

超緩効性肥料で育成したヒノキ実生コンテナ苗による 低コスト再造林技術の提案

岐阜県森林研究所 森林環境部 主任専門研究員 ○^{わたなべ}渡邊 ^{ひとし}仁志
中部森林管理局 森林技術・支援センター 森林技術普及専門官 ^{たぐち}田口 ^{やすひろ}康宏

はじめに

再造林のコスト削減を目的として、コンテナ苗（遠藤・山田 2009）の導入が進められています。コンテナ苗は、当初、初期成長の早さが期待されましたが、全国規模の実証試験により、裸苗との成長差が明確ではないことがわかりました（梶本ら 2016；渡邊ら 2021c）。しかし、岐阜県森林研究所と中部森林管理局 森林技術・支援センターの共同研究チームは、超緩効性肥料（後述）を育苗時の元肥に使用して、初期成長が早いヒノキ実生コンテナ苗を作出し（渡邊ら 2017b；2021b）、岐阜県下各地での実証調査（渡邊ら 2021c）を経て、下刈り期間の短縮を実証しました。

本研究では、超緩効性肥料で育成したヒノキ実生コンテナ苗の成長特性を評価し、この苗を導入することにより確実な再造林と初期保育コスト低減を実現するための注意点について報告します。

1 調査方法

用いた苗木は、根鉢容量300ccの2年生ヒノキ実生コンテナ苗2種類で、岐阜県産同一種子の1年生稚苗をマルチキャビティ・コンテナ（JFA-300）に移植し、1年間育成したものです。これらのうち一方は、初期の育成マニュアル（遠藤・山田 2009）に従い、培土1Lあたり5gの従来肥料（ジェイカムアグリ（株）製ハイコントロール085（溶出日数100日型：N10-P18-K15））を元肥として育成した苗木（以下、従来苗）、他方は元肥を培土1Lあたり10gの超緩効性肥料（同650（溶出日数700日型：N16-P5-K10））に変えた苗木（以下、超緩効性苗）です。コンテナ苗の育成時は、溶出期間が1年以下の元肥を使うのが一般的ですが、超緩効性肥料はこれよりも溶出期間が長いので、植栽後も1年程度の肥効の持続が期待されます。

調査は、2018年5月～2024年11月までの7成長期間にわたり、湯舟沢国有林（中津川市神坂、標高980m）と小川長洞国有林（^{おがわながほら}下呂市小川、標高660m）の2地点で行いました（図1）。湯舟沢調査地は傾斜18度の西向き斜面、小川長洞調査地は傾斜35度の南東向き斜面に位置し、どちらも土壌の母材は濃飛流紋岩（溶結凝灰岩）、土壌型は適潤性褐色森林土（偏乾亜型）～適潤性褐色森林土でした（表1）。また、気候の平年値は、平均気温約9～12℃、年降水量約2,300mmでした（表1）。湯舟沢調査地にはクマイザサが優占しており、一

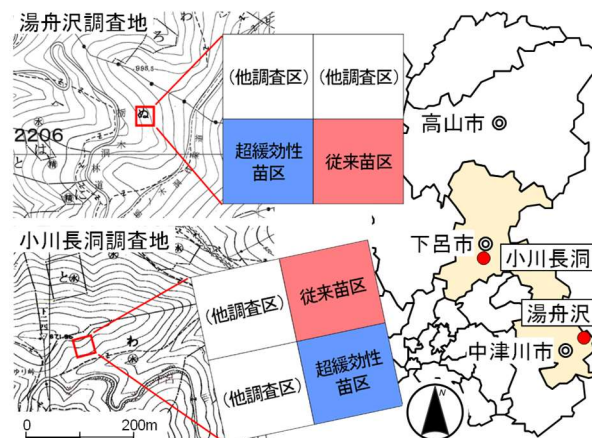


図1 調査地および調査区の配置

表1 調査地の概要

調査地	湯舟沢 (中津川市)	小川長洞 (下呂市)
標高	980m	660m
地形・傾斜	西斜面・18度	南東斜面・35度
地質(母材)	流紋岩類	流紋岩類
土壌型	B _D (d)～B _D	B _D (d)
平均気温 [†]	8.9℃	11.7℃
年降水量 [†]	2,289.9mm	2,334.2mm
植生型	クマイザサ	木本
防鹿柵	設置	設置

[†]国土数値情報(国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト 2022)のメッシュデータによる平年値(1991～2020年)

方、小川長洞調査地ではカラスザンショウ、アカメガシワ、エゴノキなどとキイチゴ類、ムラサキシキブなどから構成される木本類が優勢でした。

調査地を分割し、2018年5月に超緩効性苗の植栽区（以下、超緩効性苗区）および従来苗の植栽区（以下、従来苗区）に、それぞれ100本ずつの苗木を2m間隔（密度約2,500本/ha）で植栽しました。毎年夏に植栽木と競合植生との高さの関係を評価し、80%以上の本数の植栽木が競合植生より高くなるまで、必要に応じて毎年下刈りを実施しました。植栽時（0年目）と、植栽1～7年目の成長休止期に樹高（cm）と根元直径（mm）を計測し、苗種間で各サイズ、比較苗高〔（樹高／根元直径）×10〕、成長を比較しました。成長は相対成長率（期首サイズを加味した数値）により評価し、 $\{1n(n\text{年目期末の樹高または根元直径}) - 1n(n-1\text{年目期末の樹高または根元直径})\} / 1(\text{年})$ により算出しました。外因（誤伐、食害など）による成長停滞木や枯死木は、設定時まで遡って解析から除外し、解析個体は湯舟沢調査地で87本（超緩効性苗区45本、従来苗区42本）、小川長洞調査地で151本（超緩効性苗区89本、従来苗区62本）になりました。なお、湯舟沢調査地の本数減少が著しいのは、ノウサギによる根元剥皮が多かったためです。

2 結果および考察

（1）超緩効性苗の成長特性と下刈り省略効果

植栽時の大きさは両苗ともほぼ同じであり、差はありませんでした（図2）。しかし、樹高では植栽2年目から超緩効性苗の方が大きいか、やや大きい傾向が続きました（図2a）。根元直径でも、湯舟沢調査地では2年目以降、小川長洞調査地では3年目からは、超緩効性苗の方が大きい傾向がありました（図2b）。また、これらの傾向はそれ以降調査期間を通してみられました（図2a,b）。

比較苗高は、植栽直後には120程度で高い値でしたが、植栽2～3年目以降には80～60まで低下しました（図2c）。植栽直後にコンテナ苗の樹高成長が停滞するのは、「徒長」気味な苗木が、直径成長を優先

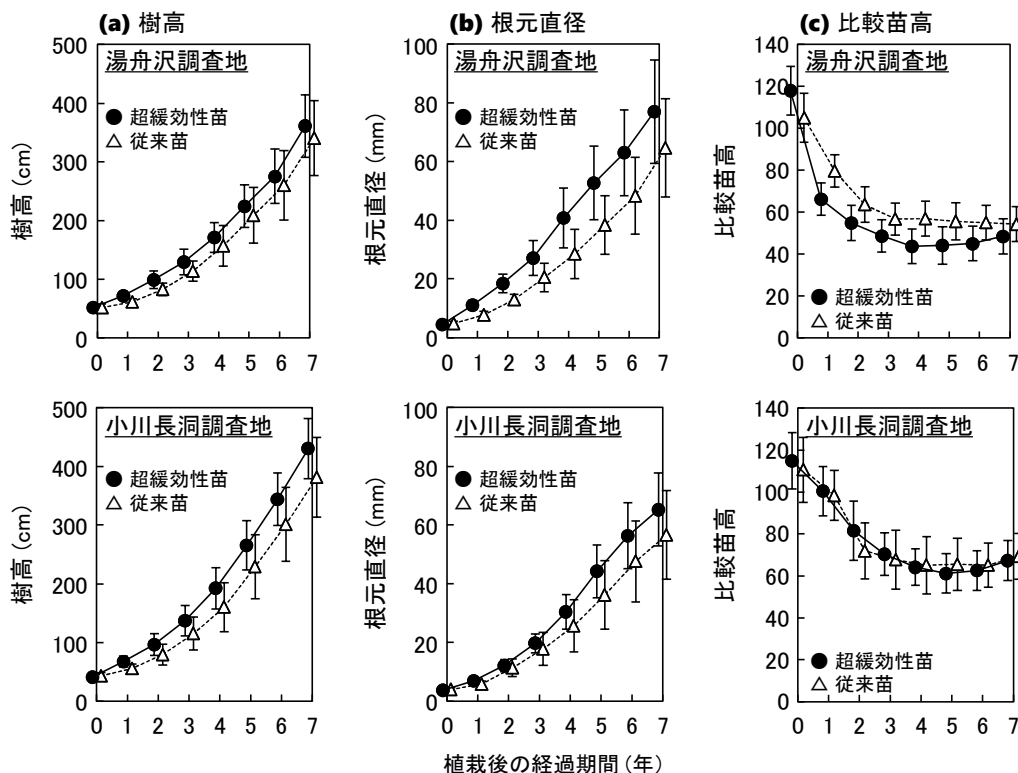


図2 樹高(a)、直径(b)、比較苗高(c)の推移

上段：湯舟沢調査地、下段：小川長洞調査地。ひげは標準偏差を示す。

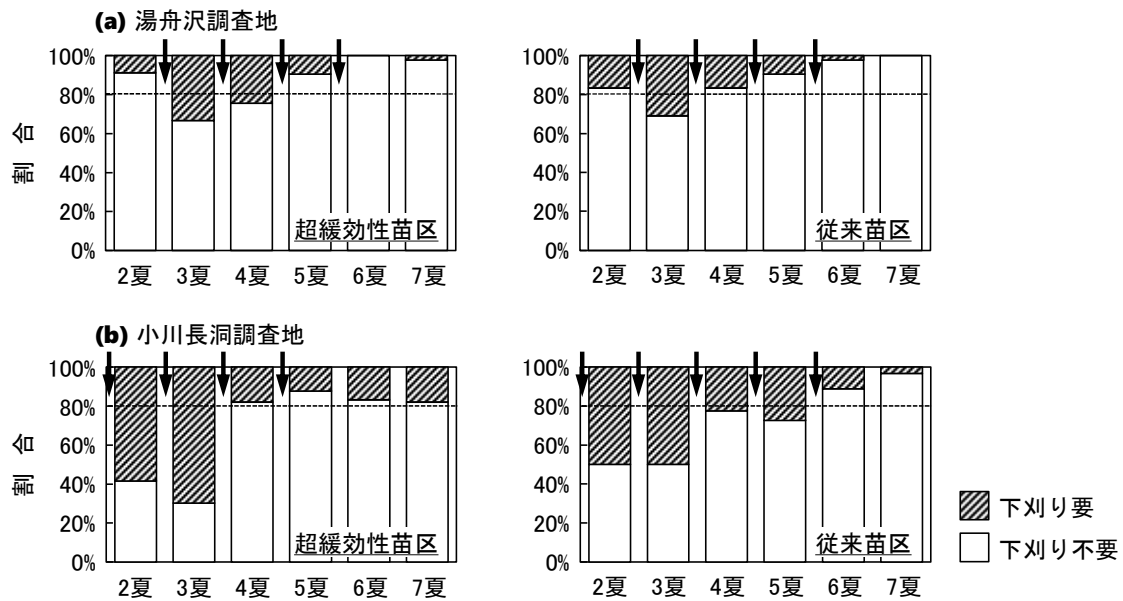


図3 湯舟沢調査地(a)と小川長洞調査地(b)における下刈りが必要な植栽木の割合の推移
点線は下刈り要否の基準とした割合(植栽木>競合植生の割合が全体の80%)、下向き矢印(↓)は下刈り実施時期を示す。

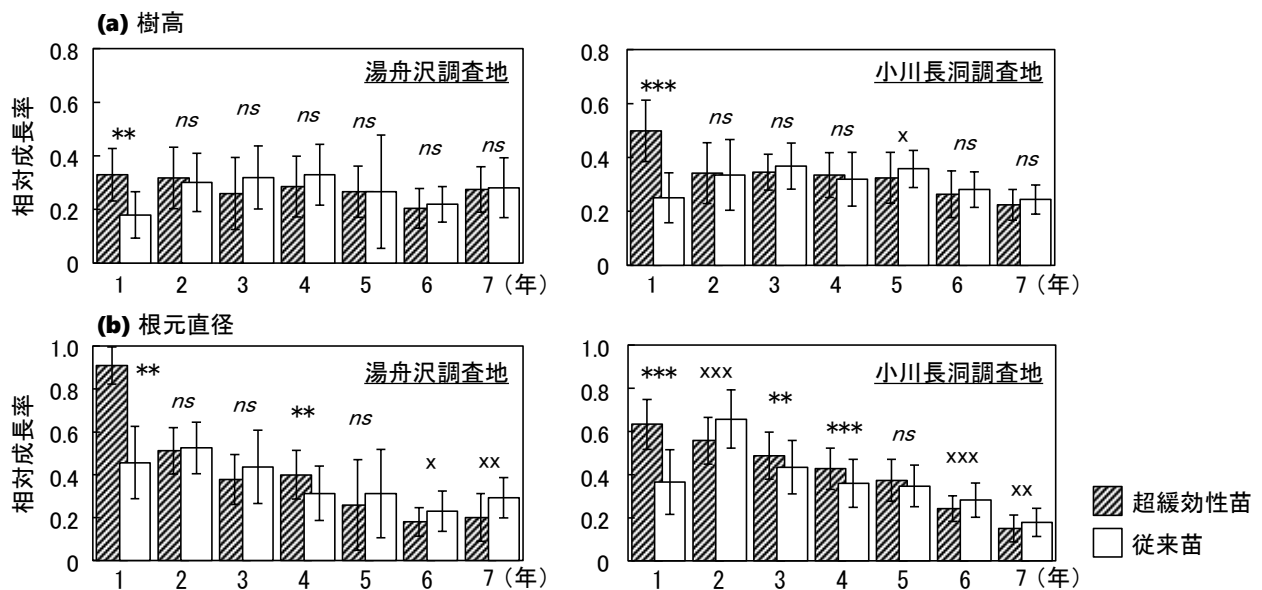


図4 植栽後の年数別の相対樹高成長率(a)と相対根元直径成長率(b)

ひげは標準偏差、*およびxは苗種間の有意差(Mann-WhitneyのU検定、記号2個: $p<0.01$ 、記号3個: $p<0.001$)を示し、*の場合は超緩効性苗の、xの場合は従来苗の値が大きい。

させて形状を整えるためと、一般的には言われています。本研究の超緩効性苗は、これに対して直径成長を伴いながらも樹高成長の停滞はなく、安定した水準の比較苗高まで速やかに到達した点で、品質に問題はありませんでした(図2)。

超緩効性苗の成長が造林用裸苗や従来苗に比べて優位な傾向は、岐阜県下13調査地67調査区3,402本のデータを解析した結果からも裏付けられています(渡邉ら 2021c)。以上のことから、超緩効性肥料で育成したヒノキのコンテナ苗は、従来のコンテナ苗(や裸苗)に比べ初期成長において優位であると結論づ

けられます。

湯舟沢調査地では、超緩効性苗区と従来苗区の下刈り回数は、ともに4回でした(図3a)。小川長洞調査地では、従来苗区の5回に対し、超緩効性苗区は4回になりました(図3b)。湯舟沢調査地の競合植生(クマイザサ)は高さが150cm程度で、植栽木が植生高を越えたのはどちらの区も4成長期目でした。このため、超緩効性苗は下刈り年数の短縮には寄与しませんでした(両苗の成長比較が研究目的であったため、十分な回数の下刈りを行いました、5年目夏の下刈りは不要だった可能性があります)。一方、木本類が優占する小川長洞調査地では、超緩効性苗区の年数を1年短縮しても、下刈り終了後に競合植生が植栽木の高さを越えることがなく、植栽木の成長に影響はありませんでした。このように、競合植生の種類や高さ(雑草木タイプ)によって効果に差がありますが、超緩効性苗によって下刈り期間が短縮できることが確認されました。

(2) 超緩効性苗の性能を活かした植栽～初期保育の手法

一方、樹高(図4a)や根元直径(図4b)の相対成長率に着目すると、超緩効性苗の値は、植栽1年目において従来苗を上回るものの、2年目以降は従来苗と同等か、それ以下の水準である場合が多いことが確認されました。つまり、超緩効性苗は植栽1年目には元肥の残効によって大きく育ちますが、2年目以降は前年の大きさに応じた成長量を維持しているものの(図2a,b)、成長そのものの優位性はなかったといえます。言い換えれば、肥効による成長促進は植栽直後に限られるため(渡邊ら 2021b)、超緩効性苗の性能を活かすには、この期間中に苗木の成長を妨げないような管理が求められます。

その管理方法として、植栽時期と下刈り時期の注意点を示します。まず、超緩効性苗を夏や秋に植栽すると、生育期間が短い植栽当年だけでなく翌年も成長が停滞する可能性があります(渡邊ら 2017a)。これは、ヒノキ苗が春期出荷用に育成されており、それ以外の時期まで残された苗は、過成長した「徒長苗」であるからだと推測されます。さらに、寒冷寡雪地域(岐阜県や中部森林管理局管内の中部山岳地域に広く分布する)では、11月以降の植栽による活着率の顕著な低下が報告されています(渡邊・茂木 2023; 注1)。それらの結果として発生する補植(状況によっては改植)や下刈り回数の増加は、低コスト再造林とは相反するものです。したがって、岐阜県下または中部森林管理局管内の寡雪地域にヒノキを植栽する場合、コンテナ苗であっても春期が最適であると考えられます。

また、ヒノキは梢端が被圧されると成長が停滞するため(渡邊ら 2021a)、競合植生の影響を受ける前に下刈りを実施することが重要です(渡邊ら 2021a; 安江・渡邊 2021)。この点においては、コンテナ苗であろうと成長が早い苗であろうと、生理的には同様です。したがって、肥効によって成長が促進されている期間に下刈りを実際に行い、植栽木が競合植生による被圧を回避できる状態を維持することが、植栽木の健全な成長に対して効果的です。植栽年から下刈りを毎年繰り返すと、競合植生の高さはおおよそ200～250cmに収束することが分かっています(宇敷・渡邊 2025)。一方、植栽木がこの高さに到達するのは3～4年生時です(図2)。そのため、植栽後3年目程度までは続けて下刈りを実施し、4年目以降は状況に応じて実施の要否を判断することで、下刈りの総回数ではなく下刈り終了までの期間を縮減すれば、現行の下刈り終了年限を1～2年前倒しすることが可能です。また、このとき、競合植生の種類や高さ(雑草木タイプ)を考慮することにより、下刈り期間のさらなる短縮と、より効率的な管理が実現できると考えられます(宇敷・渡邊 2025)。

おわりに

以上をまとめると、苗木の生理生態や特性を理解したうえで、それに即した適切な方法で植栽や下刈りを行うことが重要であるといえます。さらに、この管理方法は、初期保育における労力の削減や低コスト再造林にもつながると考えています。

本研究の一部は、中部森林管理局と岐阜県との共同研究です。一連の研究にご協力いただいた中部森林管理局 岐阜森林管理署、同 東濃森林管理署、同 森林技術・支援センター、および岐阜県森林研究所の職員各位に厚くお礼申し上げます。

注釈

1 多雪地域では降雪が植栽木を保護するため、晩秋植栽を行う地域があります（桜井 1998；宮嶋・小柳 2017）。ただし、多雪地域（最大積雪深1.0m以上）はヒノキの造林適地ではなく（竹下 1972）、植栽は推奨されていません（例えば、岐阜県林政部林政課 2023）。

引用文献

- 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）．74-90
- 岐阜県林政部林政課（2023）第15次木曽川流域森林計画書．岐阜県
- 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．日本森林学会誌98：135-138
- 国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト（2022）国土数値情報（平年値メッシュデータ第3.0版）；[2025.1.14 参照]．https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G02-v3_0.html
- 宮嶋大介・小柳正彦（2017）多雪地の緩傾斜地におけるスギコンテナ苗の植栽工期と活着．新潟県森林研究所研究報告57：31-36
- 桜井尚武（1998）人工造林、植え付け．（林業技術ハンドブック．全国林業改良普及協会編、全国林業改良普及協会）．798-824
- 竹下純一郎（1972）岐阜県飛騨地方におけるヒノキ人工造林の適地域．森林立地14：14-19
- 宇敷京介・渡邊仁志（2025）再造林地における下刈りのための植生分類．中部森林・林業交流発表集（令和6年度）：<https://www.rinya.maff.go.jp/chubu/gijyutu/siryousitu/chubu02.html>
- 渡邊仁志・茂木靖和（2023）晩秋に植栽したヒノキ実生コンテナ苗の活着と気象条件．中部森林技術交流発表集（令和4年度）：39-44
- 渡邊仁志・三村晴彦・茂木靖和・千村知博（2017a）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．岐阜県森林研究所研究報告46：1-5
- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博（2017b）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．日本森林学会誌99：145-149
- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦（2021a）ササ地における下刈りの省略がヒノキ植栽木の成長に及ぼす影響．中部森林研究69：17-20
- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博（2021b）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．日本森林学会誌103：232-236
- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博・安江清文（2021c）育成方法が異なるヒノキ実生コンテナ苗の多点データによる活着と初期成長．日本森林学会大会発表データベース132：94
- 安江清文・渡邊仁志（2021）ササ生地でのヒノキ造林地における省力保育を目的とした下刈りスケジュールの検討．中部森林技術交流発表集（令和2年度）：52-55