

論 文

植栽時期がヒノキ・コンテナ苗の活着と植栽後2年間の成長に及ぼす影響¹

渡邊仁志・三村晴彦²・茂木靖和・千村知博^{2,3}

Influences of planting season on survival and growth of Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) containerized seedlings during first two years after planting¹

Hitoshi Watanabe, Haruhiko Mimura², Yasukazu Moteki, Tomohiro Chimura^{2,3}

岐阜県の寒冷・寡雪地域におけるヒノキ・コンテナ苗の通年植栽の可能性を検討するため、春（2014年4月）、夏（同年7月）、秋（同年11月）に植栽したコンテナ苗の活着率と植栽後2年間の成長を春（2014年4月）に植栽した普通苗と比較した。コンテナ苗は植栽時期にかかわらず、春植栽の普通苗と同程度以上の活着率を示した。夏と秋植栽のコンテナ苗は、普通苗や春植栽のコンテナ苗に比べて、植栽時の樹高と比較苗高（樹高／根元直径）が高く、植栽当年および翌年の成長量が小さかった。植栽適期以外に植栽しても活着率は著しく低くなかったことから、コンテナ苗により植栽期間を拡大させられる可能性が示された。しかし、成長量ではコンテナ苗の夏植栽、秋植栽に優位性がみられなかったことから、保育の省力化を目的とした通年植栽には再検討の必要があると考えられる。

キーワード：ヒノキ、寒冷・寡雪地域、コンテナ苗、成長量、植栽時期

I はじめに

近年、林業の経営収支が悪化し、主伐期を迎えた人工林の伐り控えや再造林放棄が問題になっている。林業経営の採算性と森林資源の安定性を確保するため、低コストかつ確実な再造林技術が求められるなか、育林経費全体に占める割合が極めて高い初期保育の費用（林野庁 2013）を下げる必要がある。現在、低コスト再造林を実現する一策として、マルチキャビティコンテナなどにより育苗したコンテナ苗の活用が検討されている。コンテナ苗は時期を選ばずに植栽でき、植栽効率が高く、造林用裸苗（以下、普通苗）に比べ活着率が高い（中村 2012）といわれている。また、コンテナ苗の特性を利用し伐採、地拵え、植栽を連続して行う一貫作業システムにより、造林作業の省力化と経費の低コスト化が期待されている（今富 2011）。

一貫作業システムの導入条件になるのが、「植栽時期を選ばない」というコンテナ苗の特性である。コンテナ苗の植栽時期の検証は、これまでにスギ（*Cryptomeria japonica*, 山川ら 2013), ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*, 諏訪ら 2016 ; 近藤・袴田 2016), クロマツ

(*Pinus thunbergii*, 八木橋ら 2015), カラマツ (*Larix kaempferi*, 原山ら 2016 ; 成松ら 2016) で検証され、通年植栽や植栽時期の拡大が可能であると考えられている（山川ら 2013 ; 八木橋ら 2015 ; 原山ら 2016 ; 成松ら 2016）。しかし、樹種的にみると岐阜県の主要造林樹種であるヒノキの事例は少なく（諏訪ら 2016），地域的にみると高標高地・山岳地帯を抱える中部地域における事例（近藤・袴田 2016）が不足していることから、今後、植栽事例の収集によって通年植栽に関するコンテナ苗の特性の普遍性を検証していく必要がある。

そこで本研究では、中部山岳地域の寒冷・寡雪地域におけるヒノキの通年植栽の可能性を検討するため、岐阜県下呂市の再造林地において、春、夏、秋に植栽したコンテナ苗の活着率と植栽後2年間の成長を普通苗と比較した。

II 調査方法

植栽調査に用いた普通苗とコンテナ苗は、同一の岐阜県産精英樹種子を用いた2年生実生苗である。このうち普通苗は、岐阜県山林種苗協同組合の苗畠（岐阜

¹本研究の一部は、平成27年度中部森林技術交流発表会（於：中部森林管理局）で発表した。

²林野庁中部森林管理局 森林技術・支援センター

³現所属：林野庁中部森林管理局 富山森林管理署立山森林事務所

（2016年9月30日受付、2017年1月6日受理）

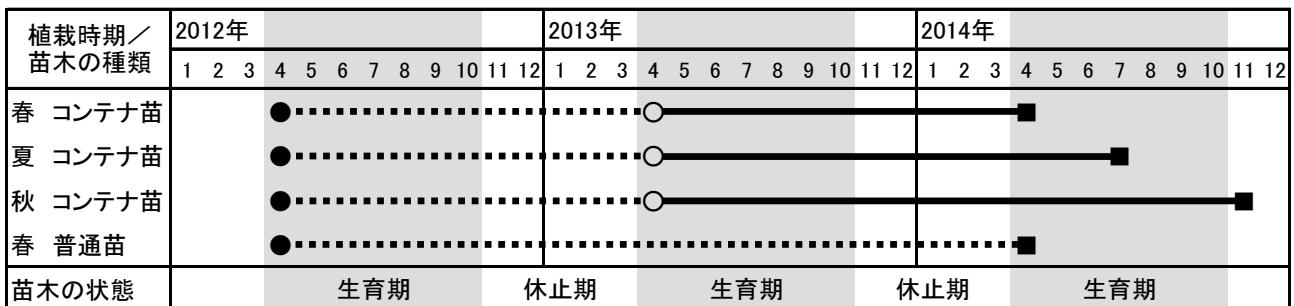


図-1. 苗木の播種、移植および植栽時期

●は播種時期、○はコンテナへの移植時期、■は植栽時期を示す。点線は苗畑における育苗期間、実線はコンテナでの育苗期間を示す。

県各務原市)で2年間育苗された(図-1)。コンテナ苗は、ココナツハスク 70, 粿殻 30, 粿殻炭 3 を容積比で 10L に調整したヒノキの標準培地(遠藤・山田 2009)を 300cc のマルチキャビティコンテナ (JFA-300) に充填し、2013 年春に 1 年生苗を移植した後、岐阜県白鳥林木育種事業地(岐阜県郡上市)のミスト室内で約 13 ~ 20 ヶ月間育苗した(図-1)。元肥には培地 10Lあたり 100g の超緩効性肥料(ジェイカムアグリ(株)製・ハイコントロール 650・700 日タイプ: N16-P5-K10)を用い、育苗期間中は追肥を行わなかった。

岐阜県下呂市金山町にある岐阜森林管理署・高天良国有林(1096 林班ほ小班)に調査地を設置した。調査地は標高 720 ~ 730m, 平均傾斜 11 度の西向き斜面上にあり、土壤の母材は濃飛流紋岩(溶結凝灰岩)、土壤型は適潤性褐色森林土(偏乾亜型)である。植栽当年(2014 年)の年平均気温と年降水量は、近傍の気象観測所(岐阜県下呂市金山町、標高 233m)において 13.1°C, 2515.5mm であった(気象庁 2016)。また、植栽当年と翌年の最低気温は同観測所において -5.8°C, -6.0°C(気象庁 2016)で、これは過去 10 年間でそれぞれ 3 番目、4 番目に高かった。調査地では 2012 ~ 2013 年にヒノキ、スギ林(約 60 年生)を皆伐後、2013 年 12 月に先行地拵え、2014 年 1 月に防獣柵の設置が行われていた。

調査地内で隣接して約 100m² の調査区を 8 箇所設け、そのうち 6 箇所を本研究に供した。調査区は斜面の上下方向に最大 50m 程度離れているが、互いに近接しており、立地の影響は少ないと考えられる。2014 年 4 月 24 日(以下、春という)、同年 7 月 31 日(夏)、および同年 11 月 14 日(秋)の各時期にコンテナ苗をそれぞれ 72 本(2 調査区分)、36 本(1 調査区分)、38 本(1 調査区分)、同年 4 月 24 日(春)に普通苗を 72 本(2 調査区分)植栽した(図-1)。コンテナ苗は、いずれの個体も根系と培土からなる根鉢を形成していた。また、普通苗は当地域の通例に倣って、植栽直前に根切りを行った。植栽後の活着率と初期成長を検討するため、

すべての苗木を個体識別し、植栽時、2015 年 3 月 25 日(植栽 1 年目期末)、および 2015 年 12 月 10 日(植栽 2 年目期末)に樹高、根元直径を計測した。枯死個体を除外し、コンテナ苗については春植栽 72 個体、夏植栽 30 個体、秋植栽 37 個体、普通苗については春植栽 65 個体を解析の対象とした。活着率は植栽 2 年目期末における苗木の生残数により、苗木形状は比較苗高(樹高(cm) / 根元直径(cm))により評価した。植栽時期および苗木種類による苗木サイズの違いは Kruskal-Wallis 検定および Scheffe の方法により、普通苗に対する活着率の違いは Fisher の正確確率検定により統計解析を行った。

III 結 果

1. 苗木のサイズと形状

植栽時の苗木の平均樹高(± SD)は、春植栽コンテナ苗で 49.0 ± 5.4cm、夏植栽コンテナ苗で 77.3 ± 9.1cm、秋植栽コンテナ苗で 74.8 ± 13.8cm、普通苗で 34.4 ± 3.9cm であった(図-2(a))。また、植栽時の平均根元直径は、春植栽コンテナ苗で 4.9 ± 0.5mm、夏植栽コンテナ苗で 5.9 ± 0.6mm、秋植栽コンテナ苗で 6.4 ± 0.9mm、普通苗で 5.5 ± 0.9mm であった(図-2(a))。樹高、根元直径には植栽時期による違いがみられ($p < 0.001$)、夏植栽、秋植栽のコンテナ苗は、春植栽の苗(コンテナ苗、普通苗)に比べ樹高が高く($p < 0.01$)、春植栽コンテナ苗に比べ直径が大きかった($p < 0.01$)。また、夏植栽、秋植栽のコンテナ苗は、春植栽の苗に比べ比較苗高が高かった($p < 0.05$; 図-2(a))。

植栽 2 年目期末において、平均樹高は春植栽コンテナ苗で 122.2 ± 21.6cm、夏植栽コンテナ苗で 88.7 ± 12.9cm、秋植栽コンテナ苗で 84.4 ± 14.5cm、普通苗で 90.7 ± 18.4cm であった(図-2(b))。また、平均根元直径は、春植栽コンテナ苗で 20.1 ± 3.1mm、夏植栽コンテナ苗で 12.3 ± 1.9mm、秋植栽コンテナ苗で 10.8 ± 1.3mm、普通苗で 16.6 ± 2.5mm であった(図-2(b))。樹高、

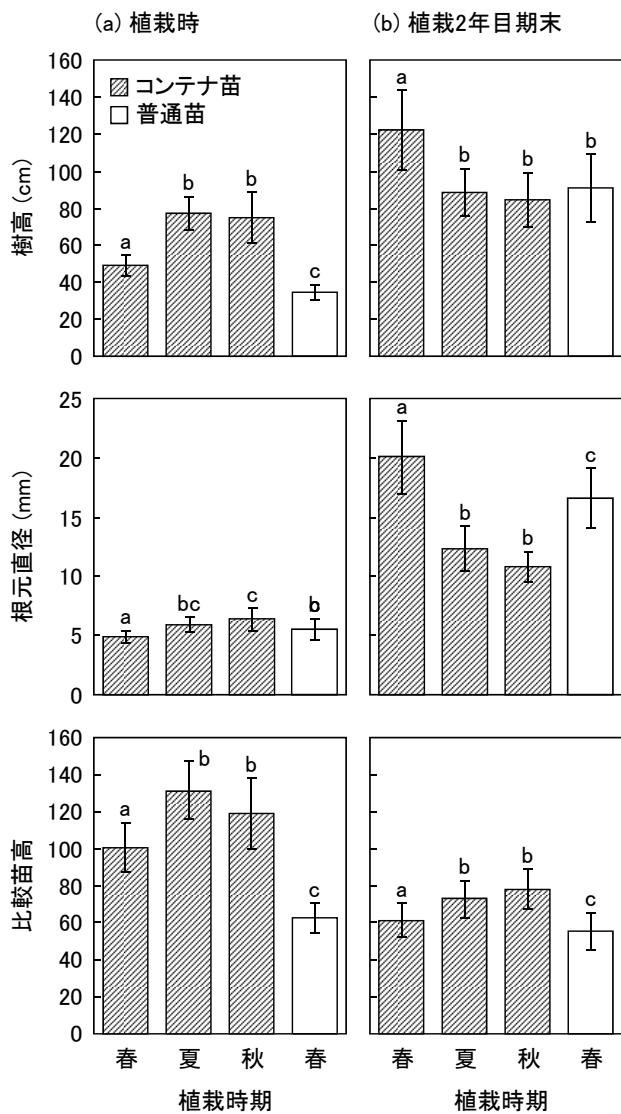


図-2. 苗木の植栽時 (a) および植栽2年目期末 (b) の平均樹高, 平均根元直径, 平均比較苗高
「春」は2014年4月, 「夏」は2014年7月, 「秋」は2014年11月植栽を示す。エラーバーは標準偏差, 異なるアルファベットは値に有意差があることを示す (Scheffeの方法, $p < 0.01$ または $p < 0.05$)。

表-1. 植栽時期の異なるコンテナ苗および普通苗の活着率

植栽時期／ 苗木の種類	個体数(本)			活着率 (%)
	植栽	生残	枯死	
春 コンテナ苗	72	72	0	100.0 *
夏 コンテナ苗	36	30	6	83.3 ns
秋 コンテナ苗	38	37	1	97.4 ns
春 普通苗	72	65	7	90.3

表中のアスタリスクは活着率において、普通苗との間に有意差があることを示す (Fisherの正確確率検定, $p < 0.05$)。

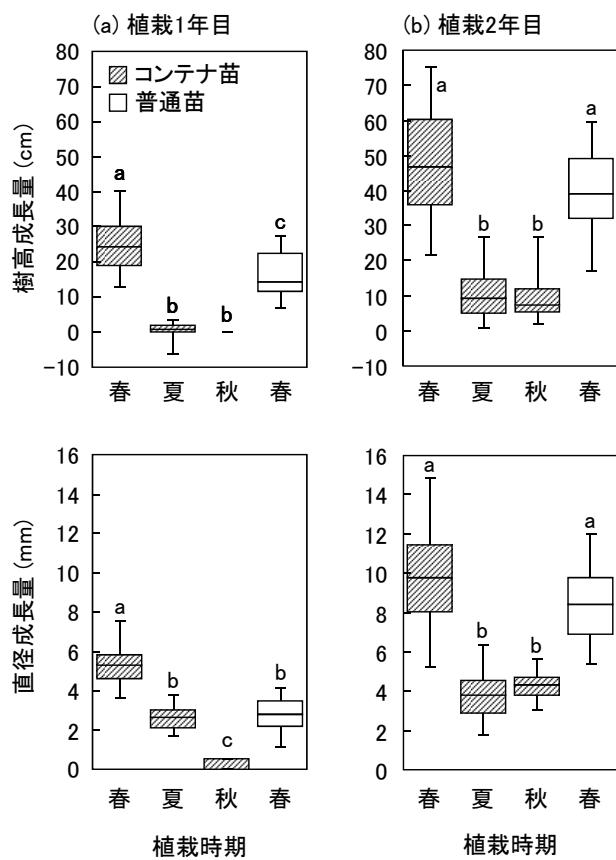


図-3. 苗木の植栽1年目 (a) および植栽2年目 (b) の樹高成長量および直径成長量

「春」は2014年4月, 「夏」は2014年7月, 「秋」は2014年11月植栽を示す。箱は四分位範囲, 箱中の横線は中央値, 上下のバーはそれぞれ95パーセンタイル, 5パーセンタイルを示す。異なるアルファベットは値に有意差があることを示す (Scheffeの方法, $p < 0.01$)。

根元直径には植栽時期による違いがみられ ($p < 0.001$), 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗は, 春植栽コンテナ苗に比べ樹高が低く ($p < 0.01$), 春植栽の苗に比べ直径が小さかった ($p < 0.01$)。夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗の比較苗高は, 依然, 春植栽の苗のそれに比べて高かった ($p < 0.05$) が, 植栽時と比べて大きく低下した (図-2(b))。

2. 植栽後の活着と成長

苗木の活着率は, 普通苗の90.3%に対し, コンテナ苗は83.3～100%であった (表-1)。普通苗と比べると, 春植栽コンテナ苗の活着率は高く ($p < 0.05$), 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗の活着率は有意差が認められなかつた ($p > 0.05$)。ただし, 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗では, 植栽1年目期末の調査において, 梢端の枯死 (先枯れ) が散見された。

植栽1年目の樹高成長量, 根元直径成長量には, 植栽時期による違いがみられ ($p < 0.001$), 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗は, 春植栽の苗に比べ, 樹高成長量

が小さく ($p < 0.01$)、春植栽コンテナ苗に比べ根元直徑成長量が小さかった ($p < 0.01$; 図-3(a))。2成長期目の傾向も同様で、夏植栽、秋植栽のコンテナ苗は、春植栽の苗に比べ、樹高成長量、根元直徑成長量ともに小さかった ($p < 0.01$; 図-3(b))。

IV 考 察

現場での聞き取りによると、岐阜県の場合、ヒノキの植栽適期は4月、または10月上旬のわずかな期間だということである。本研究では、植栽適期である4月植栽コンテナ苗だけでなく、7月植栽、11月植栽コンテナ苗でも8割以上が活着し、4月植栽の普通苗と同程度以上の活着率を示した（表-1）。これまでにも、コンテナ苗が、すべての植栽時期で高い活着率を示す事例（山川ら 2013；八木橋ら 2015；諏訪ら 2016）が報告されており、この理由として、コンテナ苗の特性、すなわち、掘り取り後の取り扱いや植栽前後の気象条件の影響を受けにくいこと（山川ら 2013）が挙げられている。この特性は、植栽試験のように最善の取り扱い条件のもとで少数の供試苗を扱う場合よりも、大量の苗を一度に扱う事業ベースの植栽において、より有効に発揮されるだろう。さらに、晩秋に植栽した場合、土壤凍結による苗の倒伏（成松ら 2016）や活着率の低下（近藤・袴田 2016）が懸念されるが、本調査地ではそれらの現象は発生はしなかった。近傍気象観測所の観測データから、調査期間中は比較的暖冬であったと推測されるが、本調査地と同程度の標高（標高750m）でも、冬期に植栽したヒノキ・コンテナ苗が高い活着率を示した（近藤・袴田 2015）ことが報告されている。したがって、今後、さまざまな気象条件下、あるいは多くの地域での植栽事例を集めめる必要はあるものの、活着率だけに着目すれば、当地域のような寒冷・寡雪地域においても、コンテナ苗により植栽期間を拡大させられる可能性が示された。

本研究の春植栽苗を比べると、コンテナ苗は普通苗よりも植栽時の樹高が大きく、比較苗高が高かった（図-2(a)）。ヒノキ・コンテナ苗が普通苗よりも高い比較苗高を示すことは諏訪ら（2016）も報告しており、その理由として、諏訪ら（2016）は、コンテナ苗は込み合った環境で育苗されるために、徒長気味の形状を示す可能性を示唆している。また、コンテナ苗の元肥に緩効性肥料を用いていることから、育苗期間を通じて伸長成長が継続したことの一因だろう。これに加え、本研究の夏植栽、秋植栽のコンテナ苗は、春植栽コンテナ苗よりも比較苗高が高かった（図-2(a)）。この理由として、春の山出しを想定して育苗したコンテナ苗を夏、または秋までコンテナ内で育苗した（図-1）ために、伸長成長のみが続いたことが影響していると推測され

る。

夏や秋に植栽したコンテナ苗では、春植栽の苗に比べ、植栽1年目の樹高成長が小さかった（図-3(a)）。これに加え、秋植栽コンテナ苗では直徑成長もほとんどみられなかった（図-3(a)）。この理由として、ヒノキの季節別樹高成長、直徑成長が4～5月に最大になり、11月には終了する（荒木 2012）ことが挙げられる。つまり、夏植栽、秋植栽のコンテナ苗が植栽当年にはほとんど成長しなかったのは、山出し後の生育期間の短さが影響していると考えられた。そのうえ本研究では、植栽2年目の樹高成長量や、根元直徑成長量にも、春植栽の苗>夏植栽、秋植栽のコンテナ苗の関係が認められた（図-3(b)）。このことはつまり、夏や秋に植栽したコンテナ苗は、植栽当年だけでなく、その翌年にも、春植栽苗と比べて成長量が小さかったことを示す。また、夏植栽、秋植栽コンテナ苗の植栽後2年間の成長量に、育苗期間中の4月から植栽時期までの成長量を足しあわせても、春植栽苗の樹高成長量には及ばなかった。これまでに、九州地方のスギ・コンテナ苗は、植栽当年にも生育期間に応じて伸長成長すること（山川ら 2013）、東北地方海岸林のクロマツでは、どの時期に植栽しても成長に大きな問題がないこと（八木橋ら 2015）が報告されている。その一方、山陽地域のヒノキ・コンテナ苗で成長に優位性がみられたのは夏植栽だけだったこと（諏訪ら 2016）も明らかになっている。このことから、春以外の時期に植栽した場合、コンテナ苗を用いたとしても、条件によっては植栽翌年まで成長低下の影響が続くことがあると考えられる。したがって、下刈り省略など保育の省力化を目的とした通年植栽には再検討の必要があることが示唆された。

このように、コンテナ苗の通年植栽に関する成績がまちまちになった理由には、地域性のほか樹種特性や苗木の形状が影響していると推測される。したがって、今後もコンテナ苗の植栽事例を集積・分析することにより、通年植栽の条件を検討する必要がある。なおこれらの条件のうち、苗の形状（比較苗高）については、いずれの苗も植栽時より植栽2年目の方が小さくなっていた（図-2(b)）。このため、夏植栽、秋植栽のコンテナ苗の比較苗高は、春植栽苗に比べて高かった（ $p < 0.05$ ）ものの、その差は小さくなっていた。形状比（本研究の比較苗高と同義）が高い苗木は、植栽後、樹高成長よりも直徑成長を大きくする傾向がある（八木橋ら 2016）ことから、比較苗高が普通苗相当（60前後）に収束しつつある現在、夏植栽、秋植栽コンテナ苗も翌年以降の樹高成長が回復する可能性がある。今後、さらに成長経過を調査をしていく必要があるが、植栽初期における速やかな樹高成長を確保するためには、植栽する苗木の形状に留意しなければならないことが示唆された。

本研究は、岐阜県と中部森林管理局との共同事業である。調査地の設定にあたっては、中部森林管理局 岐阜森林管理署の協力をいただいた。また、本調査・研究の実施にあたり、中部森林管理局 岐阜森林管理署、同 森林技術・支援センター、岐阜県白鳥林木育種事業地、岐阜県森林整備課、岐阜県森林研究所の関係者の皆さまにお手伝いいただいた。本研究の一部は、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展開事業（うち产学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）」により実施した。ここに記して各位に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 荒木眞岳（2012）ヒノキ若齢木における胸高直径成長と梢端の伸長成長の季節性. 森林総研九州支所年報 24：18
- 遠藤利明・山田健（2009）JFA-150 コンテナ苗育苗・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, 林野庁). 74-90
- 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
- 原山尚徳・来田和人・今博計・石塚航・飛田博順・宇都木玄（2016）異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率、成長および生理生態特性. 日林誌 98：158-166
- 気象庁（2016）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：2016 年 12 月 27 日)
- 近藤晃・袴田哲司（2015）スギおよびヒノキコンテナ苗の冬期植栽、富士山南麓における事例. 中森研 63：35-38
- 近藤晃・袴田哲司（2016）ヒノキコンテナ苗の時期別植栽、富士山南麓標高 1150m における 6 月～12 月植栽. 中森研 64：13-16
- 中村松三（2012）再造林コストの低減を図るには. 森林技術 839：30-33
- 成松眞樹・八木貴信・野口麻穂子（2016）カラマツコンテナ苗の植栽時期が植栽後の活着と成長に及ぼす影響. 日林誌 98：167-175
- 林野庁（2013）平成 25 年度 森林・林業白書. 林野庁
- 諫訪鍊平・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 98：176-179
- 八木橋勉・中村克典・齋藤智之・松本和馬・八木貴信・柴田銃江・野口麻穂子・駒木貴彰（2015）クロマツコンテナ苗の当年生苗利用と通年植栽の可能性. 日林誌 97：257-260
- 八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・樋間岳・野口麻穂子・八木貴信・齋藤智之・松本和馬・山田健・落合幸仁（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
- 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