ヒノキにおける実生裸苗と緩効性肥料を用いて育成した実生コンテナ苗の初期成長*

渡 邊 仁 志^{**1}・茂 木 靖 和¹・三 村 晴 彦²・千 村 知 博^{2,3}

育苗時に施用した溶出期間の長い肥料（緩効性肥料）がヒノキ実生苗の初期成長に及ぼす影響を明らかにするため、植栽後2年間の成長と部位ごとの重量変化をコンテナ苗と裸苗とで比較した。コンテナ苗は緩効性肥料（溶出期間700日）を施用し、マルチキャビティコンテナで1年間育成した。植栽時のコンテナ苗は、裸苗より根元直径が小さく、樹高および比較苗高が大きかった。2年間の樹高および根元直径成長量と同期末サイズは、コンテナ苗の方が大きかった。比較苗高の低減はコンテナ苗で大きかった。苗木のT/R比は苗種間で差がなかったが、部位（葉、幹、枝、根）ごとの乾燥重量の増加はコンテナ苗の方が大きかった。樹高や根元直径の相対成長率は、植栽1年目にはコンテナ苗が優れていたが、植栽2年目にはその優位性が低下した。これらのことから、育苗時に施用した緩効性肥料の影響は時間経過とともに低減するものの、ヒノキ実生苗の植栽後の初期成長の促進に有効であることが示唆された。

キーワード：緩効性肥料、コンテナ苗、成長量、比較苗高、ヒノキ

Hitoshi Watanabe,^{**1} Yasukazu Moteki,¹ Haruhiko Mimura,² Tomohiro Chimura^{2,3} (2017) Initial Growth of Planted Bare-root and Containerized Seedlings of Japanese Cypress (*Chamaecyparis obtusa*) after Nursery Rearing with Slow-release Fertilizer. *J Jpn For Soc* 99: 145–149 We measured the growth and mass increment of 2-year-old containerized Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) seedlings for 2 years after planting and compared them with those of bare-root seedlings. We also clarified the influence of nursery application of slow-release fertilizer, which is eluted over long periods, on the initial growth of planted-out *C. obtusa* seedlings. We grew containerized seedlings for 1 year in multi-cavity containers with slow-release fertilizer with a 700-day elution period. At planting, the containerized seedlings were smaller in root collar diameter (hereafter, diameter) and taller, with a greater height-to-diameter ratio, than bare-root seedlings. Height and diameter 2 years after planting were bigger, and growth of both parameters during the first 2 years was higher, in the containerized seedlings. The height-to-diameter ratio of the containerized seedlings dropped rapidly in the first year. Increases in the leaf, stem, branch, and root mass were steeper in the containerized seedlings, but there was no difference in the top-root ratio between the two types of seedlings. The relative height and diameter growth rate of the containerized seedlings was superior in the first year, but this superiority became less clear in the second year. Slow-release fertilizer use in nurseries therefore improves the initial growth of *C. obtusa* seedlings, although its influence decreases with time.

Key words: containerized seedling, Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*), height and diameter growth, height-to-diameter ratio, slow-release fertilizer

I. は じ め に

現在、林業の経営収支が悪化し、主伐期を迎えた林分の伐り控えや再造林放棄が問題になっている。林業経営の採算性や木材生産の安定性を確保するため、低コストで確実な再造林技術が求められるなか、諸外国に比べて極めて高い初期保育費用（林野庁 2013）を下げる必要がある。この低コスト再造林を実現する一策として、従来の造林用裸苗に代わり、マルチキャビティコンテナなどにより育成したコンテナ苗（遠藤・山田 2009）の活用が検討されている。コンテナ苗は、形状を工夫したキャビティ（育成孔）の栽培容器と灌水・施肥などの集約管理により作出した、高品質の山出し苗である。コンテナ苗の利点として、当初は初期成長が良いこと、植栽可能な期間がより長いことなどが取り上げられた（梶本ら 2016）。このうち初期成長の優位性については、裸苗との明瞭な成長差がみられない事例（たとえば、岩井ら 2012；渡邊・茂木 2013；平田ら

2014；石田・中村 2015；八木橋ら 2016；壁谷ら 2016）の蓄積により、否定的な見解に落ち着きつつある（梶本ら 2016）。

その半面、林地肥培に関するこれまでの研究から、植栽初期の施肥は苗木の成長に対して一定の効果があることも示されている（たとえば、伊藤 1985；渡邊・茂木 2012）。したがって、施肥により苗木の成長が底上げされ、下刈り期間の短縮が図られる可能性がある。とはいえ、林地への肥料散布は、それにかかる費用や労働が掛かり増しになるなど改善すべき点もある。コンテナ苗は、これに対して、根鉢に肥料を施用した状態で山出しするため、新たな労働が発生することなく、苗木の成長を促進できるかもしれない。渡邊・茂木（2013）はこの観点から、溶出期間が短い肥料を元肥に用いて育成したヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*）実生コンテナ苗の植栽後の成長経過を追跡したが、裸苗に対する優位性は認められなかった。ただし、この報告より長い期間、具体的には苗木の育成期間より長いあい

*本研究の一部は第6回中部森林学会大会で口頭発表した。

**連絡先著者（Corresponding author）E-mail: watanabe-hitoshi@rd.pref.gifu.jp

¹岐阜県森林研究所 〒501-3714 岐阜県美濃市曾代 1128-1（Gifu Prefectural Research Institute for Forests, 1128-1 Sodai, Mino, Gifu 501-3714, Japan）

²林野庁中部森林管理局森林技術・支援センター 〒509-2202 岐阜県下呂市森 876-1（Forestry Technology Development and Support Center, Chubu Regional Forest Office, Forestry Agency, 876-1 Mori, Gero, Gifu 509-2202, Japan）

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 〒930-1406 富山県中新川郡立山町芦峰寺 14-3（Current affiliation: Tateyama Forest Office, Toyama District Forest Office, Chubu Regional Forest Office, Forestry Agency, 14-3 Ashikuraji, Tateyama, Toyama 930-1406, Japan）

（2016年11月13日受付，2017年5月8日受理）

だ溶出が続く肥料（以下、緩効性肥料）を元肥として利用するならば、植栽以降も肥効が持続し苗木の成長が促進できる可能性がある。しかし、コンテナ育苗成時の施肥条件（茂木ら 2013）やそれと植栽後の成長との関係（渡邊・茂木 2013）に着目した研究は非常に少なく、苗木の初期成長を扱った報告のうち、供試苗木の施肥条件が記載されている論文（渡邊・茂木 2013；原山ら 2016）もほとんどない。

一方、コンテナ苗の樹高成長量が小さい理由として、苗木が徒長気味であることや、地上部重量と根量とのバランスの悪さ（八木橋ら 2016）が指摘されているものの、苗木の部位ごとの重量配分と初期成長との関連を扱った報告（平田ら 2014；石田・中村 2015）は少ない。そのうえ、平田ら（2014）ではスギ（*Cryptomeria japonica*）挿し木苗、石田・中村（2015）ではスギ実生苗が対象である。樹種や増殖方法の違いにより、器官のバランスや生理特性が異なると考えられるため、ヒノキ実生苗の挙動は明かではない。

本研究では、コンテナ苗の育成時に施用した緩効性肥料がヒノキ実生苗の初期成長に及ぼす影響を明らかにするために、植栽後2年間の成長と成長に伴う部位ごとの重量変化をコンテナ苗と裸苗とで比較した。

II. 方 法

1. 供試試料

各供試苗木は、岐阜県が種苗生産者に出荷している、同一のヒノキ種子を用いた2年生実生である。このうち裸苗は、岐阜県山林種苗協同組合の苗畑（岐阜県各務原市）で通常施肥と1回床替えにより、2014年4月までの2年間育成された。一方、コンテナ苗は、2013年4月に1年生稚苗を300 ccのマルチキャビティコンテナ（JFA-300）に充填した培土と元肥の混合培地（後述）に移植し、岐阜県白鳥林木育種事業地（岐阜県郡上市）のミスト室で2014年4月まで約1年間育成した。培土には、コナツハスク70、籾殻30、籾殻炭3を約10 Lに調整したヒノキ用培土（遠藤・山田 2009）を用いた。元肥には、標準肥料（遠藤・山田 2009；溶出期間3カ月程度の肥料を培土1 L当たり5 g）に代え、倍量の緩効性肥料（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））を用いた。この肥料は、約700日で含有窒素の80%が無機化される（ジェイカムアグリ株式会社 2016）ことから、育苗期間を経てもなお、植栽後約1年間の肥効の持続が期待された。なお、コンテナ苗の施肥量は、ヒノキ実生コンテナ苗の育成に関する既往研究（茂木ら 2013）より、

1) 無施肥では得苗できないこと、2) 本報告と同種の元肥を用いた場合、施肥量が 10 g L^{-1} までは施肥量とともに樹高成長量が大きくなり、それ以上では頭打ちになることから決定した。また、同種同量の元肥のみで育成したコンテナ苗が育成時に標準肥料（遠藤・山田 2009）と同等の成長を示した（茂木ら 2013）ことから、本報告においても育成期間中は追肥を行わなかった。

2. 調査地

岐阜森林管理署・高天良国有林（岐阜県下呂市金山町）に調査地を設置した。調査地は標高720~730 m、平均傾

図-1. 調査期間中の月平均気温と月降水量

調査地から5 km 南西に位置する金山地域気象観測所（標高 233 m）における観測値（気象庁 2017）に基づく。

斜 11 度の北西向き単一斜面上にあり、土壌型は適潤性褐色森林土（偏乾亜型）、母材は濃飛流紋岩（溶結凝灰岩）である。近傍の気象観測所（岐阜県下呂市金山町）における年平均気温と年降水量の平年値（気象庁 2017）は、 13.0°C 、 $2,196.7 \text{ mm}$ で、これらと比べると、調査期間中は年平均気温が高く、年降水量が多かった（図-1）。調査地は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。

3. 調査方法と解析方法

調査地の中に2カ所の調査区（各約 350 m^2 ）を隣接して設け、2014年4月24日にコンテナ苗、裸苗を97本ずつ植栽した。植栽は約1.8 m間隔の方形植えて、コンテナ苗の植栽はスベード、裸苗の植栽は唐鍬で行った。コンテナ苗は、いずれの個体も根系と培地からなる根鉢を形成していた。裸苗は、当地域の通例にしたがって植栽直前に根切りを行った。下刈りは、2015年7月に1度手鎌により行った。

植栽時の2014年4月、および2014年7月、植栽1年目期末（2015年3月）、植栽2年目期末（2015年12月）に、苗木の生残確認と樹高、根元直径（以下、直径）の測定を行った。表-1に各調査時期の測定本数を示す。測定時点での枯死木、食害や誤伐により被害を受けた苗木、調査のために掘り取った苗木（後述）は測定対象から除いた。

苗木の部位別重量の推移を明らかにするため、植栽1年目期末（2015年3月の計測直後）と植栽2年目期末（2015年12月の計測後、2016年3月）に掘り取り調査を行った。また、植栽時の試料の代替として、植栽木より1年遅れで育成し2015年4月に得苗した苗木を使用した。この苗木は育成条件や苗種間の大きさの関係が植栽木とは異なる（表-2）ため、重量配分の参考データとして扱う。平均的な樹高の苗木を試料木として各9~11本抽出し、根から土を分別した後、水洗した。次に、地上部は幹、枝、葉に、地下部は根に区分し、部位ごとに乾燥重量（ 80°C 、48時間）を秤量した。

表-1. 各調査時期の測定本数, 被害本数, 枯死本数および枯死率

苗種類	調査時期	掘り取り木 を除く本数	測定 本数	被害木の 累積本数 ¹⁾	枯死木の 累積本数	枯死率 (%) ²⁾
コンテナ苗	2014年4月	97	97	0	0	0.0
	2014年7月	97	94	3	0	0.0
	2015年3月	97	88	9	0	0.0
	2015年12月	86	68	18	0	0.0
裸苗	2014年4月	97	97	0	0	0.0
	2014年7月	97	91	1	5	5.2
	2015年3月	97	87	5	5	5.2
	2015年12月	86	73	6	7	8.1

¹⁾ 食害, 誤伐などを受けた苗木の本数。²⁾ (枯死木の累積本数/掘り取り木を除く本数) × 100。

表-2. 掘り取り木の樹高および直径

掘り取り時期	樹 高 (cm)		直 径 (mm)	
	コンテナ苗	裸 苗	コンテナ苗	裸 苗
植栽時 ¹⁾	40.8 ± 5.4 (10)	45.9 ± 3.6 (10)	4.0 ± 0.5	5.7 ± 0.6
植栽1年目期末	76.8 ± 5.7 (11)	45.8 ± 7.0 (11)	10.5 ± 1.1	9.0 ± 1.1
植栽2年目期末	112.1 ± 17.5 (9)	82.7 ± 17.6 (11)	19.7 ± 2.3	17.2 ± 4.2

平均 ± 標準偏差で示す。括弧内は試料本数。¹⁾ 植栽調査の翌年に育成した苗木の計測値。

苗木の枯死率, サイズ, 形状, 成長, および部位別重量, 地上部と根の重量比 (T/R 比) を苗種間で比較した。ここで, 枯死率は植栽2年目期末における枯死木の全本数 (掘り取り木を除く) に対する割合により, 形状は健全性の指標である比較苗高 (宮崎 1969; 相場 1987) により評価し, 樹高/直径により算出した。成長は成長量と相対成長率により評価した。成長量は各調査回の測定値の差により, 相対成長率は次式 (1) により算出した。

$$\text{相対成長率} = \{\ln(\text{期末のサイズ}) - \ln(\text{期首のサイズ})\} / \text{経過月数(年)} \quad (1)$$

苗種による生存率の比較には Fisher の正確確率検定を, その他の数値の比較には Welch の *t* 検定を用いた。統計処理には統計パッケージ R 3.3.1 (R Core Team 2016) を使用した。

図-2. 苗木の樹高 (a), 根元直径 (b), および比較苗高 (c) の推移

各測定本数は表-1を参照。バーは標準偏差を示す。図中のアスタリスクは苗種間の平均値に有意差 (Welch の *t* 検定, $p < 0.001$) があることを示す。

III. 結 果

1. 枯死率

植栽2年目期末の枯死本数は, コンテナ苗が0本, 裸苗が7本であった (表-1)。枯死率はそれぞれ0%と8.1%で裸苗の方が高く, 枯死率には有意差がみられた (表-1; $p < 0.05$)。

2. 苗木の樹高および直径成長

植栽時の平均樹高はコンテナ苗が 49.5 ± 5.4 cm (平均値 ± 標準偏差), 裸苗が 35.0 ± 3.9 cmで, コンテナ苗の方が大きく, その差は有意であった (図-2(a); $p < 0.001$)。この傾向は調査期間を通じて続いており, 両苗種間には常に有意差が認められた ($p < 0.001$)。植栽1年目, 2年目の樹高成長量はコンテナ苗の方が大きく, その差は有意であった (表-3(a); いずれも $p < 0.001$)。一方, 相対樹高成長率は1年目にはコンテナ苗の方が, 2年目には裸苗の方が高く, 苗種間の平均値には有意差が認められた (表-3(b); それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.001$)。

植栽時の直径はコンテナ苗の方が小さかった (図-2(b))。しかし, それ以降はコンテナ苗の方が大きくなり, 直径にはすべての調査時点で有意差が認められた (図-2(b); いずれも $p < 0.001$)。直径成長量は両年ともコンテナ苗の方が大きく, その差は有意であった (表-3(a); $p < 0.001$)。一方, 相対直径成長率では, 1年目には認められた有意差 ($p < 0.001$) が, 2年目にはみられなくなった (表-3(b); $p = 0.777$)。

植栽時の比較苗高はコンテナ苗が 102.0 ± 13.2 , 裸苗が 62.9 ± 8.4 で, 植栽後の時間経過とともに低減する傾向がみられ, 特にコンテナ苗では顕著であった (図-2(c))。両苗種の平均値には調査期間を通じて有意差がみられ ($p < 0.001$), コンテナ苗の方が値が大きかったものの, 2年目期末にはコンテナ苗の比較苗高 (61.1 ± 9.0) と裸苗のそれ (54.8 ± 10.2) との差は縮小した (図-2(c))。

3. 苗木の部位別重量

植栽時の参考データとした苗木の葉, 幹と枝, 根の乾燥重量は, コンテナ苗の方が裸苗より小さく, その差は有意であった (図-3(a), (b), (c); $p < 0.01$ または $p < 0.001$)。

図-3. 苗木の葉 (a), 幹+枝 (b), 根 (c) の乾燥重量, および T/R 比 (d) の変化

植栽時の試料は植栽木と異なるので、参考値である (詳細は本文参照)。各試料数は表-2 を参照。バーは標準偏差を示す。図中のアスタリスクは苗種間の平均値に有意差 (Welch の t 検定, $**p < 0.01$, $***p < 0.001$) があることを示す。

表-3. 調査期間ごとの苗木の成長量 (a) と相対成長率 (b)
(a) 成長量

期 間	樹高成長量 (cm)		直径成長量 (mm)	
	コンテナ苗	裸 苗	コンテナ苗	裸 苗
植栽1年目	25.4 ± 8.1 ^a (94)	15.5 ± 7.1 ^b (91)	5.4 ± 1.1 ^a	2.9 ± 0.9 ^b
植栽2年目	45.9 ± 16.3 ^a (68)	39.0 ± 13.8 ^b (73)	9.6 ± 2.7 ^a	8.0 ± 2.0 ^b
全 期 間	71.0 ± 19.6 ^a (68)	55.2 ± 17.8 ^b (73)	14.9 ± 2.9 ^a	10.9 ± 2.3 ^b

(b) 相対成長率

期 間	相対樹高成長率		相対直径成長率	
	コンテナ苗	裸 苗	コンテナ苗	裸 苗
植栽1年目	0.45 ± 0.13 ^a (94)	0.39 ± 0.16 ^b (91)	0.81 ± 0.14 ^a	0.46 ± 0.13 ^b
植栽2年目	0.63 ± 0.19 ^a (68)	0.75 ± 0.20 ^b (73)	0.88 ± 0.20 ^a	0.89 ± 0.19 ^a
全 期 間	0.53 ± 0.11 ^a (68)	0.56 ± 0.13 ^a (73)	0.84 ± 0.10 ^a	0.65 ± 0.10 ^b

平均 ± 標準偏差で示す。括弧内は測定本数。異なるアルファベットは苗種間の平均値に有意差 (Welch の t 検定, p 値は本文参照) があることを示す。

しかし、植栽1年目期末はいずれの部位の重量もコンテナ苗の方が大きかった (図-3(a), (b), (c); $p < 0.01$ または $p < 0.001$)。2年目期末においてもこの傾向は続いており、このうち根重量では統計的な有意差が認められた (図-3(c); $p < 0.01$)。

植栽時の T/R 比は、コンテナ苗が 3.2 ± 0.5 、裸苗が 3.6 ± 0.9 であり、苗種間に有意差は認められなかった (図-3(d); $p = 0.209$)。1年目期末には両苗種の T/R 比はともに低かったが、2年目期末には増大した (図-3(d))。この間、各時期の苗種間の T/R 比には有意差はみられず

(それぞれ、 $p = 0.517$, $p = 0.387$)、両苗種の変化パターンは類似していた (図-3(d))。

IV. 考 察

本研究のヒノキ実生コンテナ苗は、裸苗に比べ植栽1年目、植栽2年目の樹高および直径の成長量 (表-3(a)) と、植栽1年目の樹高および直径の相対成長率 (表-3(b)) が大きかった。その半面、2年目には相対直径成長率では裸苗と同等になり、相対樹高成長率では裸苗を下回った (表-3(b))。つまり、植栽2年目のコンテナ苗には、1年目に認められた相対成長率の優位性はみられなくなったものの、成長量では依然として裸苗を上回っていた。これに対して、スギのコンテナ苗と裸苗を比較した場合、コンテナ苗の植栽初期の成長量には裸苗に対する優位性は認められない (たとえば、岩井ら 2012; 平田ら 2014; 石田・中村 2015; 八木橋ら 2016) ことが多く報告されている。ヒノキでも、植栽適期に植栽したコンテナ苗の樹高成長量が裸苗を上回ることがなかった (諏訪ら 2016)。また、壁谷ら (2016) は多点データに基づき、ヒノキ (増殖方法は不明) 2事例を含むコンテナ苗の成長速度が、裸苗と同程度であることを示している。ただし、これらの既往研究 (岩井ら 2012; 平田ら 2014; 石田・中村 2015; 八木橋ら 2016; 諏訪ら 2016; 壁谷ら 2016) には、植栽後の成長を評価した苗木の育成時の施肥条件に関する記述がなく、本研究と結果が異なった理由を考察できない。

施肥条件が明らかな報告としては、カラマツ (*Larix kaempferi*) の実生コンテナ苗 (原山ら 2016) とヒノキの実生コンテナ苗 (渡邊・茂木 2013) の植栽事例がある。このうち前者では、元肥と液肥の追肥により育成したカラマツのコンテナ苗は、裸苗に比べ植栽2年目の樹高成長量が大きかった (原山ら 2016)。この結果には、コンテナ苗の植え痛みが少なかったことや、コンテナ苗の根量増加が速く高い光合成能力が発揮されたこと (原山ら 2016) に加え、施肥など育苗方法の影響が強く残っているためだという指摘 (壁谷ら 2016) もある。また後者では、植栽後の樹高成長には苗種間の差が認められず、その原因は元肥の溶出期間が育成期間よりも短く、成長促進が育成期間内に限られたため (渡邊・茂木 2013) と推測されている。このコンテナ苗は、本研究のコンテナ苗と同一施設で育成されており、肥料条件だけが異なっている。したがって、本研究でコンテナ苗の成長量が裸苗より大きかった理由には、溶出期間が長い肥料を施用したことが影響していると推測された。また、植栽2年目にコンテナ苗の相対成長率が低下したことは、施肥後の時間経過により肥効による成長促進効果が低減しつつあることを示していると考えられる。

なお、本研究で育成したコンテナ苗は、形状的にバランスのよい成長をしており、また、活着率が高いという通常のコンテナ苗の特性を備えていると考えられた。既往報告でコンテナ苗の樹高成長に優位性がみられない原因として、コンテナ苗は比較苗高や形状比 (樹高を根元直径で除した値で比較苗高と同義。以下、比較苗高と表記する) が高く徒長気味である (渡邊ら 2016; 八木橋ら 2016) ため、植栽直後には直径成長を優先すること (八木橋ら 2016) が指摘されている。本研究のコンテナ苗も植栽時の平均比較苗高が100を超えており (図-2(c)), 初期の樹高成長は小さいと予想された。しかし実際には、コンテナ苗は植栽1年目から比較苗高を低減させつつ成長し (図-2), 樹高成長量、直径成長量がともに裸苗より大きかった (表-3(a))。また、T/R比の挙動 (図-3(d)) には苗種による違いがなかったことに加え、コンテナ苗の方が部位ごとの重量増加が大きい傾向がみられた (図-3(a), (b), (c))。これらのことは、本研究のコンテナ苗が徒長の結果ではなく、肥大成長や樹体の重量増加をともなった成長をしたことを示唆している。加えて、コンテナ苗の活着率は高かった (表-1) ことから、根鉢により植え痛みが少なく (原山ら 2016), 掘り取り後の取り扱いや気象条件の影響を受けにくかった (山川ら 2013) と推測される。

以上のように、コンテナ苗の育成時に施用した緩効性肥料の影響は時間経過とともに低減するものの、ヒノキ実生苗の植栽後の初期成長の促進に有効であることが示唆された。今後、溶出期間がより長い緩効性肥料の利用や遅効性肥料の併用、最適な施肥量など、育成時の施肥条件を検討することによって、植栽後数年間の成長がさらに優れたヒノキ実生コンテナ苗を作出できる可能性がある。あわせて、苗木の初期成長を議論する場合には、植栽後の成長だ

けを扱うのではなく、基本情報として施肥条件など供試する苗木の育成方法にも注意を払うことが望まれる。

本研究は、岐阜県と林野庁中部森林管理局との共同事業である。調査・研究の実施にあたり、林野庁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皆さまにお手伝いいただいた。査読者2名と編集者からは貴重なご助言やご提案をいただいた。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の「革新的技術開発・緊急展開事業 (うち地域戦略プロジェクト)」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

- 相場芳憲 (1987) 造林材料およびその育成. (林業実務必携, 第3版. 東京農工大学農学部林学科編, 朝倉出版). 159-169
- 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). 74-90
- 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
- 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
- 石田敏之・中村博一 (2015) スギ実生コンテナ苗の形質と植栽当年の地上部及び根系の成長. 関東森研 66: 179-182
- 伊藤守夫 (1985) コーティング肥料の施用試験Ⅱ, ヒノキ新植地への施用効果. 日林中支講 33: 155-156
- 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
- ジェイカムアグリ株式会社 (2016) シリーズ別機能説明. <http://www.jcam-agri.co.jp/series/> (参照: 2016-10-18)
- 壁谷大介・宇都木玄・来田和人・小倉 晃・渡辺直史・藤本浩平・山崎 真・屋代忠幸・梶本卓也・田中 浩 (2016) 複数試験地データからみたコンテナ苗の植栽後の活着および成長特性. 日林誌 98: 214-222
- 梶本卓也・宇都木玄・田中 浩 (2016) 低コスト再造林の実現にコンテナ苗をどう活用するか, 研究の現状と今後の課題. 日林誌 98: 135-138
- 気象庁 (2017) 気象統計情報. 過去の気象データ検索. <http://www.jma.go.jp/> (参照: 2017-1-14)
- 宮崎 榊 (1969) 苗木の良否. (造林ハンドブック. 坂口勝美・伊藤清三監修, 養賢堂). 600-609
- 茂木靖和・渡邊仁志・上辻久敏・古川敦洋・中嶋 守 (2013) ヒノキコンテナ苗の育成における施肥条件の違いが苗伸長量に及ぼす影響. 岐阜県森林研研報 42: 25-29
- R Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/> (参照: 2016-10-18)
- 林野庁 (2013) 平成25年度 森林・林業白書. 林野庁
- 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: 176-179
- 渡邊仁志・茂木靖和 (2012) スギの初期成長に及ぼす立地と施肥の影響. および省力造林の可能性. 岐阜県森林研研報 41: 1-6
- 渡邊仁志・茂木靖和 (2013) 育苗時の施肥条件が植栽後のヒノキ苗の初期成長に及ぼす影響. 中森研 61: 51-54
- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博 (2016) ヒノキ・コンテナ苗の活着および初期成長に及ぼす植栽時期の影響. 中部森林技術交流発表集 (平成27年度): 54-59
- 八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・榎間 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