテナ苗の方が2種の3年生コンテナ苗よりも有意に大きかった。3年生コンテナ苗間では、常に有意な差はなかった。

直径成長量では、1~2生育期目には裸苗と4年生コンテナ苗の間に有意差がなかったが、3生育期目は裸苗の方が有意に大きくなった。樹高成長量同様、3年生コンテナ苗間では、常に有意な差はなかった(図-4)。

考 察

北海道の自生針葉樹であるトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツは苗木の初期成長が遅く、裸苗生産では播種床2年、床替え床4年の合計6年間もの育苗期間が必要となる(小笠原・倉橋 2000)。エゾマツにおけるコンテナ苗の利用では、病害や気象害を回避するという目的のほかに、長い育苗期間を短縮し、床替え床の除草管理などを軽減できるというメリットが期待されている(後藤 2013)。本研究で、植栽から3年後の生残率では、植栽時期によらず、2種類の3年生コンテナ苗は7年生裸苗よりも有意に低かったが、4年生コンテナ苗は裸苗との間に有意な差はなかった。しかし、樹高と直径に着目すると、裸苗は

秋植え



春植え

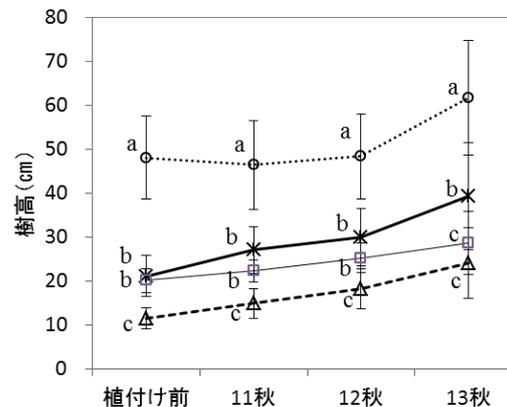


図-2 育苗方法別にみた樹高の推移。エラーバーは標準偏差、異なるアルファベットは有意差があることを示す。

常に4年生コンテナ苗よりも有意に大きかった。3生育期が経過しても、4年生コンテナ苗の樹高や直径は、7年生裸苗の植付け前よりもやや小さいサイズとなっており、植栽後の初期成長をいかに持続させ、早い段階で樹高や直径を大きくするかが今後の課題といえる。

地上部の樹高および直径成長量について、裸苗と4年生コンテナ苗を比較すると、1生育期目と2生育期目まで

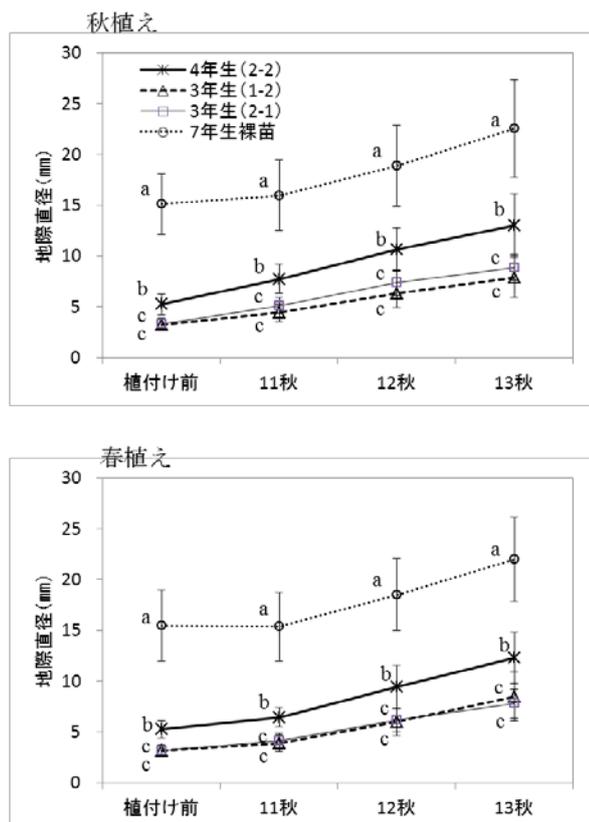


図3 育苗方法別にみた地際直径の推移。エラーバーは標準偏差、異なるアルファベットは有意差があることを示す。

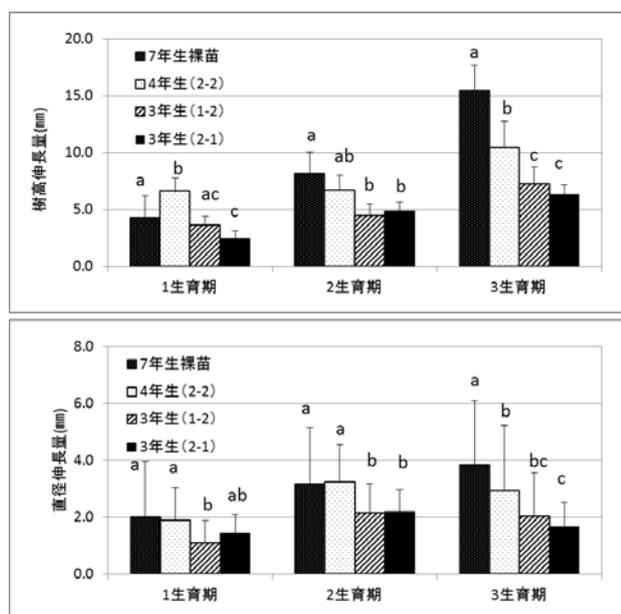


図4 育苗方法別にみた各育成期の樹高および直径成長量。エラーバーは標準偏差、異なるアルファベットは有意差があることを示す。

は4年生コンテナ苗の方が有意に大きいのか、有意差がなかったが、3生育期目になると、いずれも裸苗の期間成長量が有意に大きくなった(表-2)。植栽から1生育期目における4年生コンテナ苗の樹高成長量が裸苗よりも大きかったのは、コンテナ苗が植栽後にすぐに成長できるというこれまでの知見(山川ら 2013)と一致した。スギのコンテナ苗では、植栽前のサイズが裸苗よりも小さくても、1生育期後にはコンテナ苗の方が大きくなったという報告がある(金澤 2012)。一方、スギ挿し木コンテナ苗では、1生育期目には裸苗よりも相対成長率が良かったが、伸長成長量には両者で有意差がなく、2生育期目には相対成長率、伸長成長量ともに有意差がなくなったとする報告がある(平田ら 2014)。

本研究では、3生育期目になると、エゾマツの7年生裸苗は全てのコンテナ苗よりも樹高と直径の成長量が有意に大きくなり(表-2)、1生育期目とは逆転する現象が認められた。平田ら(2014)はスギ挿し木コンテナ苗と裸苗を植栽した後、両者の地下部の成長を比較し、地下部の乾燥重量は裸苗の方がコンテナ苗よりも大きかったとしている。他の地域でエゾマツコンテナ苗と裸苗を同時に植栽し、植栽から2年後に掘り取り調査をした結果では、コンテナ苗の地下部の乾燥重量が裸苗に比べて小さいという結果が得られている(後藤ら未発表)。

以上のことから、コンテナ苗を植栽した後の地下部の根系発達の実態解明、また根系発達を改善するためのコンテナ苗の育成方法について、さらに検討が必要だと考えられた。

まとめ

本研究では3種類の方法で育成したエゾマツ実生コンテナ苗と対照とする裸苗を秋と春の2つの時期に植栽し、植栽から3年間にわたり、生残率と地上部の成長を調べた。その結果、4年生コンテナ苗の生残率は、植栽3年後でも7年生裸苗と有意な差がなく、また1生育期目と2生育期目の樹高成長量と直径成長量は、裸苗と同等かそれ以上であった。しかし、3生育期目には裸苗の方が有意に大きくなり、コンテナ苗の育成や植栽の方法にさらなる工夫が必要だと考えられた。

エゾマツコンテナ苗を植栽する場合、今回の方法の中では、播種床で2年間育成した幼苗をJFA300コンテナに移植して2年間育成して山出しする方法が良いと考えられた。しかし本結果は1植栽地の事例であり、調査期間も植栽から3年間と限定的であることから、北海道にお

ける自生針葉樹のコンテナ苗の導入については、生残や成長のデータをさらに蓄積しながら、検討する必要がある。

謝 辞

本研究の実施に当たり、北海道演習林樹木園・苗圃の安藤佳子、中坪優子、佐藤裕子、内芝和江の各氏にエゾマツの苗木生産、千葉演習林の村川功雄氏、北海道演習林の岡平卓巳氏をはじめ、北海道演習林の皆様に試験地の設定と管理、調査等にご協力を頂き、教育研究センターの三浦直子氏に英文チェックをお願いした。厚く謝意を表す。本研究は、平成22年度～25年度の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業22060「北海道固有の森林資源再生を目指したエゾマツの早出し健全苗生産システムの確立」の研究助成を受けて行われた。

引用文献

遠藤利明 (2007) コンテナ苗の技術について. 山林 1478: 60-68
後藤晋 (2013) 「エゾマツ早出し健全苗プロジェクト」特別号について. 北海道の林木育種 56(2): 1-2
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. 日本森林学会誌 96: 1-5

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
松村幹了 (2013) トドマツ等北方産樹種のコンテナ苗栽培. 森林技術 863: 8-10
南達彦・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-. 北方森林研究 62: 49-52
小笠原繁男・倉橋昭夫 (2000) トドマツ、エゾマツおよびアカエゾマツの実生育苗の変遷 -東京大学北海道演習林の事例-. 林業技術 695: 26-29
小川瞳・木村徳志・福岡哲 (2013) 裸根幼苗のコンテナへの移植とその管理. 北海道の林木育種 56(2): 15-16
尾張敏章・木村徳志・小川瞳・福岡哲・宅間隆二・犬飼慎也・高橋功一・佐々木尚三・後藤晋 (2013) 東京大学北海道演習林におけるエゾマツコンテナ苗の植栽試験. 北海道の林木育種 56(2): 35-36
R Development Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
佐々木尚三 (2013) コンテナ苗の植栽作業. 北海道の林木育種 56(2): 31-32
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
横山誠二・佐々木尚三 (2013) コンテナ苗植栽試験について～北海道でのコンテナ苗生長状況～. 北方森林研究 61: 101-104