

ヒノキ実生コンテナ苗の中期的な成長特性と下刈り期間への影響

渡邊仁志・茂木靖和（岐阜県森林研）

ヒノキ実生コンテナ苗の中期的な成長特性を把握するため、岐阜県郡上市における11年間の調査データから、従来の方法で育成したコンテナ苗の活着率や成長量を裸苗と比較した。苗木品質のばらつきが大きく、活着率はコンテナ苗の方が低かった。植栽時の樹高はコンテナ苗の方が大きかった。コンテナ苗の11年生時の樹高、胸高直径は裸苗よりやや大きかったが、樹高成長は同等程度であった。植栽直後の比較苗高はコンテナ苗の方が高かったが、6年生時の比較苗高や11年生時の形状比は、裸苗より低い値に落ち着いた。両林分とも9年生時には林冠が閉鎖し成林した。本調査により、コンテナ苗林分が従来の裸苗と同様に成林することは確認できたものの、現状の性能は裸苗と同等程度であって、下刈り期間の短縮には寄与しなかった。

キーワード：コンテナ苗、ヒノキ、成長、活着率、初期保育

I はじめに

再造林の確実な推進のため、造林・初期保育コスト低減を実現する一方策として、従来の造林用裸苗に代わるコンテナ苗（遠藤・山田 2009）の活用が進められている。コンテナ苗の導入当初は、植栽後の速やかな成長により、下刈り期間が短縮されると期待されていた（梶本ら 2016）が、全国的な実証試験の結果、スギ（*Cryptomeria japonica*）やカラマツ（*Larix kaempferi*）のコンテナ苗は、植栽初期の樹高成長において裸苗を上回るものではなく（総括的なものとしては、壁谷ら 2016；酒井ら 2019）、裸苗に対する優位性はないとされている（梶本ら 2016）。

しかし、既報の調査期間は植栽初期の数年に限られており、初期保育期間を見渡せるような（以下、中期的な）成長を検証した事例はみられない。そのため、コンテナ苗林分が、従来の造林苗と同じように成林するのかといった基本的な情報さえ蓄積されていないのが現状である。加えて、ヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*）では事例（渡邊・茂木 2013；諏訪ら 2016；渡邊ら 2017；渡邊ら 2021）そのものが非常に少ない。

そこで本研究では、中期的なコンテナ苗の成長特性を明らかにするため、ヒノキ実生コンテナ苗と裸苗の植栽後11年間の成長経過を調査し、従来の方法（後述）で育成したコンテナ苗の活着率や成長量を評価する。また、確実な再造林と初期保育コスト低減の観点から、コンテナ苗の利活用に向けた課題を報告する。

II 方法

1. 供試苗木の準備

供試苗木は、岐阜県が県白鳥林木育種事業地（郡上市白鳥町）の採種園で生産し、種苗生産者に出荷した

同一種子を用いた2年生のヒノキである。

このうち裸苗は、県山林種苗協同組合員の苗圃（岐阜県関市）において、グリーンランドオール 14（60 g/m²、住商アグリビジネス（株）製：N14-P14-K14-Mg0）と、くろがねリン肥（40 g/m²、三菱商事アグリサービス（株）製：N0-P18-K2-Mg1）を施用し1回の床替えによって2011年4月まで育成された市販品である。

一方、コンテナ苗は、根鉢容量300ccのマルチキャビティコンテナ（JFA-300）に1年生稚苗を移植し、県白鳥林木育種事業地のミスト室において、2010年4月～2011年4月まで試験育成した。岐阜県内で最初に育成されたコンテナ苗である。公表されていた「育苗・植栽マニュアル」（遠藤・山田 2009）に基づき、培地にはヒノキ用培土、元肥にはマグアンプ K 中粒（10 g/培土 1L、（株）ハイポネックスジャパン製：N6-P40-K6-Mg15）、追肥にはIB化成 S1 号（1.5 g/個体、ジェイカムアグリ（株）製：N10-P10-K10-Mg1）を使用した（以下、従来の育成方法という）。

育成した全コンテナ苗の本数は、672本（24本×28コンテナ）、そのうち山出し本数は649本であり、得苗率は96.6%であった。一方、この中の1コンテナ（24本）を精査すると、根鉢形成が不全な個体が8本あり、抽出調査による得苗率は66.7%になった。

2. 調査方法

調査は2011～2022年までの11成長期間、岐阜県郡上市のナカソレ市有林（郡上市八幡町、北緯35° 39' 15"、東経136° 59' 42"）で行った。調査地は標高約450m、傾斜35～40度の西向き斜面上部にあり、土壌の母材はチャート、土壌型は適潤性褐色森林土（偏乾亜型）である。気象の2010年平年値（1981～2010

WATANABE Hitoshi * and MOTTEKI Yasukazu, Gifu Pref. Res. Inst. for For.

Medium-term performance of Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) Endl.) containerized seedlings and its effect on weeding periods

watanabe-hitoshi@rd.pref.gifu.jp

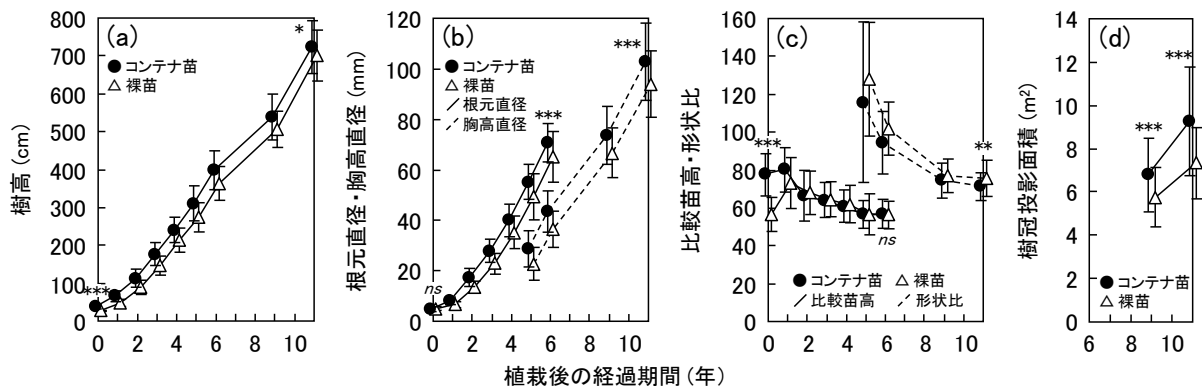


図-1. 樹高(a), 直径(b), 比較苗高または形状比(c), および樹冠投影面積(d)の推移

ひげは標準偏差, *は苗種間の有意差 (Mann-Whitney の U 検定, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$) を示す。多重性回避のため, 検定は必要な箇所にとどめた。

年) は, 平均気温 11.9°C , 年降水量 $2,551.7\text{ mm}$ であった (国土交通省国土政策局国土情報課 2023)。調査地を含む事業地 (0.96 ha) では, 2011 年 2~3 月に約 50 年生ヒノキを皆伐した後, 地拵えの実施と防鹿柵 (高さ 1.8 m) の設置を行った。同一斜面を左右に二分して, コンテナ苗植栽地 (0.22 ha), 裸苗植栽地 (0.15 ha) とし, 2011 年 4 月に, コンテナ苗はスペード, 裸苗は唐鋤を用いて 1.8 m 間隔 (密度約 3,000 本/ha) で植栽した。植栽にあたって, 裸苗は定法のとおり選別し, 直前に根切りを行ったが, コンテナ苗はコンテナに入れたまま林地まで運搬し, 現地で抜き取ったあと特段の選別はしなかった。

両植栽地内に隣接して調査区 (各約 0.03 ha) を設け, 調査区中にあるコンテナ苗 85 本と裸苗 108 本を調査個体とした。設定時 (2011 年 5 月=0 年), および植栽 1~6 年目までの成長休止期に樹高 (cm) と直径 (mm) を, 9 年目 (2019 年 10 月), 11 年目 (2022 年 4 月) にはそれに加えて長径・短径方向の樹冠幅 (m) を計測し, 苗種間の各サイズ, 形状, 成長を比較した。ここで, 直径は 0~6 年目までは根元直径を, 5~11 年目までは胸高直径を計測した。また, 樹冠幅からは樹冠投影面積を楕円形に近似して算出した。形状は, 比較苗高 (宮崎 1969; 相場 1987), または形状比により評価し, [(樹高 / 根元直径または胸高直径) \times 10] により算出した。成長は成長量, および相対成長率により評価した。このうち, 成長量は, 11 年目と 0 年目の樹高の差, 6 年目と 0 年目の根元直径の差, 11 年目と 5 年目の胸高直径の差により, 相対成長率は, [$\{\ln(\text{期末の大きさ}) - \ln(\text{期首の大きさ})\} / \text{経過期間 (年)}$] により算出した。

下刈りは植栽 2~5 年目の 8 月に年 1 回行った。調査区内の雑草木の平均的な動態を調査するため, 植栽 2~5 年目の 8 月 (下刈り実施前) に, 両調査区中の固定プロット (25 m^2) において, 高さ 50 cm 以上の植生高 (cm) を個体ごとに測定した。

枯死個体と主幹に大きな損傷があった個体は, 植栽

時まで遡って成長解析から除外した。ただし, 柵の破損により, 2 年生時にニホンジカ (*Cervus nippon*) の採食を受けた個体 (渡邊ら 2013) については, 採食部位が木化していない頂枝や側枝の先端であって, 影響は軽微だった (渡邊ら 2016) ことから, 解析対象とした。その結果, 解析個体はコンテナ苗 68 本 (調査個体の 80.0%), 裸苗 98 本 (同 90.7%) となった。

苗種間の活着率の比較には, Fisher の正確確率検定を, 各サイズ, 各成長量, 各成長率の比較には, Mann-Whitney の U 検定を用いた。

III 結果と考察

1. コンテナ苗の品質

植栽 1 年目の期末時点で, コンテナ苗 16 本と, 裸苗 4 本が枯死した。それ以降に調査個体の枯死は発生しなかった。原因は活着不良であると推測された。活着率はコンテナ苗 81.2%, 裸苗 96.3% となり, コンテナ苗で低かった ($p < 0.01$)。全国的・全樹種的な傾向として, コンテナ苗の活着率の大半は 90% 以上であり (城田ら 2016), ヒノキの活着率も 90~100% であった (壁谷ら 2016; 渡邊ら 2017)。このように, コンテナ苗の活着率は高いといわれているため, これらと比較すると本研究の結果は活着率が低い事例に位置づけられる。生産方法や選別技術が確立されていなかったことから苗木品質にばらつきがみられ, 先述したとおり, 根鉢形成が不完全な個体が供試苗木に混入していたためと考えられる。また, 実際の山出しと抽出調査の得苗率との差から考えると, 枯死しなかった中にも品質が低い個体が残っていた可能性があるため, これらの成長がコンテナ苗区の成長経過に及ぼした影響についても評価する必要がある。

2. 植栽木の成長経過

植栽時の樹高の平均値は, 裸苗の 27.2 cm に対し, コンテナ苗では 37.3 cm と大きく (図-1a), その差は有意であった ($p < 0.001$)。11 年生時にはコンテナ苗が

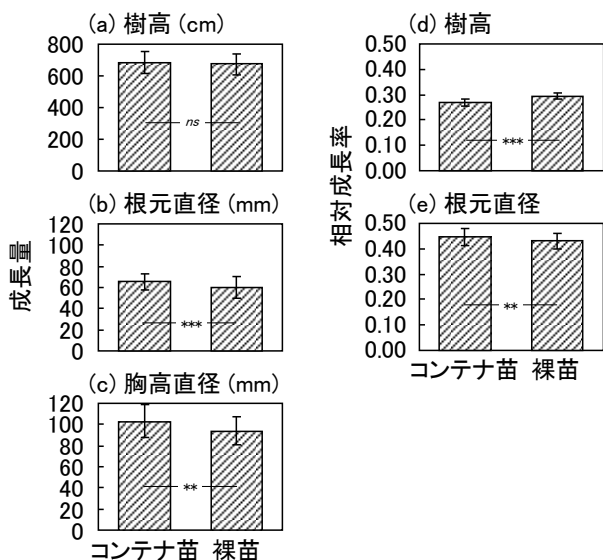


図-2. 各成長量 (a, b, c) と各相対成長率 (d, e)

ひげは標準偏差, *は苗種間の有意 (Mann-Whitney の U 検定, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$) を示す。

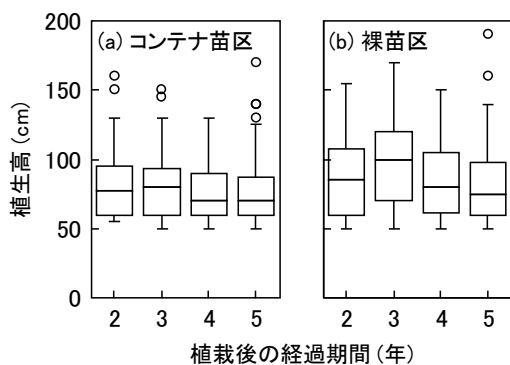


図-3. 雑草の植生高の推移

箱中の横線は中央値, 箱は四分位範囲, ひげの上下は箱の 1.5 倍, それから外れた○は外れ値を示す。

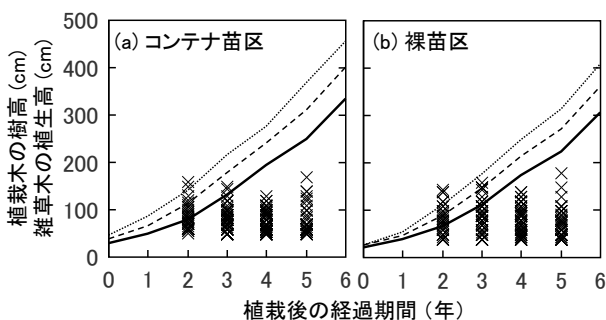


図-4. 植栽木と雑草の競合状態の推移

図-1 および図-3 を再編して作成。×は雑草の植生高, 実線は植栽個体の下位 10% の, 破線は植栽個体の平均の, 点線は植栽個体の上位 10% の樹高を示す。

722.7 cm, 裸苗が 700.9 cm になっており, コンテナ苗の方が大きい傾向が継続していた (図-1a, $p < 0.05$)。また, 植栽時の根元直径の平均値に差は認められな

った (図-1b, $p > 0.05$) が, 6年生時の根元直径の平均値 (コンテナ苗 70.6 mm, 裸苗 65.1 mm, 以下同順), および 11年生時の胸高直径の平均値 (102.8 mm, 93.7 mm) は, いずれもコンテナ苗の方が大きく, 有意差がみられた (図-1b, $p < 0.001$)。コンテナ苗の比較苗高は, 植栽時には高い傾向にあった ($p < 0.001$) が, 2年生時以降に低下し, 6年生時には差が認められない水準になった ($p > 0.05$)。また, 11年生時の形状比は裸苗より値が小さかった (図-1c, $p < 0.01$)。

9年生時の樹冠投影面積の平均値は, コンテナ苗 6.8 m^2 , 裸苗 5.8 m^2 であった (図-1d)。植栽密度 (約 3,000 本/ha) から考えると, 樹冠投影面積の積算値が両苗種とも調査地の面積より大きいので, 両林分ともに遅くとも 9年生時には林冠が閉鎖したと考えられる。現地における観察結果とも矛盾がないので, 林冠閉鎖をもって成林したとみなせば, 本研究により, コンテナ苗が従来の造林苗と遜色なく成林することがはじめて確認された。

コンテナ苗の根元直径, 胸高直径の成長量, および根元直径の相対成長率は, いずれも裸苗の値より大きかった (図-2b, c, e, $p < 0.01$ または $p < 0.001$)。植栽直後のコンテナ苗は, 比較苗高が高く徒長気味であるため, 肥大成長を優先させてそれを低下させる傾向があると指摘されている (八木橋ら 2016)。本研究によって, 肥大成長の促進 (図-1b, 図-2b, c, e) や, それによって比較苗高が低下する挙動 (図-1c) は, 既報 (壁谷ら 2016; 諏訪ら 2016; 八木橋ら 2016; 渡邊ら 2017; 酒井ら 2019; 渡邊ら 2021) により報告されていた期間を超えても, 同様の傾向を示すことが示唆された。

一方, コンテナ苗の樹高成長量には, 裸苗との差が認められなかった (図-2a, $p > 0.05$)。また, 相対樹高成長率は, 裸苗の方が大きかった (図-2d, $p < 0.001$)。つまり, コンテナ苗は裸苗より樹高が高いまま推移した (図-1a) もの, 樹高成長には優位性がみられなかったといえる。一般的な傾向として, スギやカラマツのコンテナ苗の場合, 植栽初期の樹高成長が裸苗を上回ることなく (壁谷ら 2016; 酒井ら 2019), ヒノキの場合も, 裸苗と同等以下であった (渡邊・茂木 2013; 諏訪ら 2016)。これらのことから, 本研究で用いた, 従来の育成方法で育成したコンテナ苗は, 植栽初期～成林段階においても, 既報と同じく, 裸苗と同等程度の性能を有していたと考えられる。

3. 雑草の動態と下刈り期間への影響

調査地には, アカメガシワ (*Mallotus japonicus*), ヒサカキ (*Eurya japonica*), シキミ (*Illicium anisatum*) などの高木・小高木性の樹木と, シロモジ (*Lindera triloba*), キイチゴ属 (*Rubus* spp.) など低木性の種がみられた。雑草の植生高は, 両調査区ともおよそ 150

cm 以下で推移しており (図-3) , 2 年目から 5 年目までの連年の下刈りによって, 雑草木の高さは適切に制御されていたと考えられる。

植栽木の樹高成長経過 (図-1a) と雑草木の植生高の推移 (図-3) から, 両者の競合状態を推定した (図-4) 。この調査地において, 9 割の植栽木が雑草木より高くなり, 垂直的な競合状態から抜け出したのは, 両苗種とも 4 年生時であったと推測される (図-4) 。コンテナ苗の樹高は, 植栽時にあった差 10.1cm を含め, 下刈り実施期間を通して裸苗より平均値で 23.5~36.7 cm 大きかったものの, 下刈り期間の短縮には至らなかったといえる。したがって, 本研究で用いたコンテナ苗は, 初期保育の省力化に貢献するほどの性能ではなかったと考えられる。

4. コンテナ苗の利活用に向けた課題と対策

本研究では, 「育苗・植栽マニュアル」 (遠藤・山田 2009) に基づき, 従来の育成方法で育成したヒノキ実生コンテナ苗を用いて, 中期的な成長経過を裸苗と比較した。その結果, ①根鉢形成が不完全な個体の混入に起因して, 活着率が低下した可能性があること, ②コンテナ苗林分が裸苗と同様に成林することは確認できたが, 樹高成長特性は裸苗と同等程度であること, が明らかになった。

大局的にみれば, 生産者 (苗木供給元) の違いが苗木品質に及ぼす影響は小さい (壁谷ら 2016) という報告がある。しかし, 現場に即して個別にみていく場合, 生産者や生産年度により育成方法や環境が異なり, 苗木の品質に差異が出る可能性があるだろう。したがって, ①の対策として, 適切な (あるいは高品質な) コンテナ苗を出荷する際の選別基準の精査や, そのための簡便な品質評価の手法を開発する必要がある。

また, コンテナ苗の成長特性は, 育成時に施用する肥料の種類によって違いがあること (渡邊ら 2017) , また, それにより下刈り年数の短縮に有効なケースがあること (渡邊ら 2021) が報告されている。今後, ②の対策として, 植栽後の成長が優れたコンテナ苗の育成条件を探索したうえで, 現地試験により検証することが重要である。

謝辞

本研究は, 岐阜県郡上市と岐阜県との共同事業の一部である。調査地の提供と維持管理をいただいた郡上市, および調査・研究の実施にあたりご協力をいただいた郡上市林務課, 岐阜県林政課, 同 白鳥林木育種事業地, 同 森林整備課, 同 郡上農林事務所, 同 森林文化アカデミー, 同 森林研究所の関係職員, ならびに同森林文化アカデミーの学生諸氏に厚くお礼申し上げる (所属名は当時) 。

引用文献

- 相場芳憲 (1987) 造林. (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) . 147-187
- 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
- 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
- 国土交通省国土政策局国土情報課 : 国土数値情報 (オンライン) . <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (2023-1-14 参照)
- 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
- 酒井 敦・北原文章・山中啓介・三島貴志・岩田若奈・島田博匡・奥田清貴・中島富太郎・山下由美子・藤井 栄・渡辺直史・鷹野孝司 (2019) 低コスト育林を目指した植栽試験におけるスギ・ヒノキ苗の活着率と初期成長. 日林誌 101 : 94-98
- 城田徹央・松山智矢・大矢信次郎・岡野哲郎・大塚 大・齋藤仁志・宇都木 玄・壁谷大介 (2016) 東信地方におけるカラマツコンテナ苗の活着と初期成長. 信州大農 AFC 報 14 : 13-21
- 諏訪鎌平・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 (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・岡本卓也 (2013) 2 年生ヒノキ造林地の樹高と下刈り省略がシカ食害に及ぼす影響. 日緑工誌 39 : 264-267
- 渡邊仁志・茂木靖和・岡本卓也・田中伸治 (2016) シカによる食害がヒノキ植栽木の初期成長に及ぼす影響. 中森研 64 : 33-36
- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博 (2017) 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. 日林誌 99 : 145-149
- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博 (2021) ヒノキ実生コンテナ苗の 4 年間の成長と下刈り年数短縮の可能性. 日林誌 103 : 232-236
- 八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・櫃間 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