



# 革新的造林モデル 事例集

令和4年度版



林野庁



革新的造林モデル普及業務は、  
全国各地の先進的な造林技術や造林事業体等の事例を収集し、  
現地調査・検討会を通じて革新的な造林モデルを普及していくことで、  
広く再造林が実施されていくことを目的とした事業です。

2022(令和4)年度の本事業では、  
全国4ブロックから選定(秋田県、長野県、広島県、大分県)された  
森林づくりに関する優れた取組について近隣の森林・林業関係者を中心に集い、  
現地調査・検討会を行いました。  
また、「低コスト再造林の普及に向けたオンライン講習会」を  
全国の森林・林業関係者を対象に実施し、  
多くの方々にご参加いただきました。

本事例集は、現地調査・検討会及び講習会にて取り上げられた取組を中心に、  
挑戦的なものも含め幅広く掲載したものです。  
より多くの方々に本事例集に触れていただき、  
現場での実践にご活用いただければ幸いです。  
また、巻末には、森林整備に関する情報入手に役立てられるよう、  
リンク集も掲載しております。

本事例集により、  
新たな森林づくりのための再造林がさらに進むことを期待しております。

2023年3月  
林野庁 整備課



## まえがき … 1

## 植栽

低密度植栽

## 植栽本数密度による林分構造変化の比較 … 4

近畿中国森林管理局広島森林管理署

低密度植栽

## 中津ミステリーサークルにみる

## 植栽密度によるスギの成長、枯れ上がりの状況 … 14

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部（大分県）

大苗

## 多雪寒冷地における大苗植栽の特性 … 20

東北森林管理局 森林技術・支援センター

在来品種／精鋭樹／エリートツリー

## 疎植造林検証モデル林での在来品種・精英樹・

## エリートツリー（4年生）の初期成長比較 … 26

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部（大分県）

機械地拵え

## グラップルレーキ及び立木破碎機による機械地拵え … 32

南佐久北部森林組合（長野県）

一貫作業／機械地拵え

## 一貫作業と機械地拵えによる低コスト再造林 … 40

長野県林業総合センター育林部 主任研究員 大矢 信次郎（長野県）

一貫作業／大苗

## 一貫作業システムと大苗植栽による下刈り省力化 … 48

一般社団法人 日本森林技術協会 九州事務所 主任研究員 中村 松三（熊本県・宮崎県）

早生樹

## 早生樹ユリノキの成長と更新特性

## ～東北地方への導入に向けて～ … 60

東北森林管理局 森林技術・支援センター

早生樹

## コウヨウザンのサイズ別裸苗の

## 植栽試験と木材としての利用の可能性 … 68

広島県立総合技術研究所林業技術センター（広島県）

早生樹

## コウヨウザンコンテナ大苗を用いた

## 伐採から造林の一貫作業 … 80

三次地方森林組合（広島県）

## 経営支援

制度

**主伐後の再造林～保育10年保証制度** … 88

南佐久中部森林組合（長野県）

制度／基金

**低コスト再造林の支援制度  
～岩手県森林再生機構による森林再生基金～** … 94

岩手県森林再生機構（岩手県）

異分野連携／苗木生産

**森林環境譲与税を活用して  
林福連携による苗木生産の推進** … 100

障害福祉サービス事業所「樹の実園」・杵築市役所（大分県）

**あとがき** … 108

**森林づくりの新たな技術資料リンク集** … 109

# 植栽本数密度による 林分構造変化の比較

## 近畿中国森林管理局広島森林管理署

### Point

植栽本数密度による成長量・形質の比較検証により低コスト化に向けた森林造成技術を確認する取組。

## 1 目的

低コスト化に向けた森林造成技術の確立を目的に、植栽本数を従来よりも少なくして苗木代や人件費、その他の保育経費を削減した結果、植栽本数の密度の違いによって林分構造（成長量・形質）がどのように変わるのかを比較検討した。

## 2 試験地の概要と調査方法

試験地は、近畿中国森林管理局広島森林管理署管内新元重山国有林（広島県福山市）で、1972（昭和47）年度に、大苗の疎植による地拵え、植栽、下刈り工程の省力化の検討のために設置されました。

スギ（1973（昭和48）年3月植栽）、ヒノキ（1974（昭和49）年3月植栽）を、それぞれha当たり1,000本、1,500本、2,000本、3,000本の4タイプの植栽本数密度で植栽を実施しました（図1）。2002（平成14）年以降、林分調査、胸高直径、樹高、下層植生を調査し、植栽密度による林分状況の違いの検証を行っています。

なお、1995（平成7）年度までに下刈り、つる伐り、除伐、枝打ちを実施。1998（平成

10）～1999（平成11）年度に保育間伐（伐採材積率20%）を実施（1,000本区を除く）。2014（平成26）年度には列状間伐（1伐3残）を実施しています（表1）。

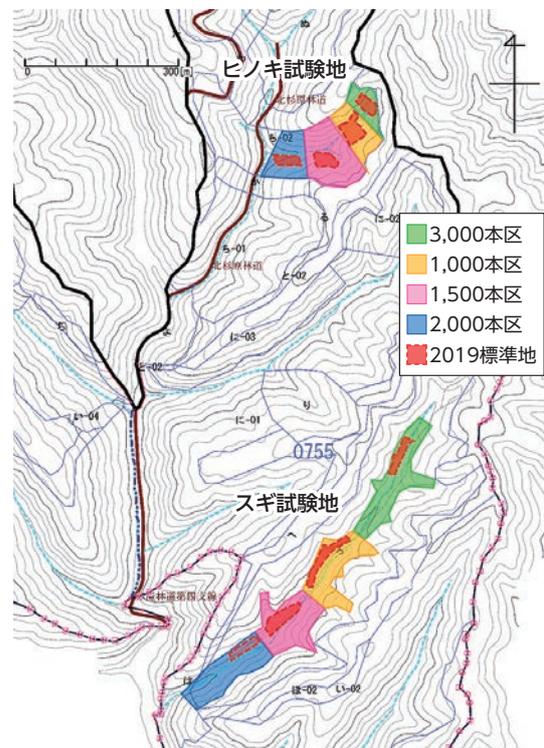


図1 試験地位置図

表1 試験地の概要と調査方法

|         |   |
|---------|---|
| 試験地     | 近畿中国森林管理局広島森林管理署管内新元重山国有林755ろ、ち2林小班（広島県福山市）           |
| 樹種（植栽年） | スギ（1973（昭和48）年3月植栽）、ヒノキ（1974（昭和49）年3月植栽）              |
| 植栽密度    | 1,000本/ha、1,500本/ha、2,000本/ha、3,000本/ha               |
| 育林作業    | 1995（平成7）年度までに下刈り、つる伐り、除伐、枝打ちを実施                      |
|         | 1998（平成10）～1999（平成11）年度に保育間伐（伐採材積率20%）を実施（1,000本区を除く） |
|         | 2014（平成26）年度には列状間伐（1伐3残）を実施                           |

### 3 2019（令和元）年度調査内容と成果

#### (1) 2019（令和元）年度調査の内容

2019（令和元）年度には、スギ・48年生及びヒノキ・47年生時点での林分状況の調査を実施しました。調査内容は、林分調査、下

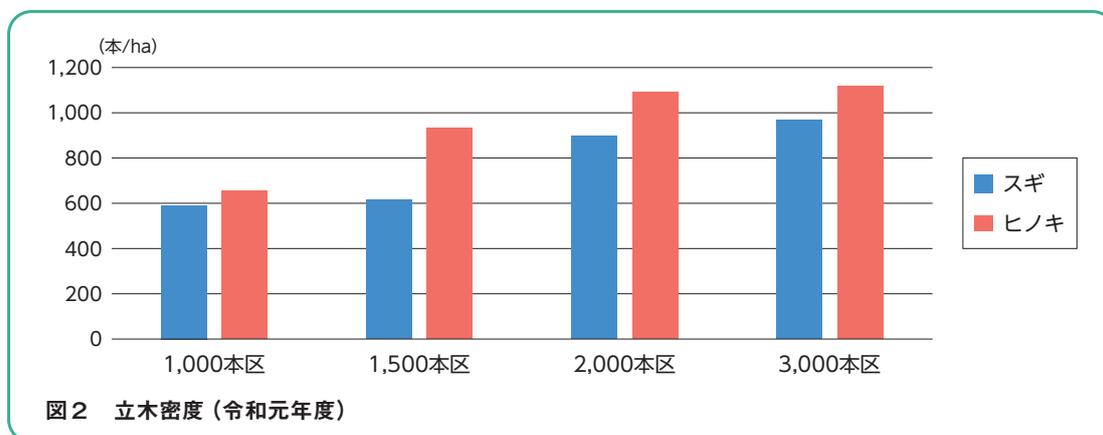
層植生調査、林内相対照度調査の3つです（表2）。ここでは林分調査の成果について紹介します。

#### (2) 立木密度（2019（令和元）年度林分調査）

表1の施業を経て、調査時点における各試験区の立木密度は以下のとおりです（図2）。スギでは、1,000本区・1,500本区と2,000本区・

表2 2019（令和元）年度調査方法

| 調査の種類    | 調査の内容   |
|----------|---|
| 林分調査     | <ul style="list-style-type: none"> <li>各試験区に立木100本程度を含む標準地を1カ所設定。</li> <li>標準地面積（トールパルス）、標準地内全ての生立木の立木本数、胸高直径（直径巻尺）、樹高（測幹）及び幹形異常の有無（曲がり、二又等を目視）を調査。</li> <li>標準地内の一部において、地上型3次元レーザースカナにより計測。</li> <li>3D画像作成、樹高6mまでの幹の細りを解析。</li> </ul> |
| 下層植生調査   | 8月、各試験区中央部に2m×4mの方形プロットを3カ所ずつ設定。木本・草本について、種名、植被率、高さを記録。   |
| 林内相対照度調査 | 7月、標準地内と林外において、照度計により測定（30秒間隔で11回測定を3回繰り返し）。  |



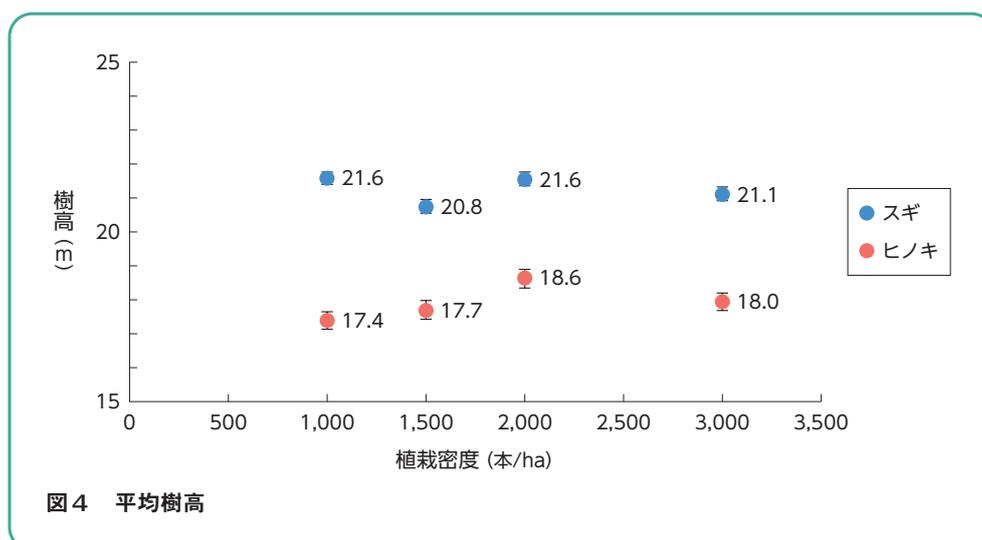
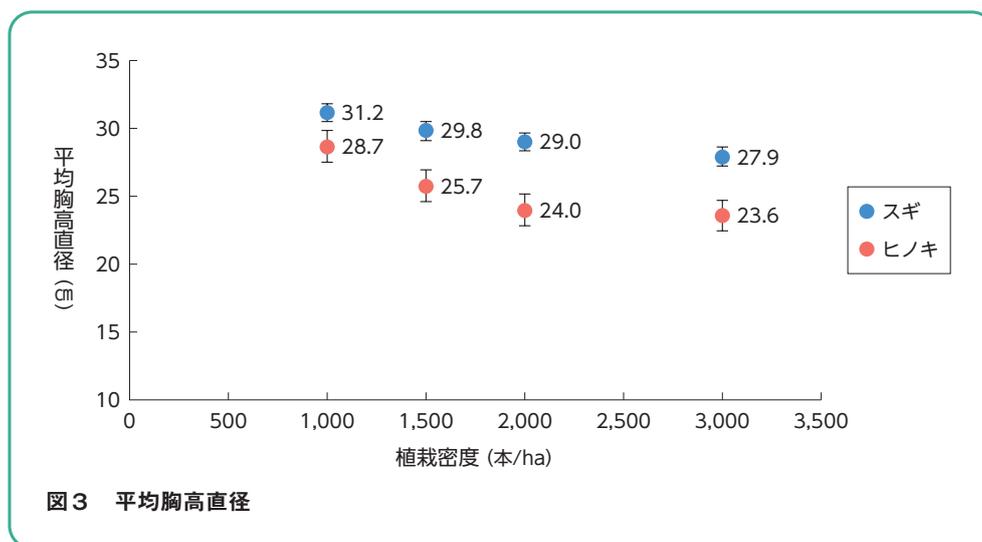
3,000本区で差がある傾向がみられます。ヒノキでは、1,000本区とそれ以外の区で差がある傾向がみられます。

### (3) 平均胸高直径・平均樹高 (2019(令和元)年度林分調査)

平均胸高直径および平均樹高を図3、図4に示します。

平均胸高直径は、植栽密度が大きくなるにつれて小さくなる傾向にあります。特にヒノキについては1,000本区とそれ以外の試験区との間で有意差がありました。

平均樹高については、ヒノキの1,000本区と2,000本区との間で有意差が確認されました。

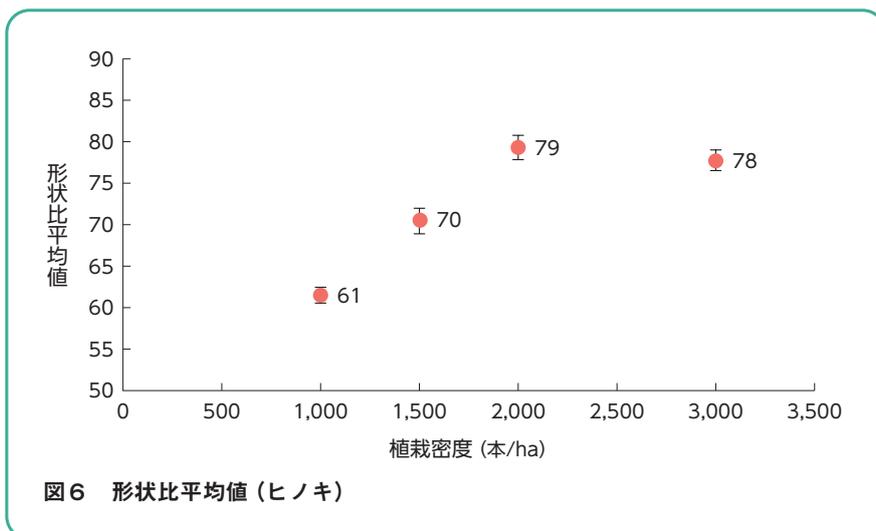
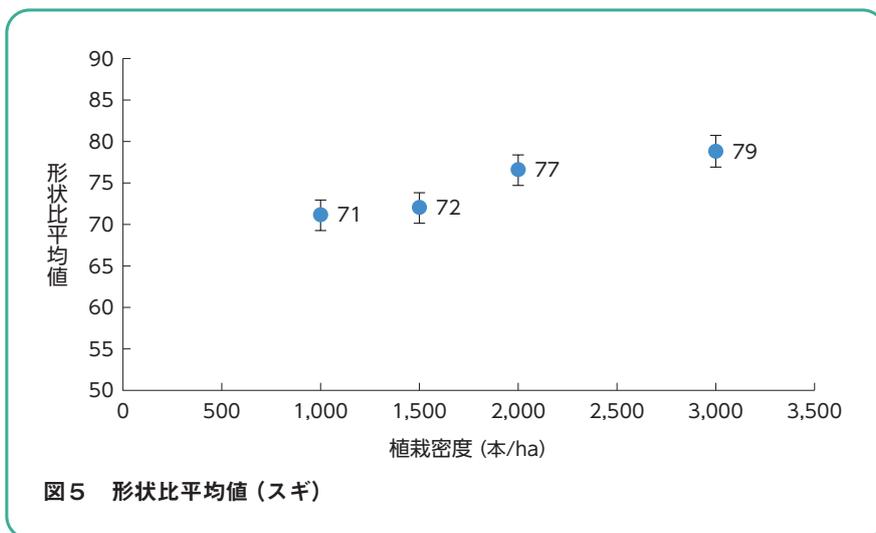


#### (4) 形状比の平均値 (2019(令和元)年度林分調査)

形状比の平均値を図5、図6に示します。植栽密度が大きくなるにつれて形状比は大きくなる傾向がみられます。また2,000本区及び3,000本区では80に近い値となっています。

#### (5) 平均幹材積 (2019(令和元)年度林分調査)

平均幹材積を図7に示します。植栽密度が大きくなるにつれて平均幹材積の値は小さくなる傾向がみられます。またヒノキについては、1,000本区とそれ以外の区との間に有意差がありました。

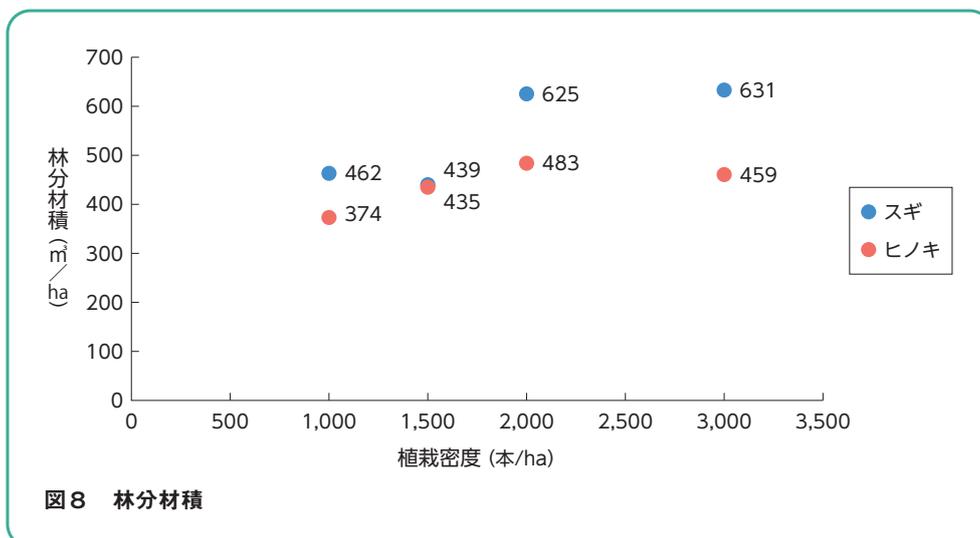
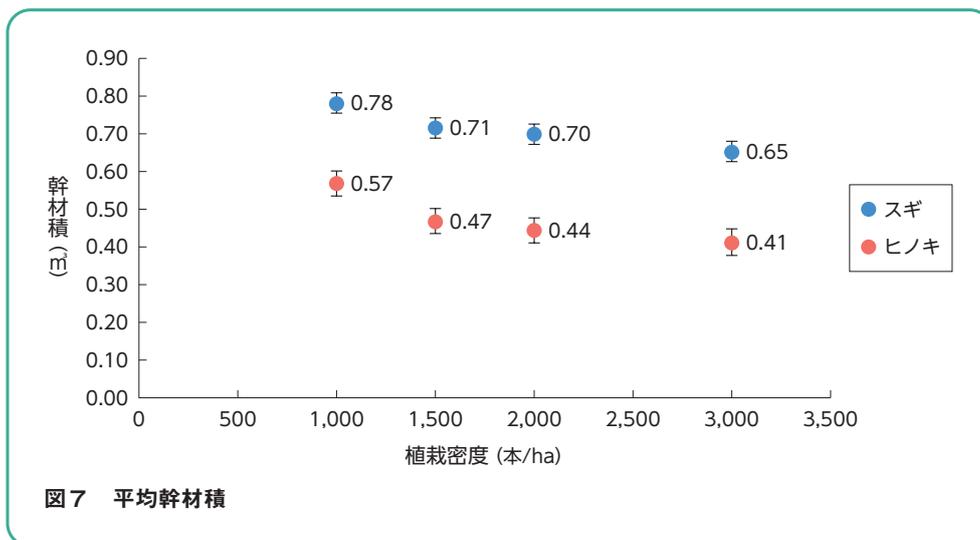


## (6) 林分材積 (2019(令和元)年度林分調査)

林分材積を図8に示します。立木密度の違いもあり、スギでは3,000本区・2,000本区に対して、1,500本区、1,000本区は小さくなる傾向があります。ヒノキも同様ですが、その

差はスギに比べ小さくなっています。

また、林分材積胸高直径別内訳を図9、図10に示します。スギでは30cm上の材積は試験区間の差が小さく、ヒノキでは1,000本区での30cm上の割合が他に比べ大きいですが、20cm上での差は小さくなっています。



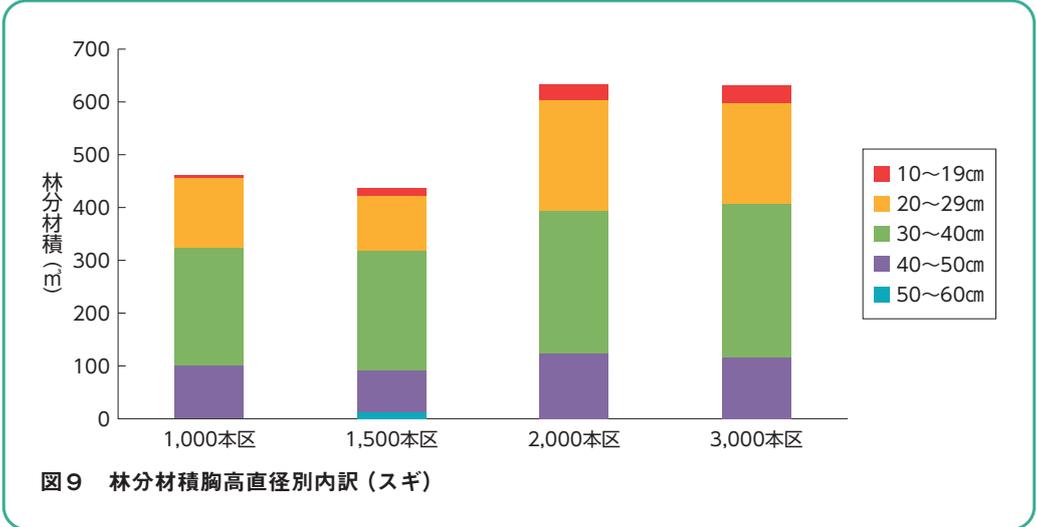


図9 林分材積胸高直径別内訳 (スギ)

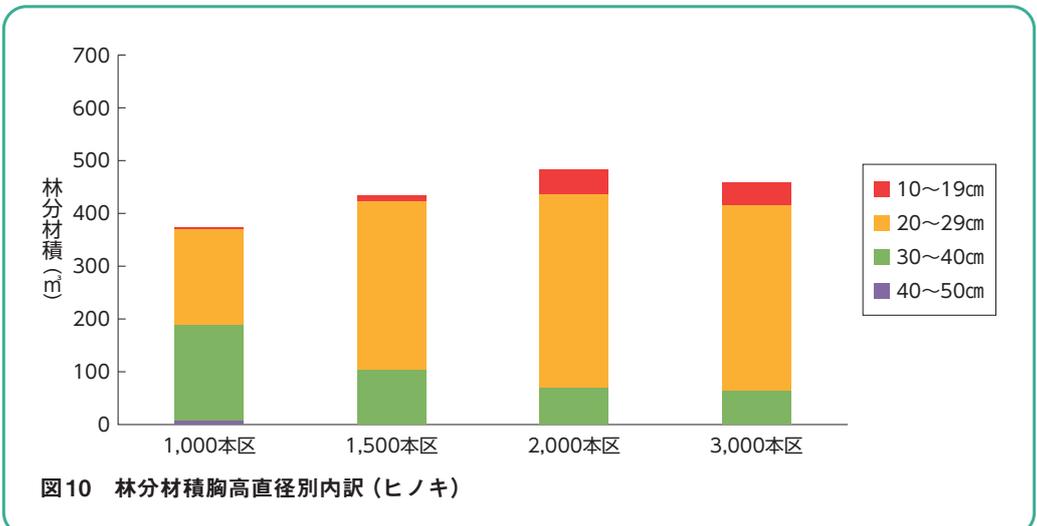


図10 林分材積胸高直径別内訳 (ヒノキ)

## 4 2014 (平成26) 年度 応力波伝播速度 調査の概要

2014 (平成26) 年度に実施された応力波伝播速度調査結果より、静的ヤング率を推計したところ、スギについては、1,500本区以上では、E70を上回るものがほとんどで、1,000本区でもE70以上が78%となっています(図

11)。

またヒノキについては、1,500本区では、E90よりも低い値を示すものが10%ありましたが、1,000本区を含めてE90を上回るものがほとんどでした。

なお、今後試験的に伐採・製材を行い、ヤング率の測定や節の状況の確認等を行う予定です。

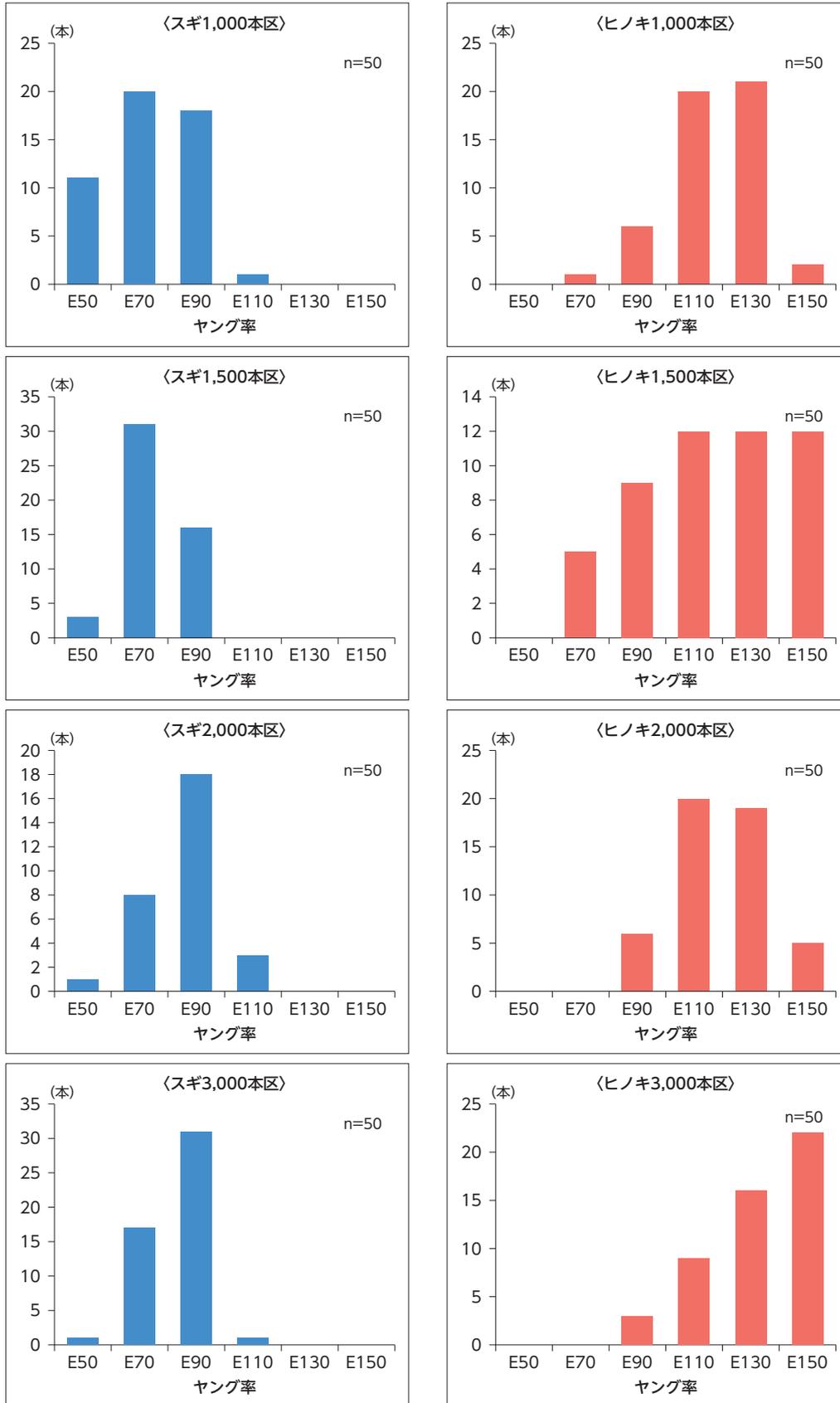


図11 応力波伝播速度調査結果(ヤング係数推計)  
平成27年度森林・林業交流研究発表会発表

## 5 2022 (令和4) 年度 時点でのヒノキ林の 状況比較

2022 (令和4) 年10月時点の現地調査において各林分の状況を目視すると、1,500、2,000、3,000本区については、成林状況がほぼ同じであるように見えます。(写真1~4)

2019 (令和元) 年度に実施された地上高6mまでの幹の細りの解析では、各植栽本数間で差はありませんでした。2014 (平成26) 年度の樹冠解析では、ヒノキ1,000本区において6.2mより上部でウラゴケ傾向が確認されていますが、1,500本以上ではウラゴケ傾向は確認されませんでした。



写真1 ヒノキ1,000本区



写真2 ヒノキ1,500本区



写真3 ヒノキ2,000本区



写真4 ヒノキ3,000本区

## 6 まとめ

- ①植栽本数が少なくなるほど胸高直径は大きくなる傾向にありますが、スギ、ヒノキともに2,000本/ha以下の植栽密度であっても問題なく成林しています。
- ②立木段階の強度推計では、植栽本数密度により強度的に問題となるような差はありません。
- ③低密度植栽は、年輪幅が一定で稠密な無節材の生産を目的とするのではなく、集成材や合板など主に加工向けの並材の生産が目的となり、造林・育林の低コスト化と一体的に取り組むことで優位性が発揮されるものと考えられます。

### 事例情報入手先

近畿中国森林管理局広島森林管理署  
〒730-0822  
広島県広島市中区吉島東3丁目2-51  
電話：050-3160-6145



# 中津ミステリーサークルにみる 植栽密度によるスギの成長、枯れ上がりの状況

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部

## Point

スギ（在来品種・精英樹・エリートツリー）、ヒノキ（在来品種）について、植栽本数の低密度化をモデル的に実施し、植栽密度による木の成長等を検証する取組。

## 1 目的

大分県では、①施業の機械化・省力化、②植栽本数の低密度化、③施業の分散化、④下刈り回数の削減・短縮化を基本方針として、造林や育林施業の低コスト化を進めています。この取り組みでは、②植栽本数の低密度化による影響を検証することを目的に、植栽間隔と下刈り年数の違いによる成長、枯れ上がりの状況について比較しました。

## 2 試験地及び調査方法

### (1) 試験地（中津ミステリーサークル）の概要

本試験地は、大分県中津市本耶馬溪町東谷<sup>ほんやぼけいまちりがし</sup>の中国木材株式会社<sup>たに</sup>の所有林内において、2008（平成20）年3月に代表的な郷土樹種であるスギ4種（アヤスギ、オビスギ、シャカイン、ヤマグチ）を同心円上に7列に密度を変えて（698～6,227本/ha、ネルダーの系統的配置）植栽した14年生の林分です（図1、表1）。先行事例である1973（昭和48）年に設定された宮崎南部森林管理署の林分密度試験林は、同心円状の試験地を上空から見るとミステリー

サークル状の模様となることから「飢肥杉ミステリーサークル」と呼ばれており、本試験地もその名称にちなんで「中津ミステリーサークル」と呼んでいます。

下刈りは、3～4年生時に全刈区と無下刈区に分けて実施しています。

### (2) 調査方法

調査対象は、土砂流出並びに競合植生による被圧の被害を受けていないオビスギ（全刈区、無下刈区）とアヤスギ（全刈区）の林分を対象としました（図2）。測定項目は、樹高、直径、樹幹幅、枝下高で、2021（令和3）年7月にUAVによる樹高計測、9月に樹冠調査を実施しました（図3）。

## 3 調査結果

### (1) 樹高

密度・下刈り区別樹高の比較を図4に示します。平均樹高ではオビスギ全刈が12.3m、オビスギ無下刈が9.8m、アヤスギ全刈が8.9mでした。

密度別での比較では、樹高の差は確認されませんでした。下刈りの有無によっては樹高差が確認されました。

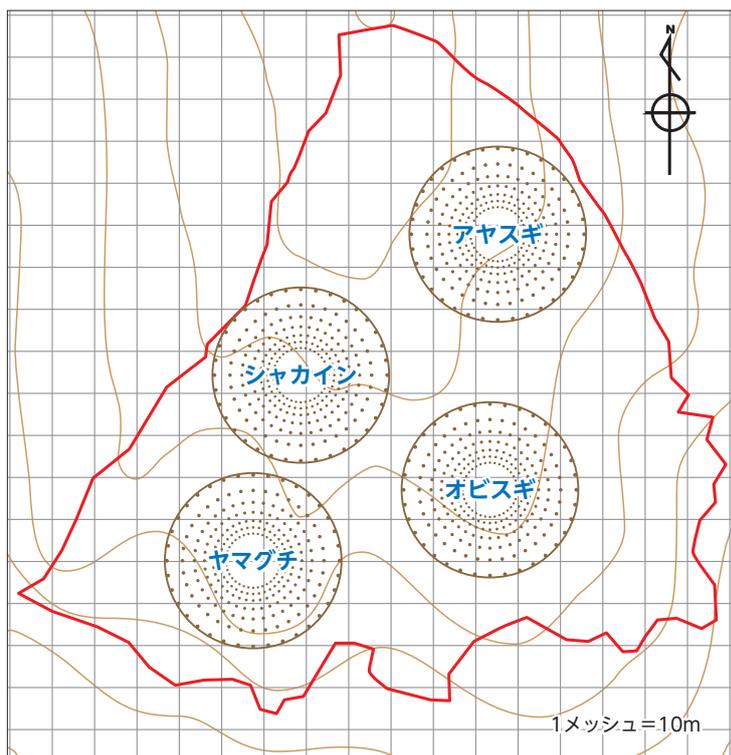
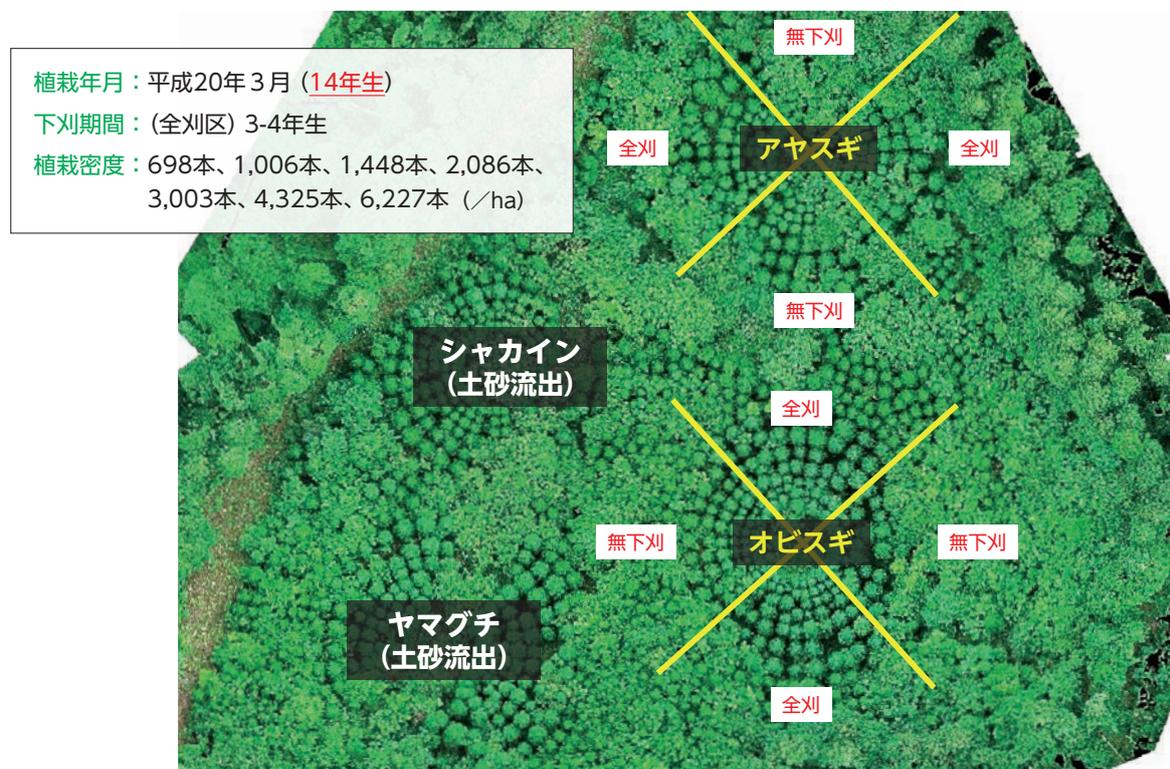


図1 植林当初の中津ミステリーサークルの位置図

表1 植林密度と植栽間隔

| 列番号   | 植栽密度<br>(本/ha) | 植栽間隔<br>(m) |
|-------|----------------|-------------|
| 7 (外) | 698            | 3.8         |
| 6     | 1,006          | 3.2         |
| 5     | 1,448          | 2.6         |
| 4     | 2,086          | 2.2         |
| 3     | 3,003          | 1.8         |
| 2     | 4,325          | 1.5         |
| 1 (内) | 6,227          | 1.3         |



植栽年月：平成20年3月（14年生）  
 下刈期間：（全刈区）3-4年生  
 植栽密度：698本、1,006本、1,448本、2,086本、  
 3,003本、4,325本、6,227本（/ha）

図2 現在のの中津ミステリーサークルの状況

調査対象：オビスギ (全刈、無下刈)、アヤスギ (全刈)  
 測定項目：樹高 (RTK-UAV)、直径、樹冠幅、枝下高  
 調査：令和3年7月UAV計測 (樹高)、令和3年9月樹冠調査

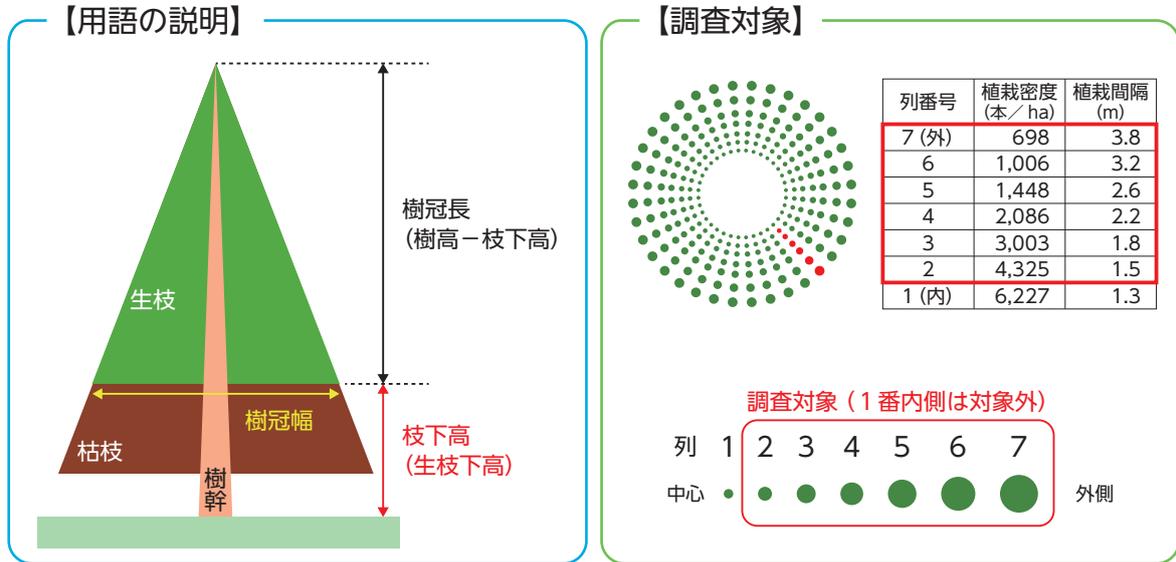


図3 杵築モデル林でのブロック別植栽内容

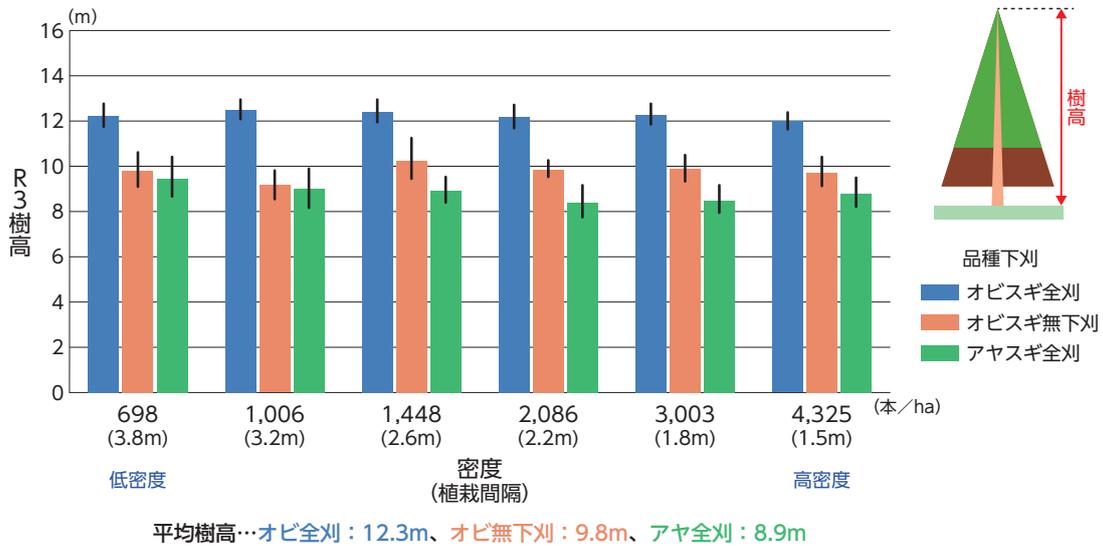


図4 密度・下刈り区別における樹高の比較

オビスギ全刈に対してオビスギ無下刈は2m程度低くなっています。その理由として、植栽後しばらくは雑草木から被圧を受けていたことが推測されます。

アヤスギについては、平均的なスギ品種と比較して初期成長が劣るといわれている品種

で、全刈してもオビスギ無下刈より樹高が低い結果となっています。

## (2) 胸高直径

密度・下刈り区別胸高直径の比較を図5に示します。低密度になるほど直径は大きくな

り、高密度になるほど直径が小さくなる傾向が確認されました。下刈りの有無の比較では、下刈りを実施した方が樹高が高くなったため、それに伴い胸高直径も大きくなったことが推察されます。

### (3) 樹冠幅

密度・下刈り区別樹冠幅の比較を図6に示します。樹冠幅は基本的に隣の木と触れあうと樹冠の成長が鈍化することから、植栽間隔と同程度に収束すると言われていています。樹冠幅4,325～2,086本/ha（植栽間隔2.2m）まで

は概ね植栽間隔と同程度の値になっていましたが、698本、1,006本/haは樹冠幅が植栽間隔に届いていなかったことから一部の植栽密度ではまだ樹冠が閉鎖していないと考えられました。またアヤスギの樹冠幅の収束値はオビスギよりも大きい傾向がみられました。

### (4) 枝下高

密度・下刈り区別樹冠幅の比較を図7に示します。いずれの品種でも密度が高くなるほど枝下高が高くなり、枯れ上がりがより早く進行していることが確認されました。オビス

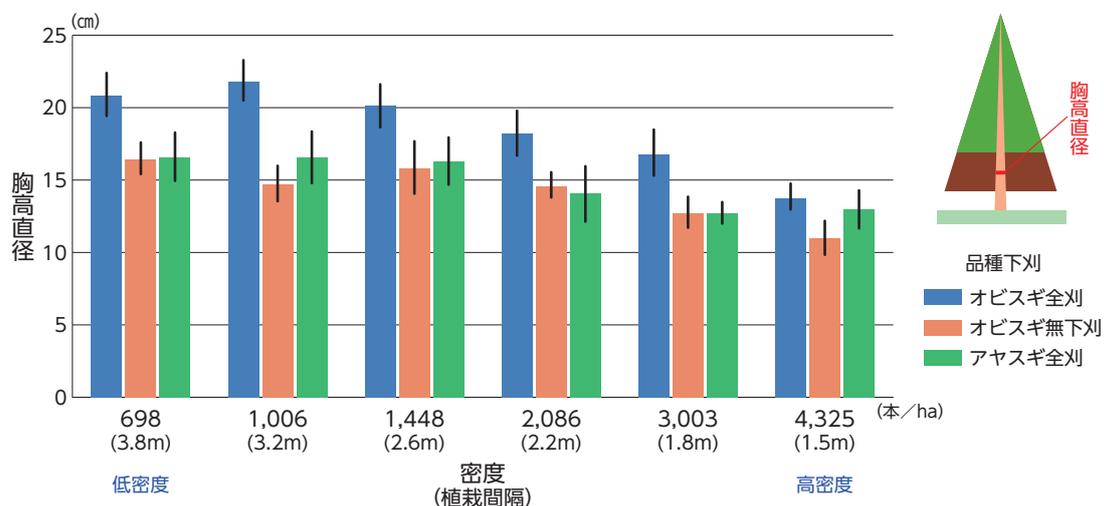


図5 密度・下刈り区別胸高直径の比較

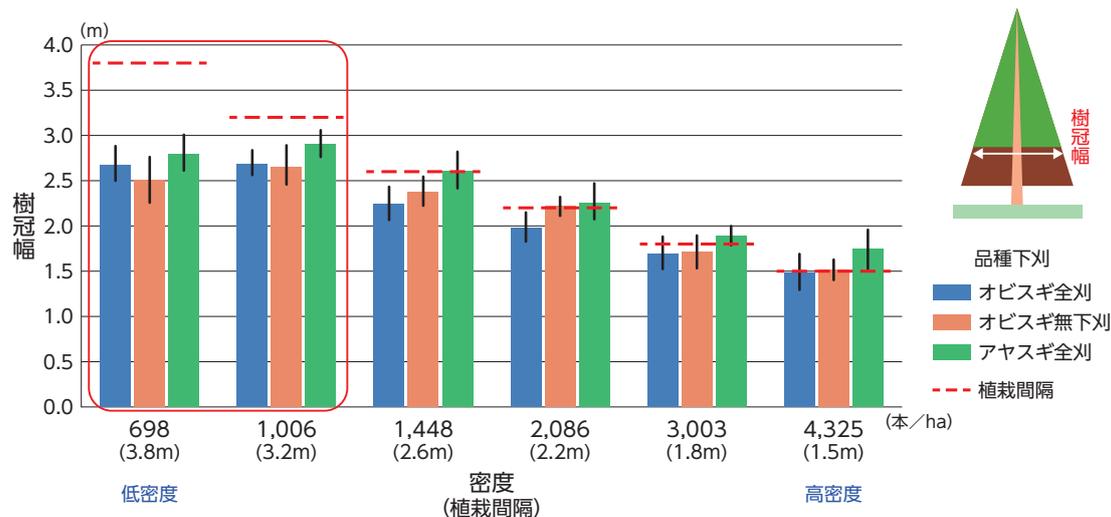


図6 密度・下刈り区別樹冠幅の比較

ギ全刈区(平均樹高12.3m)では、枝下高が著しく大きくなっており、内側の高密度のエリアでは6~8mほどの枯れ上りをみることができます。また樹冠が閉鎖していない低密度(698、1,006本/ha)の林分においても枯れ

上がりが始まっていることが確認できました。このことから枯れ上がりは樹冠幅だけでなく樹高(樹冠長)の影響を受けることが考えられました。

一方、アヤスギでは樹高が低く内側の高密度

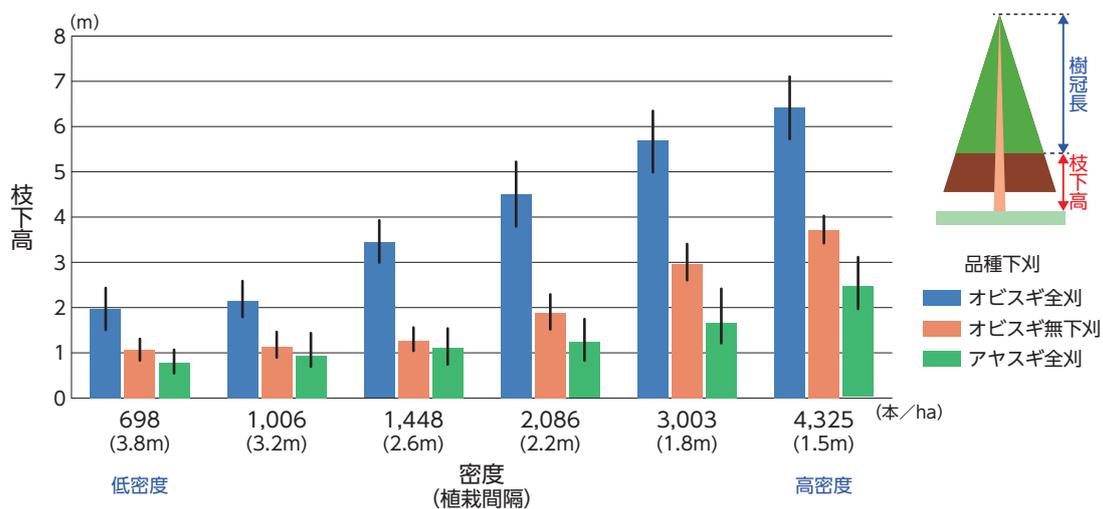


図7 密度・下刈り区別枝下高の比較



写真1 オビスギ全刈区3列目  
枝下高は7~8m程度



写真2 アヤスギ全刈  
樹高も枝下高も低い

度エリアでも枝下高がやや高くなっている程度でした。ただし、オビスギ無下刈区（平均樹高9.8m）、アヤスギ（平均樹高8.9m）は、オビスギ全刈に比べ枯れ上がりは遅くなっていますが、枝下高の差＝樹高の差であり樹冠長は同程度でした。

## 4 まとめ

中津ミステリーサークルは、樹冠の閉鎖状況がよく分かる林分として、以下について明らかにしました。

- ①樹冠の閉鎖については、基本的には樹冠幅から判断できます、低密度の林分においては樹冠幅の収束よりも早く枯れ上がりが発生するなど、樹高（樹冠長）の影響を受けるケースがあるため、樹冠幅だけでなく樹高（樹冠長）から立体的に考える必要があります。
- ②大分県で収穫表を用いてシミュレーションを行ったところ、1,500本/haでは、2,000本/haと比較して2～3年程度、1,000本/haでは、2,000本/haと比較して3～5年程度遅れる結果になりました。このことから植栽密度が低くなるほど枯れ上がりの進行が遅れると推測されます。

今後、大分県では、今回のデータを疎植造林の施業体系の確立に向けた研究の基礎資料として活用し、密度効果を更に検証していく予定です。

### 事例情報入手先

大分県農林水産研究指導センター  
林業研究部

〒 877-1363

大分県日田市大字有田字佐寺原 35

電話：0973-23-2146（代表）

# 多雪寒冷地における大苗植栽の特性

東北森林管理局 森林技術・支援センター

## Point

スギコンテナ大苗とコンテナ普通苗の成長特性を比較検証した取組。コンテナ大苗は植栽から2年程度は伸長成長より肥大成長が優先されること、倒伏からの回復が鈍い傾向にあることなどのデータが得られた。本調査は、令和5年度まで実施する予定であり、引き続きコンテナ大苗の成長特性を検証する。

## 1 調査目的

我が国の人工林が本格的な利用期を迎え、森林資源を「植える、育てる、収穫する」という循環利用が重要な課題となっています。一方、主伐収入のみでは育林経費を賄うことが困難な状況にあり、森林所有者の収益向上

のため、再造林・育林経費の低コスト化が求められています。

このような中、従来の裸苗の大苗は下刈り回数の削減が期待されるものの、植栽・運搬効率が悪くなることが懸念されますが、コンテナ大苗では、植栽効率の向上が期待されるとともに、一貫作業システムとの組合せによ



スギコンテナ大苗

※本課題における大苗の定義：苗高60cm以上

### ✓ 従来の大苗(裸苗)

- (1) 下刈り回数の削減が期待！
- (2) 植栽・運搬効率が悪い・・・

### ✓ コンテナ大苗による可能性

- (1) 植栽効率の向上が期待！
- (2) 一貫作業システムとの組合せにより、運搬の効率化が期待！

### 課題

多雪寒冷地におけるコンテナ大苗の植栽実績が少なく、植栽後の生育特性や保育方法に関する知見が少ない。

造林経費の低コスト化を目的に、コンテナ大苗の植栽試験を行い、コンテナ大苗と普通苗(コンテナ苗、裸苗)の植栽効率や成長特性等を比較検証する。

図1 今回の調査の目的

り、運搬の効率化が期待されます。

しかし、多雪寒冷地におけるコンテナ大苗の植栽実績は少ない状況にあり、植栽後の生育特性や保育方法に関する知見が少ない状況にありました。

そこで、東北森林管理局 森林技術・支援センターでは、2016(平成28)年度から2023(令和5)年度までの期間において、造林経費の低コスト化を目的に、コンテナ大苗の植栽試験を行い、コンテナ大苗と普通苗(コンテナ苗、裸苗)の植栽効率や成長特性等を比較検証しました。

## 2 調査実施の初期条件

### (1) 調査実施地の概要

試験地は、2016(平成28)年12月に設定し

た試験地(秋田県上小阿仁村内、岩手県八幡平市内。以後「従来試験地」)に加え、2019(令和元年)11月に①秋田県上小阿仁村奥山国有林60林班ろ1小班と、②岩手県八幡平市鍋越山国有林461林班ろ1小班の2箇所を新規に設定(以後「新規試験地」)しました(図2)。この試験地において、スギ、カラマツともに270本の苗を同時期に同密度で植栽しました。標高が大きく変わりますが、最深積雪は同程度となっています。

また、植栽する苗ですが、大苗については60cm上、普通苗は35cm上としました。

さらに、試験地については、コンテナ大苗とコンテナ普通苗、裸普通苗をプロットで分けながら、毎年下刈りをする箇所、隔年で下刈りをする箇所、下刈りをしない箇所と3種類の方法で交互に設定しています(図3)。

なお、試験内容については、①植栽試験として植栽木の生長と生育阻害要因を、②作業

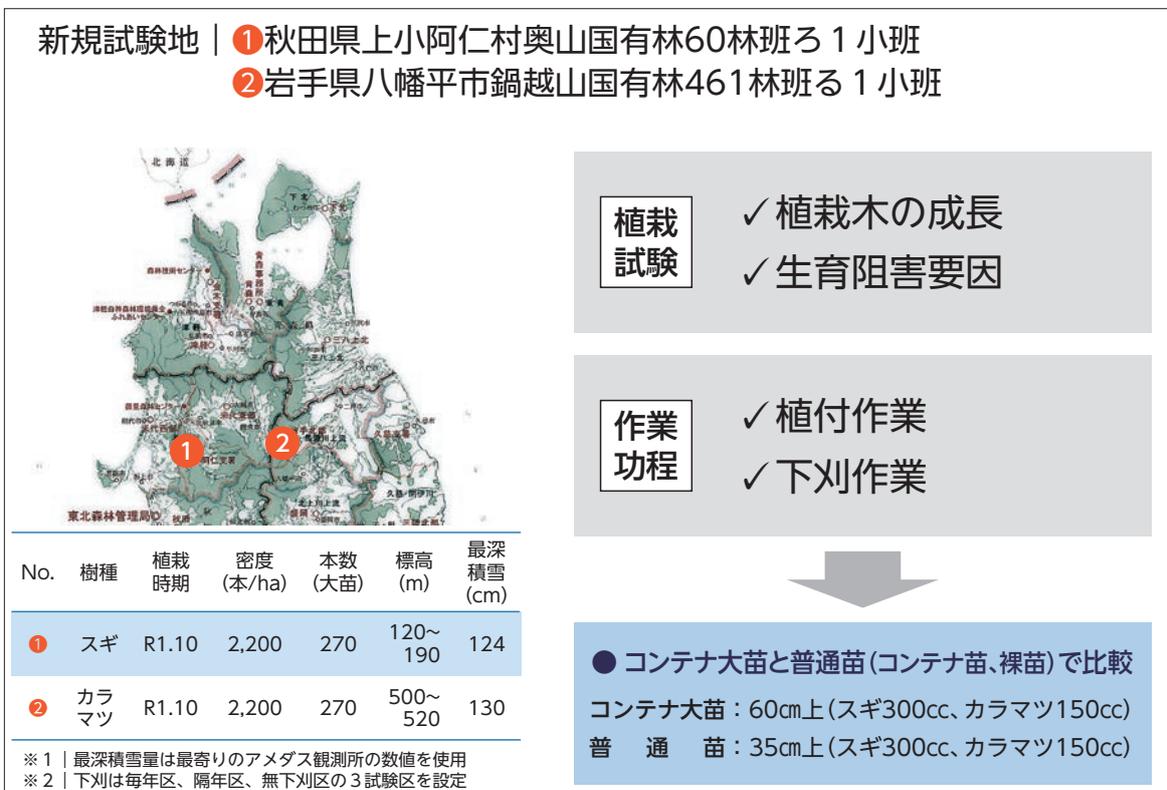


図2 調査の概要

工程として植付作業と下刈り作業を調査することとしました。

## (2) 植栽木サイズの概要

新規試験地においてコンテナ普通苗とコンテナ大苗の植栽時 (R元.12) の樹高を比較したところ、コンテナ大苗の方がスギにおいては約1.6倍、カラマツにおいては約1.7倍でした (図4)。根元径を比較するとスギ、カラマツともにコンテナ大苗の方が約1.3倍太い傾向にありました (図5)。

また、形状比については、スギのコンテナ大苗・コンテナ普通苗ともに形状比が高い傾向にあったため (表1)、今後の生育を注視することとしました。

## 3 現時点の調査により得られたこと

### (1) 植栽工程では、コンテナ大苗はかかり増しとなる傾向

本植栽試験当初 (H28.12) に設定した従来の試験地 (秋田県上小阿仁村内、岩手県八幡平市内) において、カラマツのコンテナ大苗とコンテナ普通苗の植栽工程を比較したところ、コンテナ普通苗よりもコンテナ大苗の方が1.1倍かかり増しになりました (図6)。

また、今回設定した図2の新規試験地において苗木重量を植栽直後 (R元.12) に比較したところ、スギでは約1.7倍、カラマツでは

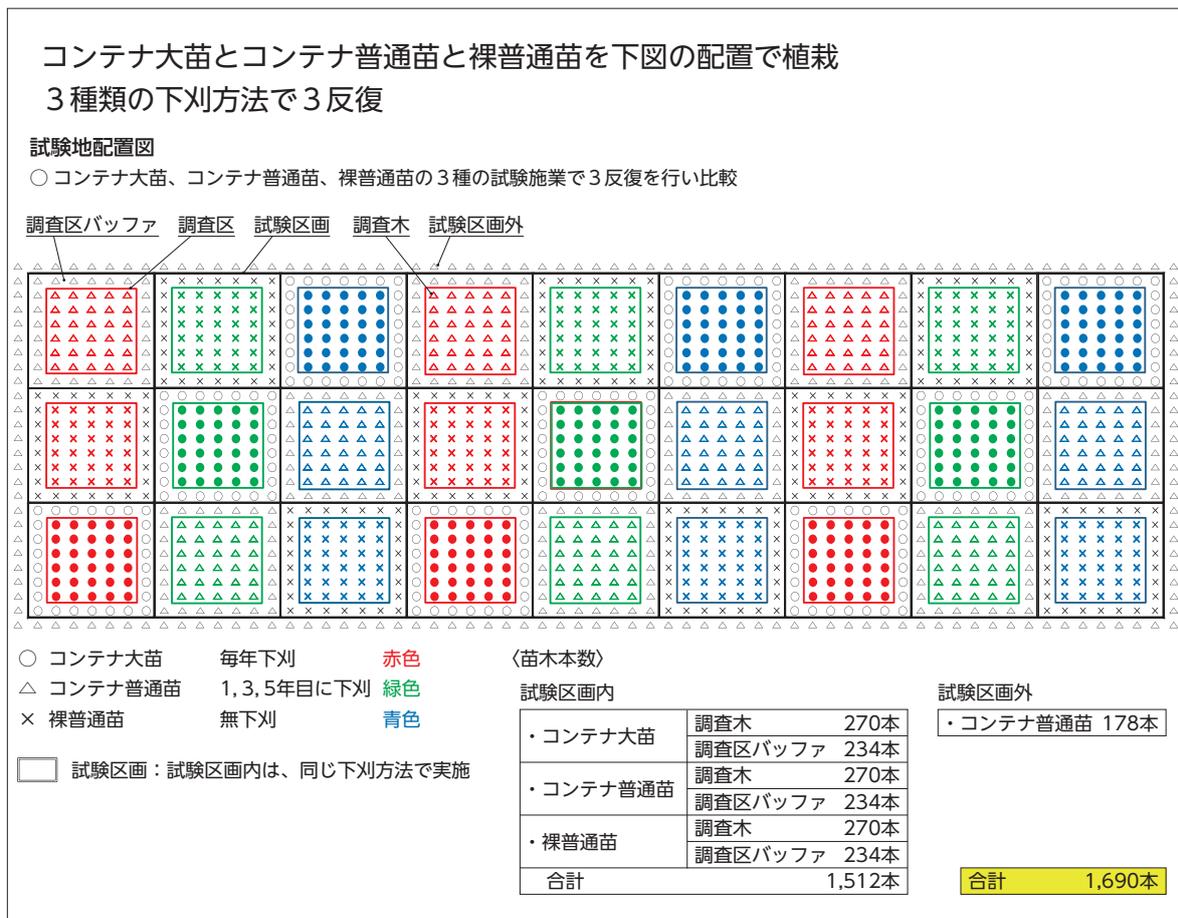


図3 プロット配置の概要

約1.3倍となっていたことにより、苗木重量が植栽工程に大きく影響を与えていると推測

されました（図7）。

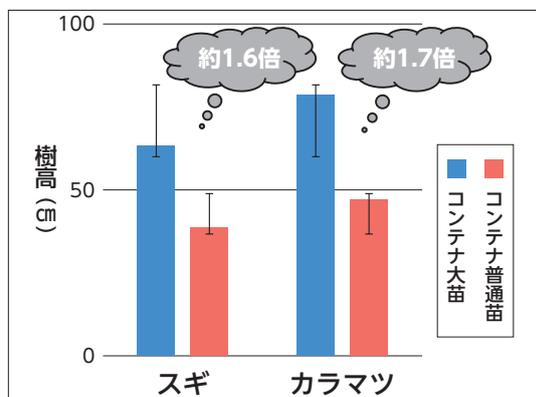


図4 植栽時(R元.12)の樹高の比較(新規試験地)

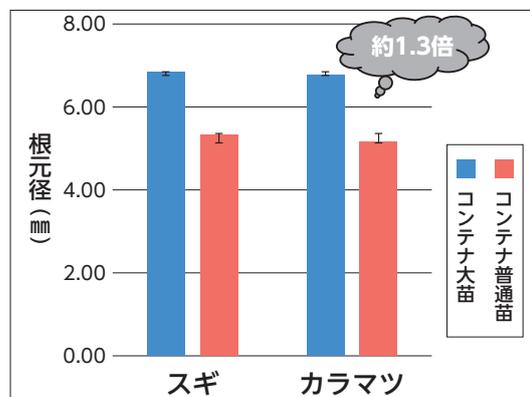


図5 根元径の比較(新規試験地)

表1 形状比の比較

| 樹種   | コンテナ大苗 |       | コンテナ普通苗 |       |
|------|--------|-------|---------|-------|
|      | 新規試験地  | 従来試験地 | 新規試験地   | 従来試験地 |
| スギ   | 92.4   | 89.1  | 72.2    | 54.6  |
| カラマツ | 116.0  | 126.0 | 91.1    | 94.5  |

※従来試験地はH28.12、新規試験地はR元.11に調査を行った。

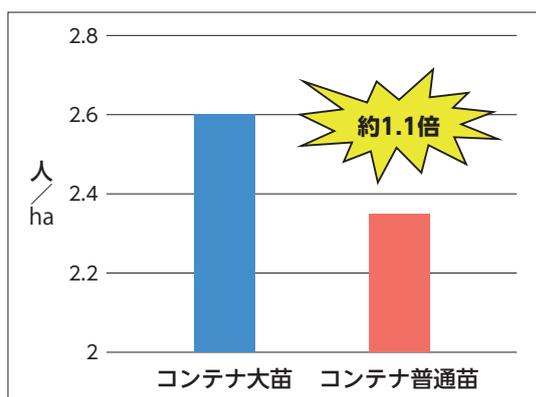


図6 植栽工程の比較(カラマツ、従来試験地)

- ※1 調査は平成28年12月に従来試験地で行い、計測は各プロット50本とした。
- ※2 植栽箇所はあらかじめ点付けしており、調査内容に小運搬は含めていない。

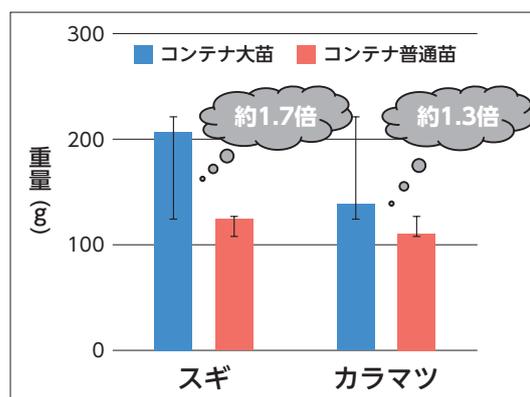


図7 苗木重量の比較(新規試験地)

※調査は令和元年11月に新規試験地で行い、計測は各苗木5本とした。

## (2) 植栽直後から、 形状比に大きな差

新規試験地において植栽直後(R元.11)に苗の生育状況について調査し、スギの形状比を比較した。コンテナ大苗は84.4、コンテナ普通苗は68.5、裸普通苗は49.2となっており、裸普通苗の方が枝張りを横に広げながら成長していることが分かりました(写真1)。

## (3) 2成長期後におけるコンテナ大苗とコンテナ普通苗の比較 (調査中)

技術開発中の調査ではありますが、コンテナ大苗とコンテナ普通苗を比較したところ、コンテナ大苗の方が積雪による抜けや倒伏が多く発生する傾向が見られました。これは、本試験地での植栽が秋植えであり、植栽後に根を張る期間が短かったことなどが影響し

たと考えられます。今後、更なる調査によりデータ整理する必要があります。

## (4) 2成長期後における樹高成長及び根元径成長の推移 (調査中)

技術開発中の調査ではありますが、2成長期後までの樹高成長の推移をデータ整理したところ、植栽時に高い値を示していたコンテナ大苗の形状比が成長するほどに次第におさまってくる傾向が見られました。また、根元径成長でのデータについても整理したところ、コンテナ普通苗よりもコンテナ大苗の方が早く太くなる傾向が見られました。これは高い形状比を抑えるため、まずは肥大成長を優先し、その後に伸長成長しようとする傾向が、コンテナ大苗に強く見られるのではないかと推測されます。ただし、これについても今後の更なる調査をしながらデータ整理のうえで



写真1 植栽直後のスギ苗の状況

※R元.11.6撮影

分析していく必要があります。

### (5) 2成長期後における 下刈り工程の比較 (調査中)

2成長期後における下刈り工程の人工数を比較したところ、コンテナ普通苗とコンテナ大苗では人工数はコンテナ大苗の方が若干低くなるデータが示されました。しかし、樹種で比較してみると、スギの所要人工数は減少傾向、カラマツの所要人工数は増加する傾向がわかりました。これについても更に調査を継続することとしています。

### (6) 2成長期後における下刈り方法による比較 (調査中)

2成長期後においては、無下刈、隔年下刈り、毎年下刈りでの比較も行っており、2022（令和4）年11月の時点では、毎年下刈り区、隔年下刈り区ではスギが雑草木に対して明らかに優勢であったのに対して、無下刈区では雑草木の成長が著しく、下刈りが成長に大きく影響を与えることが推測されます。



写真2 2022（令和4）年11月時点でのスギ植栽地の状況  
無下刈区では雑草木の繁茂が著しい

テナ通常苗ともに形状比が高い傾向にありました。

カラマツのコンテナ大苗とコンテナ普通苗の植栽工程の比較では、コンテナ普通苗よりもコンテナ大苗が1.1倍かかり増しとなることがわかりました。

今後、センターでは、令和5年度まで調査を継続させることとしており、更にデータを取得したうえで分析し、傾向を把握することとしています。

## 4 まとめ

本調査の結果、現在も試験中ではありますが、形状比の高いコンテナ大苗の成長特性、植栽工程や下刈り作業時の特色などを一定程度把握することができました。

植栽時の樹高は、スギにおいてはコンテナ大苗の方がコンテナ普通苗に対して約1.6倍、カラマツにおいては約1.7倍であり、根元径の比較だと、スギ、カラマツともに約1.3倍とコンテナ大苗の方が太い傾向にありました。

形状比での比較では、コンテナ大苗・コン

### 事例情報入手先

東北森林管理局 森林整備部

森林技術・支援センター

〒037-0305

青森県北津軽郡中泊町中里亀山 540-8

TEL：0173-57-9022 FAX：0173-69-2788

# 疎植造林検証モデル林での在来品種・精英樹・エリートツリー（4年生）の初期成長比較

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部

## Point

スギ（在来品種・精英樹・エリートツリー）、ヒノキ（在来品種）について、植生本数の低密度化をモデル的に実施し、植栽密度による木の成長等を検証する取組。

## 1 目的

大分県では、①施業の機械化・省力化、②植栽本数の低密度化、③施業の分散化、④下刈り回数の削減・短縮化を基本方針として、造林や育林施業の低コスト化を進めています。その基本方針のひとつである②植栽本数の低密度化をモデル的に実施することを目的に、県有林内に本モデル林を設置し、植栽密度の違いが木の成長に及ぼす影響について植栽地を4ブロックに分け、検証しました。今回は植栽から3年目までの初期成長について品種ごとの成長量の差を比較調査しました。

## 2 モデル林の概要と調査方法

### (1) 杣築モデル林の概要

大分県杣築市内の県有林（杣築市大字船部字尾上1796-66）において、2019（令和元）年に面積0.51haのスギ（在来品種・特定母樹・エリートツリー・少花粉品種）とヒノキ（在来品種）のモデル林を設置しました。本モデル林では、樹高成長の比較を行うために植栽密度別にA～Dの4ブロック（3,000本/ha・2,000本/ha・1,500本/ha・1,000本/ha）を設置して

植栽しました（図1）。植栽総本数は845本で、2022（令和4）年11月までに下刈りを2回実施しています。なお、当地はシカが多いため、鹿保護資材として、フォレストクロスフェンスと一部幼齢木保護ネットを使用しました。

### (2) 調査方法

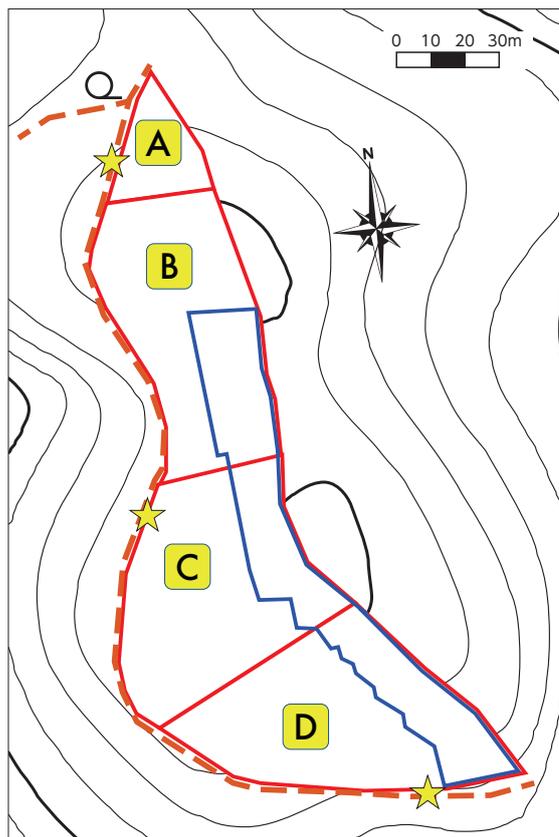
植栽木の初期成長では、密度の影響をほとんど受けないため、今回は品種ごとの初期生長量の差に絞って比較を行いました。比較した品種は、「スギ在来品種」「スギ精英樹」「スギエリートツリー」「ヒノキ在来品種」の4つの品種区分で、樹高成長と形状比を調査しました。

## 3 2022（令和4）年調査結果

### (1) 樹高成長

4つの品種区分内の個別の品種を含めた比較については図2のとおりです。今回の調査では、精英樹である日田15号、西臼杵4号の2品種のほか、在来種の新ノアカ、エリートツリーの九育2-161、ヒノキの神光2号の成長が良いことが確認されました。

特に西臼杵4号については大分県外でも成



| 凡 例   |              |
|---|--------------|
| <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>  | モデル林区域       |
| <span style="border: 1px solid blue; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | 幼齢木保護ネット設置区域 |
| <span style="border-bottom: 1px dashed red; display: inline-block; width: 15px;"></span>        | 作業道          |
| <span style="color: yellow;">★</span>   | フェンス門扉       |

| ブロック     | 植栽内容   |
|----------|--|
| <b>A</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○植栽密度：3,000本/ha</li> <li>○面 積：0.03ha</li> <li>○植栽本数：89本</li> <li>○植栽樹種<br/>ヒノキ：ナンゴウヒ、大林2号、神光</li> </ul>   |
| <b>B</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○植栽密度：1,000本/ha</li> <li>○面 積：0.14ha</li> <li>○植栽本数：173本</li> <li>○植栽樹種<br/>スギ：アオシマアラカワ、タノアカ、下益城1号、中苗（タノアカ）、藤津14号、高岡署1号、日田15号、西臼杵4号、佐伯13号、佐伯6号、2-136、2-103、2-161、2-177、2-203、2-122、2-186、2-132</li> </ul>   |
| <b>C</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○植栽密度：1,500本/ha</li> <li>○面 積：0.17ha</li> <li>○植栽本数：260本（1,500本/ha）</li> <li>○植栽樹種<br/>スギ：アオシマアラカワ、タノアカ、下益城1号、中苗（タノアカ）、藤津14号、佐伯13号、佐伯6号、高岡署1号、日田15号、西臼杵4号、2-177、2-122、2-203、2-186、2-132、2-139、2-136、2-103、2-161</li> <li>ヒノキ：ナンゴウヒ、大林2号、神光</li> </ul> |
| <b>D</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○植栽密度：2,000本/ha</li> <li>○面 積：0.17ha</li> <li>○植栽本数：323本</li> <li>○植栽樹種<br/>スギ：アオシマアラカワ、タノアカ、下益城1号、中苗（タノアカ）、藤津14号、佐伯13号、高岡署1号、日田15号、西臼杵4号、佐伯6号、2-161、2-177、2-122、2-203、2-103、2-136</li> <li>ヒノキ：ナンゴウヒ、大林2号、神光</li> </ul>                              |

（樹種名の文字色） 黒：在来品種 赤：精鋭樹 青：エリートツリー 緑：ヒノキ

図1 杵築モデル林位置図とブロック別植栽内容

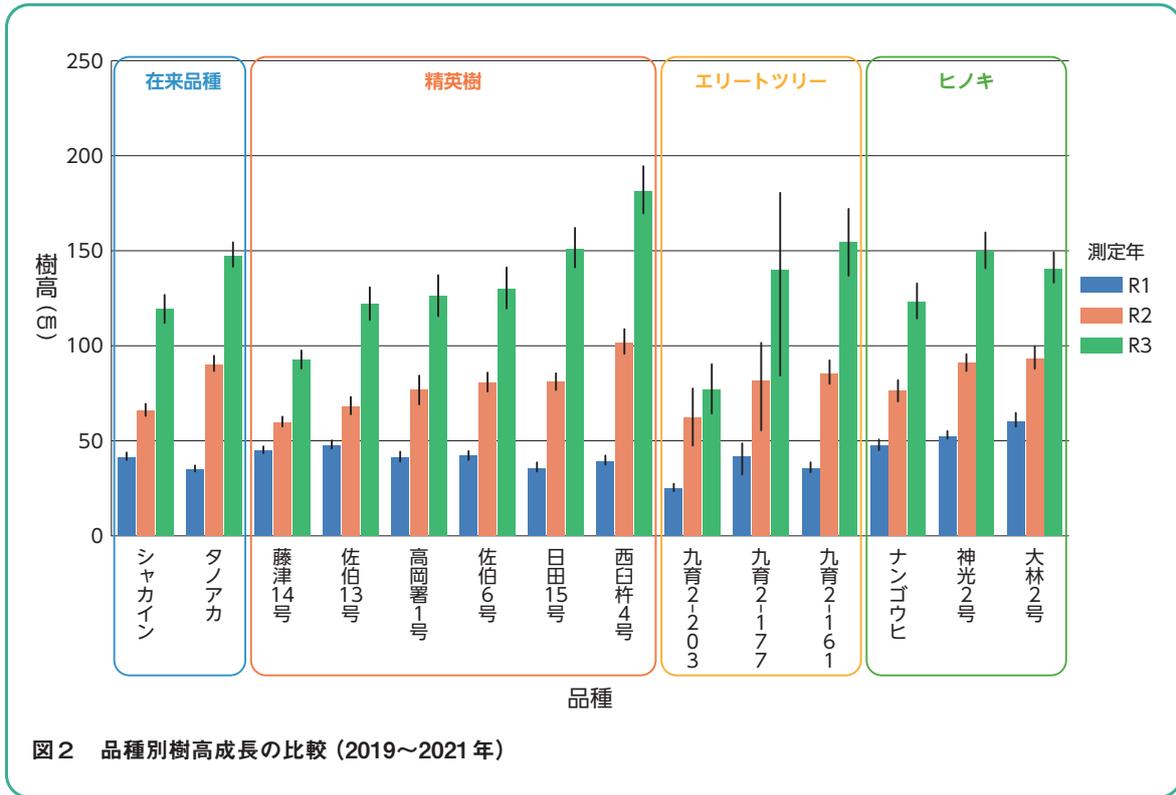


写真1 精英樹の日田15号



写真2 精英樹の西臼杵4号  
3年目で3m近くに成長



写真3 在来品種のタノアカ

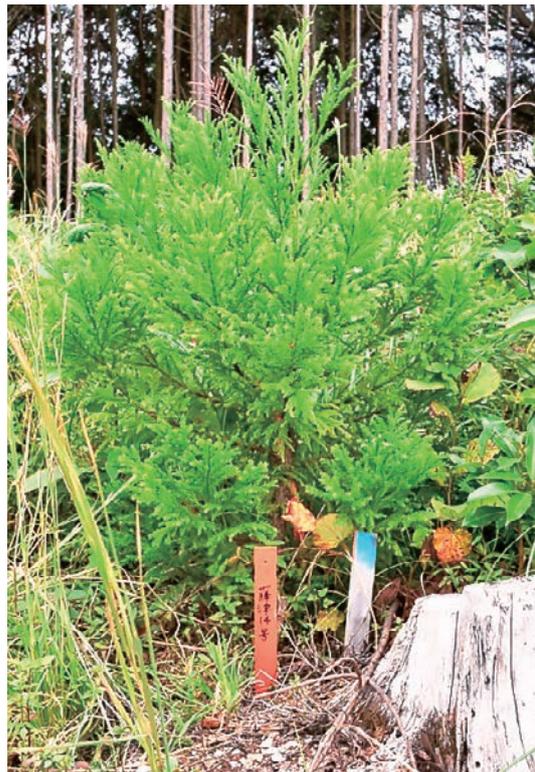


写真4 精鋭樹の藤津14号

績がよいという報告もあり、ポテンシャルの高さが期待できます。また日田15号は特定母樹として認定されており、成長の速さ以外にも形質や材質など全体的なバランスの良さも期待できる品種です。

また、大分県で広く普及している在来品種の1つであるタノアカについては、精鋭樹、エリートツリーと比べても同程度の成長が確認されました。このことから、在来品種、精鋭樹、エリートツリーといった同じカテゴリ内においても、品種間差が存在することが分かりました。

今回の結果ではヒノキの樹高が高く、令和3年度時点でスギ精鋭樹やエリートツリーと比べても遜色ありませんでした。その原因としては植栽時の樹高が高かったことや当モデ

ル林が尾根地形（ヒノキ適地）に設定されていたことが挙げられます。

## (2) 形状比

形状比については図3のとおりです。形状比が高くなると倒伏の危険性が高くなります。スギでは一般的に植栽直後から上下を繰り返して最終的に50~60程度に落ち着くことが多いとされており、本試験地でも同様の傾向が見られました。特に精鋭樹については、3年目には形状比が50近くまで落ちてきており、倒伏の危険性は低くなってきていると考えられます。

一方で、ヒノキについては、形状比が3年目でも3樹種を平均すると80程度で高止まりしていました。

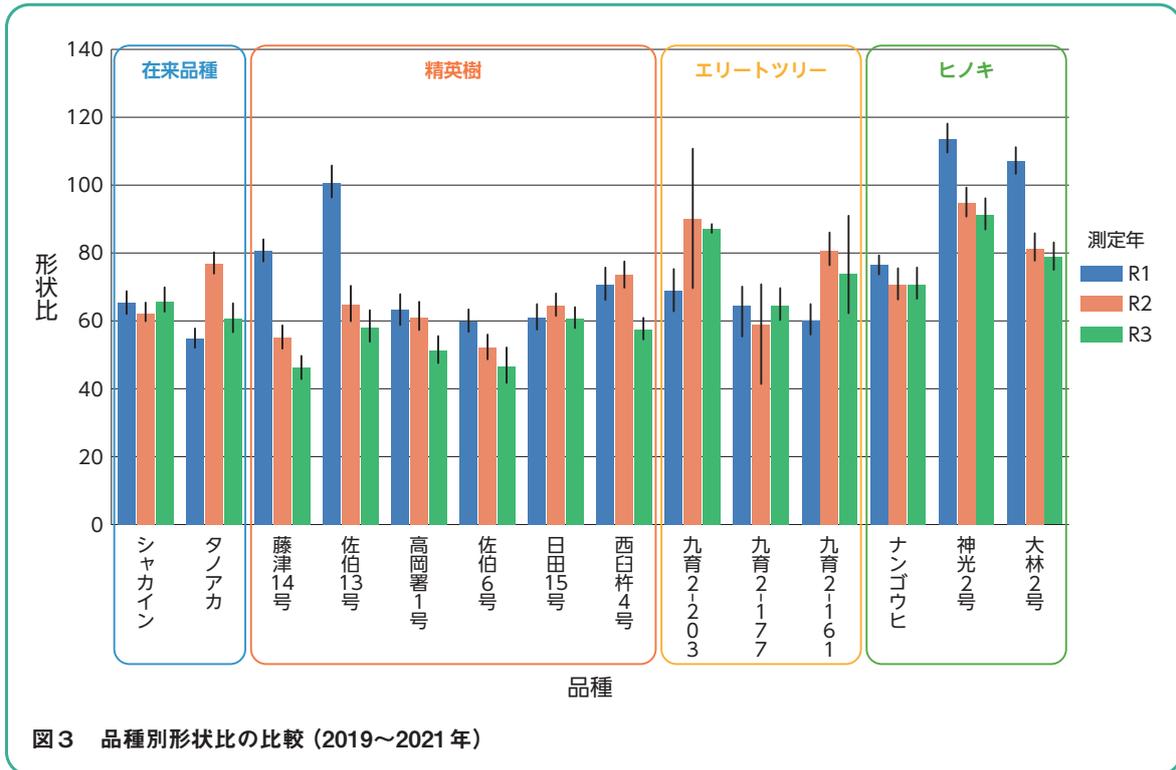


図3 品種別形状比の比較 (2019~2021年)

## 4 まとめ

本モデル林での2022(令和4)年調査から以下のことがわかりました。

- ・ 精英樹、エリートツリーの大半が在来品種のタノアカと同程度の成長。
- ・ 形状比は樹種・品種ごとに異なる傾向が見られた。
- ・ 通常のスギと同様、精英樹やエリートツリーでも品種によらず植栽直後から徐々に形状比が低くなる傾向が見られた。

以上のことから、エリートツリー・精英樹が必ずしも従来品種より成長が良いとは言えず、品種によって個別の判断が必要であることがわかりました。植栽地に応じて、相性の良い樹種や品種を選定すること(適地適木)が重要といえます。

本モデル林では、今後とも品種や植栽密度に関する調査を継続して計測し、考察していく予定です。

### 事例情報入手先

大分県農林水産研究指導センター  
 林業研究部  
 〒877-1363  
 大分県日田市大字有田字佐寺原35  
 電話：0973-23-2146(代表)



# グラップルレーキ及び立木破砕機 による機械地拵え

南佐久北部森林組合(長野県)

**Point** 再造林に伴う地拵え経費を削減するため、従来、人力に頼っている急傾斜地及び笹地の地拵えにおいて、機械による地拵えの導入を試みた取組。

## 1 グラップルレーキ利用による機械地拵え開発の目的

南佐久北部森林組合が管轄する長野県佐久穂町は、戦後一斉に造林されたカラマツ林の6割以上が60年生を超え主伐期を迎えており、組合では主伐が事業の柱となっています。しかし、当地域の再造林率は平均45%と低いことから、組合では森林所有者への再造林に伴う負担軽減を図るため、機械化等による造林費用削減の一環として、地拵えの機械化

に取り組んでいます。緩傾斜地では、コンマ45(0.45㎡)の建設用重機をベースとしたバケットやグラップルを使用した地拵えが可能ですが、急斜面で重機が入れずグラップルが届かない場所は人力で対応していました。

そこで急傾斜地で機械を使って安全な地拵えを可能とするために、組合独自にレーキ(金属製の大型の熊手)を開発しました。

レーキに8mの長さの丸太を柄として取り付け、グラップルで掴んで操作することにより、急斜面でも対応できる安全で効率的な機械地拵えを実現しています。



写真1 急斜面での機械地拵えに対応したグラップルレーキ

## 2 レーキの開発

### (1) レーキの開発と課題

カラマツの場合、スギやヒノキに比べ集材時に枝が折れて散乱しやすいことから、地拵えの際には林内全面に散乱したカラマツの枝葉を集めることが求められます。そこで考案したのが熊手のような形状をした金属の歯状のレーキです。これを8mの丸太に取り付け、グラップルで丸太を掴み操作することで、急斜面の伐採跡地の土をならしながら、散乱したカラマツの枝葉を効率よく集めることができると考えました。

2018年に地元の鉄工所に依頼し製作した第1号となるレーキは、3日で壊れてしまいました。その原因として、歯が細く長かったことから歯の根本にかかる負荷が大きく、溶接の繋ぎ目から歯が全部折れてしまったこと及び、丸太とレーキを結合するためにボルト穴を空け、直接ボルトで締めたところが割れてしまったことが確認されました。また、細く長い歯が、土に深く突き刺さることで深くに埋まっていた石を掘り返し落石を引き起こしてしまうことがありました。



写真2 第1号機  
歯が細く長く歯先の角は鋭角になっている

見つかった主な改善点

- ・歯が細く長いと折れてしまう。
- ・歯が土に埋まっていた石を掘り起こしてしまい、落石の原因となる。
- ・丸太とレーキを結合するために直接ボルトで締めたところが割れてしまう。

### (2) 改良版レーキの特徴

これまで出てきた改善点から改良を加え、開発したレーキを写真3に示します。

まず、歯を短く太く丈夫にし、歯先の角を丸く加工することで石の上を滑るようになり、



写真3  
改良ポイントとしては、歯の先端を丸く加工することと、柄の部分に金属で挟み込んで固定している点である



写真4  
レーキの上下には長い歯と短い歯が用意されており、上部の短い歯は仕上げに使用する



写真5 南佐久北部森林組合型レーキ（左上から前面、後面、側面、固定部）  
紅白ポールの間隔は20cm

歯の折れと落石をなくしました。

また、丸太の先端をチェーンソーで四角に加工してレーキの結合部にはめ込み、金属のプレートとボルト、ナットで固定することで、結合部の割れを防ぐことができました。

この他に、レーキの歯は上下で長い歯と短い歯がついており、地拵えでは主に長い歯を使用し、仕上げ用として短い歯を使用します。

### (3) レーキの操作性と改善

グラップルによるレーキの操作については、当初は直にグラップルで丸太部分を掴んでレーキを操作していましたが、重機本体を旋回させながらアームの上下操作、グラップルの旋回の3つを同時に操作することが求められ、オペレーターには相当の技術が求められました。

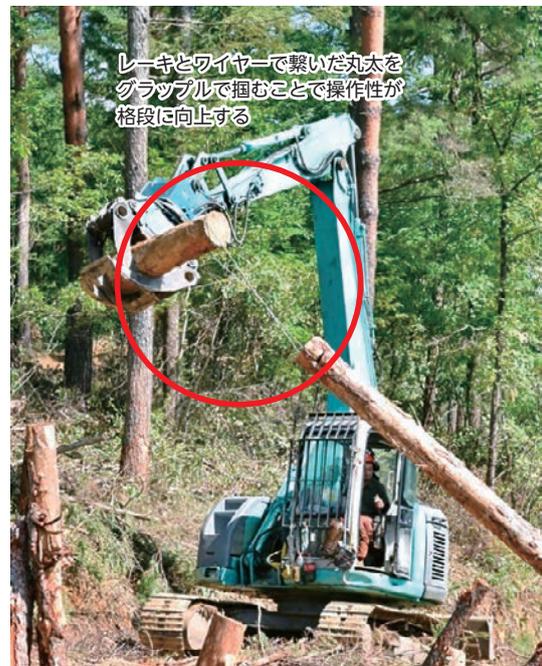


写真6  
レーキとワイヤーで繋いだ丸太を掴むことで、グラップルの操作性が格段に向上

またレーキをグラップルで直に掴んで作業することで先端の歯の部分に過度な力がかかり、破損してしまうことがありました。

こうした問題を改善するために、レーキの操作は、レーキの柄になっている丸太に1.5 m程度の短い丸太をワイヤーで繋ぎ、この短い丸太をグラップルで掴んでレーキを単純操作で引き上げたりするだけとなるよう工夫しました。これにより金属部分の重量の重さを利用して適度な力で地拵えを行えるようになりました。また、オペレータにも高い技術を要求することなく、普段グラップルを使っている経験があれば、1時間もあれば十分に使いこなすことができる操作性を確保しています。

#### (4) レーキ製作と費用

レーキのヘッド部分の製作については、設計は当森林組合で行い、地元の鉄工所に依頼して試作・改良を重ねて現在に至っています。費用については、材料費が5万円程度(当時)で、このほか鉄工所の製作コストが必要になります。

当森林組合では、今後レーキの販売は予定

していませんが、これを参考にして各地でも作成して普及して欲しいと考えています。

### 3 レーキを活かした作業システムと生産性

#### (1) 南佐久北部森林組合の皆伐再造林の作業システム

当森林組合の作業班は、1班3人で構成され4班で編制されています。作業システムとしては、幅員3 mの作業道を先行して開設し、チェーンソーで伐倒。ウインチ式グラップルで集材を行い、プロセッサで造材、フォワーダで運材を行っています。現在、平均の生産性は8.5㎡/人であり、10㎡/人を目指しているところです。

地拵えについては、緩傾斜地は前述の通り、バケットまたはグラップル等、急傾斜地はグラップルレーキ、笹地は人力による刈払機での作業としています(図1)。植栽の生産性は、穴開け機による穴開け作業とカラマツの苗を植える作業を2人1組で行い、600本/日と

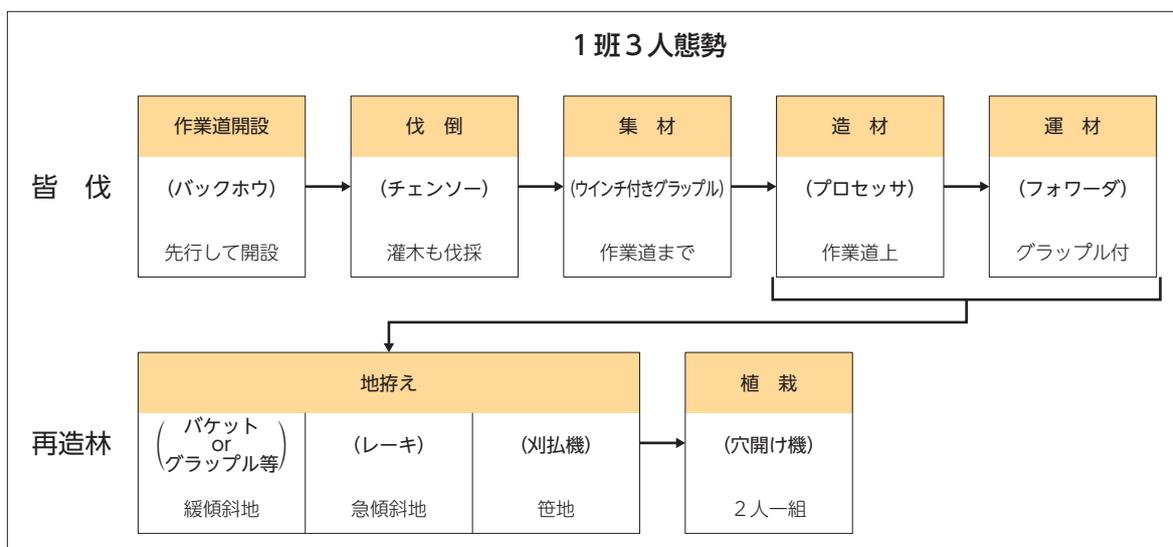


図1 皆伐再造林の作業システム

なっています。

苗は全て裸苗を使用しており、一貫作業では秋植えを行っています。当地域は寒冷地のため、秋植え後に冬の寒さで凍上することから、コンテナ苗では倒れてしまうことがあることと、形状比の高いコンテナ苗は裸苗に比べ成長が悪いことから、裸苗を植栽しています。コンテナ苗と比較して下刈りの年数を1年減らすことも期待できます。

## (2) 急斜面でのグラップルレーキによる作業

金属の熊手部分に8 m程度の丸太を柄として利用することで、重機のアームを含めて10 mの作業範囲が確保できます。そのため山側谷側10 mずつ、20 mスパンで作業道を配置することで効率のよい地拵え作業が可能となります(図2)。

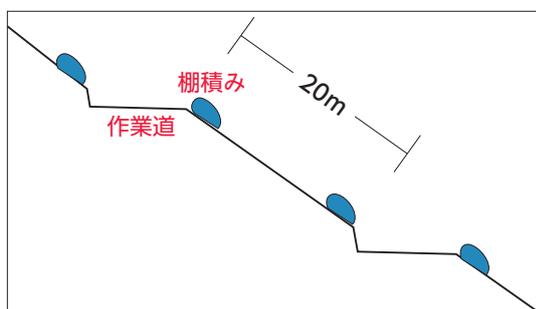


図2 急斜面でのグラップルレーキによる現場の縦断面

作業道を20 mスパンで開設



写真7 急斜面でのグラップルレーキを使用した地拵え現場

作業道の上下に棚ができる

また作業能力としては1 haの地拵えを5日で行っています。

カラマツの下層植生が笹地の場合、当森林組合では作業性を検証した結果、主伐前に刈払機で笹刈りを行い、地拵えの際に伐採時に散乱したカラマツの枝葉と一緒にレーキで掻き取ることでしています。

また、道の片側斜面が異なる森林所有者の山林(立木の状態)の場合、グラップルでレーキを引き上げる際に、アームが反対側の立木に接触して傷を付けてしまうことも予想されます。そこで当森林組合では、3 m程度の丸太をヘッドに差し込んだ短いタイプのレーキを製作し、現場の状況に応じて使い分けることでこの問題に対応しています。

## 4 機械による笹地地拵え(スーパーブラッシュチョッパーによる実証)

### (1) 目的

当森林組合の作業現場では、笹地の地拵え作業が多く、これまで人力による刈払機で対応してきましたが、機械地拵えの可能性を探るために、スーパーブラッシュチョッパーという機種をレンタルして、1カ月間の実証を行いました。

### (2) 笹刈り地拵えに使用した機械のポイント

笹刈り地拵えで使用した機械について、コンマ45クラスの重機に、高速回転する破碎ローター(製品名:スーパーブラッシュチョッパー)を取り付けたもので、立木を先端、中途の両方から一気に破碎できることが特長です。破碎ローターに取り付けられた刃は、切削刃(A型刃)とハンマー(B型刃)の二種類



写真8 切削刃（A型刃）を装着した破碎ローター



写真9

根株の上から破碎ローターを押しつけ上から根株を破碎する様子

があり、切削刃は、立木・草刈・倒木・竹林・笹専用で小石などの混入が不可のタイプ。ハンマーは、立木及び小石混じりの根株破碎が可能なタイプとなります。これらを使い分けることで、立木は直径30cmまで、根株は地方面下8cmまでの破碎が可能となっています。

### (3) 実証結果

1カ月間の実証の結果は以下のとおりです。

- ①作業能力：重機に不慣れなオペレータでも、14日間（70時間）で約3.0haの笹地の地拵えが可能となった。作業能力は、平均428㎡/h。オペレータが操作に慣れた後半では約500㎡/h。
- ②使用燃料：70時間で600ℓ。
- ③レンタル料：月額で709,550円（回送料別）。長野県の高性能林業機械レンタル事業の補助金を使用し、236,000円を差し引いた実質のレンタル料は回送料込みで543,550円。

### (4) 課題

課題として以下が挙げられます。

- ・レンタル料金が高額であること
- ・灌木類は切削刃でないと処理に時間がかかること
- ・ベースマシンの登坂力と旋回力が不足していること

### (5) 所感

当森林組合の本取組を行っての所感は以下のとおりです。

- ①現場での汎用性を確認するため、背丈を超える笹地での実証が必要（ベースマシンは林業仕様とし、ハンマー・切削刃両方を確認）
- ②スズメバチやダニ、クマとの遭遇等の災害防止が期待できる
- ③傾斜地の場合、作業道での作業となるためレーキでの地拵え作業も含めてテレスコピック機能（重なり合った筒が伸縮する構造）があるとよい。
- ④グラップルのアタッチメント交換で破碎機を使うことができれば最良

## 5 まとめ

南佐久北部森林組合では造林費用削減の一環として、地拵えの機械化に取り組んでいます。

①重機が入れない急斜面では従来は人力で対応していましたが、組合独自にレーキ（金属製の大型の熊手）を開発し、グラップルと組み合わせることでアームを含めて半径10mの作業範囲を確保しました。

レーキ開発のポイントは以下の通りです。

- ・ 歯の折れを防ぐためのポイントとして、歯を短くする。また、歯先の角を丸く加工することで歯の折れと落石を防止
  - ・ 丸太の先端をチェーンソーで四角に加工してレーキの結合部にはめ込み、金属のプレートとボルト、ナットで固定することで、結合部の割れを防ぐ
  - ・ レーキの歯は上下で長い歯と短い歯の二本立てにすることで、地拵えでは主に長い歯を使用し、仕上げ用として短い歯を使用
  - ・ レーキの柄になっている丸太に1.5m程度の短い丸太をワイヤーで繋ぎ、この短い丸太をグラップルで掴んで操作することで高い操作性を確保
- ②笹地の地拵えでは立木破碎機（スーパーブラッシュチョッパー）の検証も行っていきます。立木破碎機の扱いに不慣れなオペレーターでも14日間（70時間）で約3.0haの笹地の地拵えが可能となった。

### 事例情報入手先

南佐久北部森林組合

〒384-0503

長野県南佐久郡佐久穂町大字海瀬 2766-3

TEL：0267-86-4202 FAX：0267-86-4230



# 一貫作業と機械地拵えによる 低コスト再造林

長野県林業総合センター育林部  
主任研究員 大矢 信次郎

## Point

機械地拵えは、従来の人力作業と比較して労働生産性やコストの面で優れており、植栽後の競合植生の抑制による下刈り回数の削減や、地拵え棚でのタラの芽収穫という副次的効果も期待される。

## 1 目的

林業の採算性を向上させるためのアプローチは、「支出を下げる」と「収入を上げる」という2つに大別されます。

当センターでは、一貫作業によって再造林を実施する林分を対象として、表1の調査に取り組みました。

表1 林業の採算性向上のためのアプローチと調査内容

| 方向性    | 取り組みの目標     | 調査内容        |
|--------|-------------|-------------|
| 支出を下げる | 造林・育林コストの削減 | 地拵え作業の機械化   |
|        |             | 競合植生のコントロール |
| 収入を上げる | 木材以外の収入の確保  | 山菜          |

## 2 調査地と調査方法

### (1) 調査地

長野県内の霊仙寺山国有林、浅間山国有林ほかを調査地としました(図1)。傾斜区分は、緩傾斜地(0~15°)から中傾斜地(15~25°)です。



図1 調査地の位置図(長野県中～北部)

一貫作業により伐採後速やかに地拵え及び植栽まで終えるものとし、スギ・カラマツのコンテナ苗または裸苗を当年に秋植えしました。

### (2) 調査内容

#### ① 機械地拵えによるコストの低減

一貫作業による地拵えの機械化による効果を比較するため、4つの作業種(表2)により地拵えを実施し、工程調査による生産性(m<sup>2</sup>/人時)の算出および、諸評価値からの地拵えコスト(円/ha)の算定を行いました(3にて詳細を記します)。

表2 地拵え調査の作業種

| 作業種                    | 区分    |
|------------------------|-------|
| バケット地拵え（油圧ショベル；ザウルス含む） | 機械地拵え |
| グラップル地拵え               |       |
| 人力地拵え                  | 対照区   |
| 無地拵え（作業なし）             |       |



写真1 バケット地拵え



写真2 グラップル地拵え



写真3 人力地拵え



写真4 無地拵え

## ②機械地拵えによる競合植生の抑制

①と同様の調査地において、地拵え作業種の違いによる競合植生の抑制効果について追跡調査を行いました。機械地拵えでは残置枝条だけでなく、かん木の伐根、ササの根系、落葉層などを移動させるため、その後に発生

する競合植生の回復に差が生じることが考えられます。そのため、表2に示した地拵え方法ごとに、競合植生の被度、最大高、競合状態の指標（C1～C4）等を継続的に調査しました（4にて詳細を記します）。

### ③再造林地におけるタラノキの活用

再造林地に発生する競合植生の中には、タラノキのように山菜などとして利用できる有用種も含まれていますが、あまり利用されずに下刈りで刈られてしまうことが多いのが現状です。そこで、霊仙寺山国有林及び浅間山国有林の地拵え試験地において、タラノキがどのような場所にどの程度発生するのか、地拵えの作業種ごとに調査しました。また、タラの芽の収穫調査を行い、収入の予測を行いました。

## 3 機械地拵えによるコストの低減

### (1) 地拵えの労働生産性

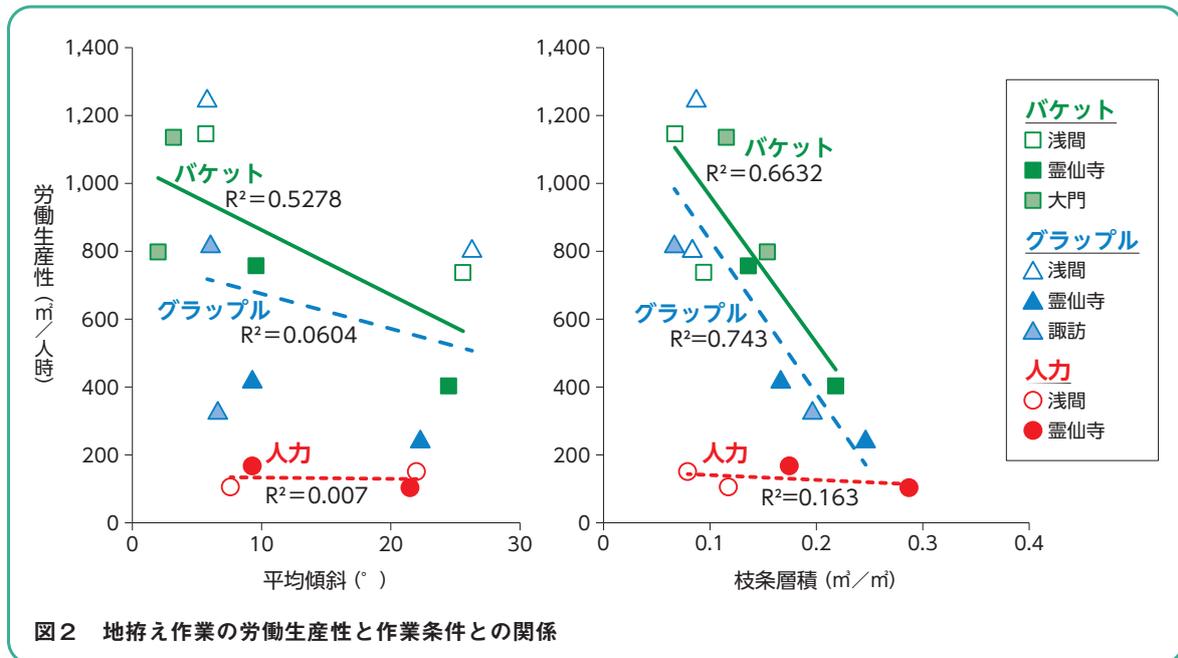
地拵え作業の工期調査を行った結果、標準的な傾斜や枝条量の場合、バケット地拵えでは約800m<sup>3</sup>/人時、グラップル地拵えでは約

600m<sup>3</sup>/人時の労働生産性が期待でき、いずれも人力地拵えの生産性を大きく上回りました(図2)。労働生産性には、傾斜角よりも枝条の量が及ぼす影響が大きいことから、例えば全木集材であらかじめ伐採地の残置枝条を減らしておく工夫を加えることにより、地拵え作業の効率化が図られます。

### (2) 地拵えのコスト

図3では、地拵え作業のコスト(円/ha; 直接費のみ)と傾斜や作業量(枝条の量)との関係をまとめています。いずれの作業方法でも、枝条の量と比例してコストがかかり増しになるものの、バケット地拵えでは枝条量が増えてもコストの増加割合が比較的小さいことが認められました。

以上のことから、機械作業と人力作業を比較すると、機械地拵えの方が生産性、コストの両面で優れている結果となりました(表3)。



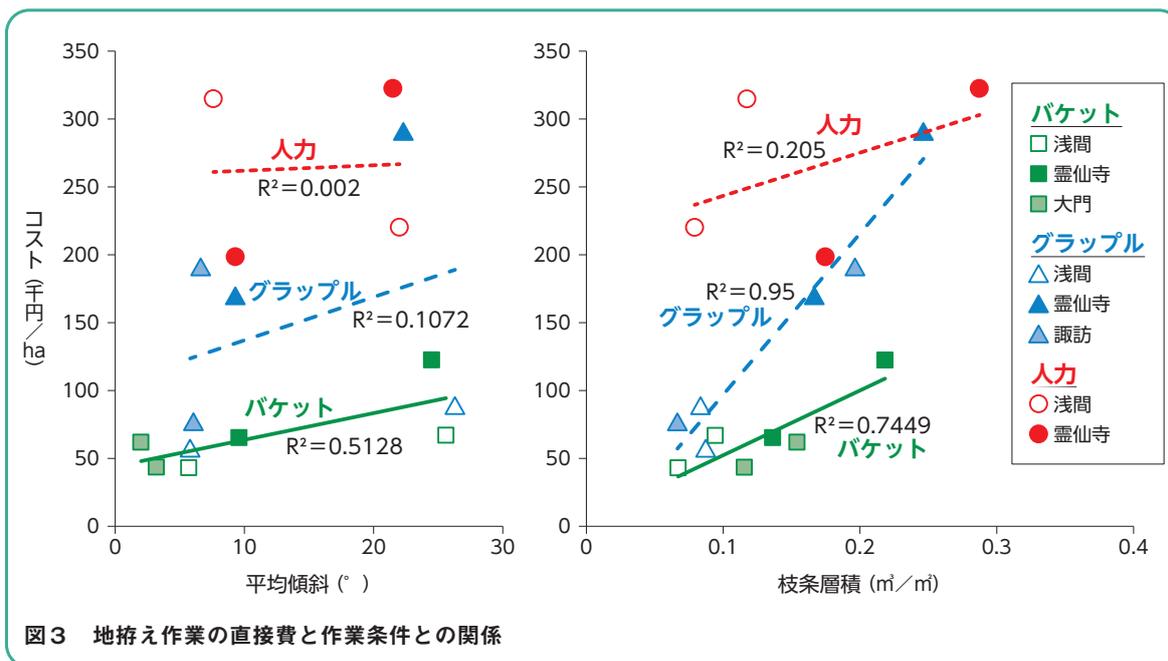


図3 地拵え作業の直接費と作業条件との関係

表3 機械地拵えと人力地拵え作業の生産性・コスト比較

| 作業種      | 生産性                                  | コスト                 |
|----------|--------------------------------------|---------------------|
| バケット地拵え  | 約800m³/人時<br>(約0.5ha/人日)<br>人力の約6倍   | 約7万円/ha<br>人力の約30%  |
| グラップル地拵え | 約600m³/人時<br>(約0.4ha/人日)<br>人力の約4.5倍 | 約15万円/ha<br>人力の約60% |
| 人力地拵え    | 約130m³/人時<br>(約0.1ha/人日)             | 約25万円/ha            |

## 4 機械地拵えによる下刈り回数削減

### (1) 機械地拵えによる競合植生の抑制

機械地拵えでは、植栽から2～4年目の競合状態C4（植栽木が被圧状態）の割合が20%未満であり、下刈りを要する植栽木が人力地拵えなどに比べて大幅に少なくなりました（図4）。機械地拵え（特にバケット）で

は、枝条とともに土壌表層の腐植層（埋土種子や根を多く含む）を植栽面から除去するため、競合植生が抑制されていると考えられます（写真5）。

### (2) 下刈り作業の省力化

さらに、植栽から2～4年目における、植栽木の樹高と競合植生の平均最大植生高を下刈りなしの条件下で比較したところ、無地拵えや人力では植栽木が被圧され、特にカラマツでは生存率の低下も確認されました（図5）。

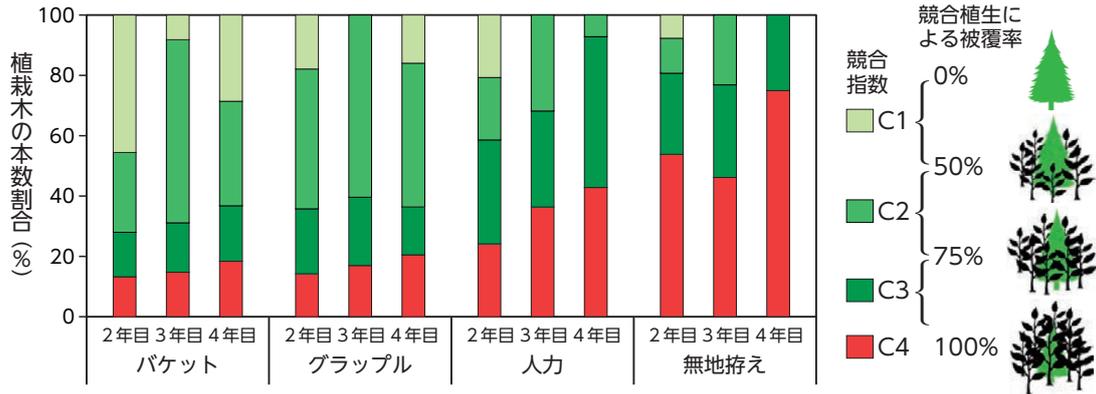


図4 地拵え方法ごとの植栽木と雑草木の競合状態の推移 (浅間山国有林)

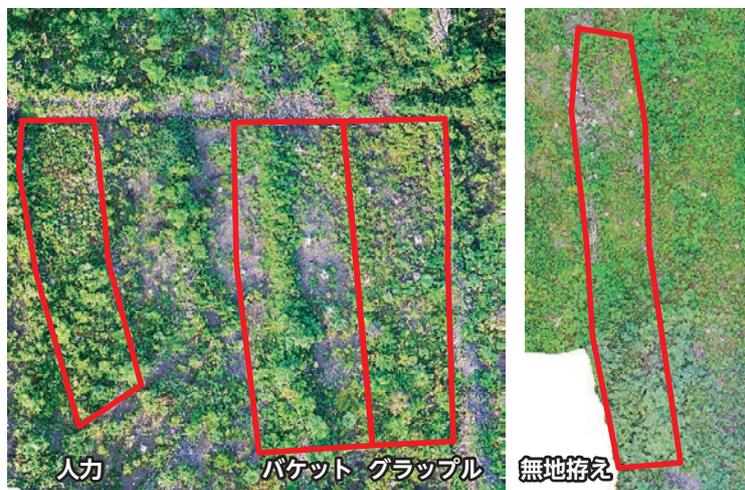
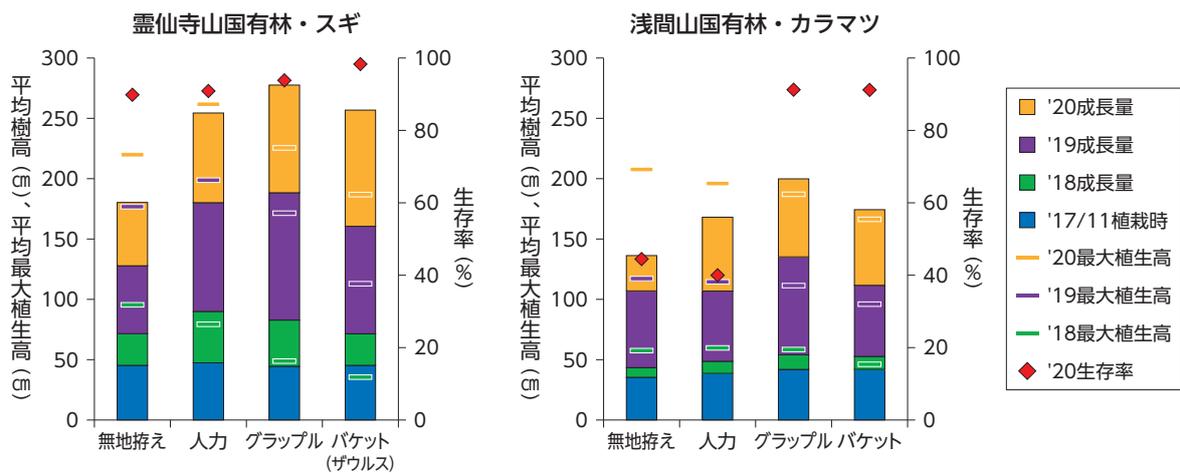


写真5 機械地拵えによる競合植生の抑制 (地拵えから1年後の8月)



※縦棒は植栽木の平均樹高を、バーは競合植生の平均植生高を示す。  
 ※同じ色のバーが縦棒より高い年次では、植栽木が被圧状態にある。

図5 無下刈条件下における植栽木樹高と最大植生高の関係

他方、バケットでは植栽木の樹高が最大植生高を常に上回り、グラップルもそれに準じる結果が得られました。

以上から、一貫作業および機械地拵えによる再造林を行った場合の、下刈りを要する想定年数を表4にまとめました。

機械地拵え(特にバケット)では、従来の人力と比較して、地拵え作業自体の効率化が図られることに加えて、植栽後の下刈り回数の低減も可能になると考えられます。

## 5 地拵え棚でのタラの芽収穫

### (1) 木材以外の収入源—タラの芽

地拵え方法ごとのタラノキの発生動態を調査した結果、バケット地拵えでは植栽面(地拵えした面)にはタラノキがほとんど生えない一方、地拵え棚には12,000本/ha以上の密度で発生していました(図6)。また、グラ

表4 機械地拵えによる下刈りの省力化

| 下刈り年 | 地拵え  |      |      |       |      |
|------|------|------|------|-------|------|
|      | 従来作業 | 一貫作業 |      |       |      |
|      | 人力   | 人力   | 無地拵え | グラップル | バケット |
| 植栽当年 | ○    |      |      |       |      |
| 2年目  | ○    | ○    | ○    | (○)   |      |
| 3年目  | ○    | ○    | ○    | ○     | ○    |
| 4年目  | ○    | ○    | ○    | ○     | ○    |
| 5年目  | ○    |      |      |       |      |

※従来作業は春植栽、一貫作業は秋植栽

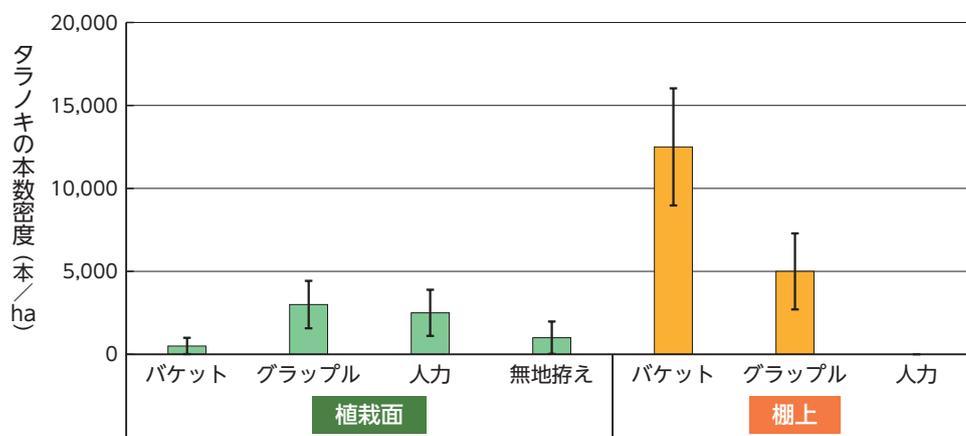


図6 地拵え方法ごとのタラノキ発生密度 (地拵えから3年後)

ツプル地拵えでは植栽面と柵の両方にタラノキが発生し、人力地拵えでは植栽面には多く発生する一方、柵にはほとんど発生しないことも分かりました。

バケツ地拵えの地拵え柵には、土壌表層の腐植層が面的に寄せられて集積されるので、この中にはタラノキの根系や種子が多く含まれていると考えられます。

## (2) 地拵え柵での タラノキ収穫調査

2017（平成29）年秋の植栽から4年目となる2020（令和2）年の春に、バケツ地拵えの柵でタラノキ収穫調査を実施しました。地拵え柵6本分で収穫適期の頂芽を1日だけ収穫したところ、ha当たりに換算して2,050個、36.7kgの収量が得られました。これに、2020（令和2）年の東京都中央卸売市場の平均単価4,362円/kgを適用し収益を試算すると、約16万円/ha・年となります。

## (3) タラノキの持続的利用

タラノキは地拵えから3年後（2夏経過後）から毎年タラの芽の収穫が可能となり、収穫することが可能です。ただし、タラノキの持続的利用には、以下の2点に配慮する必要があります。

### ① 植栽木との棲み分け

タラノキを利用するためには、植栽木の成長を妨げないよう配慮する必要があります。地拵え柵は、下刈りの除地にされることも多く、植栽木との競合も生じにくいいため、タラノキを利用しやすい場所と言えるでしょう。

### ② 適切な「切返し」の実施

収穫しやすい樹高の維持、多幹化による収穫量の増加、病害の予防等のため、根元から伐採し萌芽更新させる「切返し」作業を2年に1回程度行います。タラノキの切返し適期は、収穫後～5月中旬ごろまで



写真6 バケツ地拵えの柵で優占するタラノキ（地拵え・植栽から2年半後の春）

とします(夏季に行うと枯死する可能性が高い)。当年秋までに樹高50cm以上に再生し、翌年も収穫可能となります。

## 6 調査結果から見えてきた留意事項

- ・地拵え作業の労働生産性には、残置枝条の量が大きく影響することから、全木集材等により枝条を減らす工夫が求められる。
- ・枝条が多い現場ではバケットが有効であるものの、地拵え作業を行う時期に機械が配置されているよう計画することが重要である。
- ・機械地拵えによる下刈りの省力化やタラの芽収穫では、求める効果が発揮されているかについて、現地状況を適宜観察する必要がある。

## 7 まとめ

- ・伐採から造林を一貫作業で行うにあたり、地拵え作業を従来の人力や機械(バケット、グラップル)の複数の作業種で比較調査した。
- ・地拵え作業の労働生産性、コストともにバケットによる機械地拵えがもっとも優れており、次いでグラップル、人力という結果が得られた。
- ・地拵えの作業効率は枝条層積が少ないほど、平均傾斜が緩いほど高くなる傾向が見られた。伐採作業において、全木集材等により残置枝条を減らせるような工夫が有効と考えられる。
- ・機械地拵えでは、人力作業よりも多くの土壌のかく乱が生じ、植栽後の競合植生が抑制されることが確認された(植栽面から、枝条だけでなく土壌表層の腐植層も除去され

る)。

- ・競合植生が植栽木の樹高を越す年数が従来よりも少なくなる分、機械地拵えには下刈り回数の削減効果がある。
- ・機械地拵え(特にバケット地拵え)でできた地拵え棚にはタラノキが繁茂し、地拵えから3年後からタラの芽の収穫が可能となる。適期でのタラノキの切返し(刈払い)等の作業を要するものの、継続的な収入を確保できれば、再造林経費の圧縮効果が期待できる。

### 事例情報入手先

長野県林業総合センター 育林部

〒399-0711

長野県塩尻市大字片丘5739

TEL: 0263-52-0600 FAX: 0263-51-1311

URL: <https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/soshiki/ikurinbu.html>

# 一貫作業システムと大苗植栽による 下刈り省力化

一般社団法人 日本森林技術協会 九州事務所  
主任研究員 中村 松三  
(国立研究開発法人 森林研究・整備機構フェロー)

## Point

再生林の低コスト化をより一層推進するためには、伐採から造林までの一貫作業システムのさらなる普及と、植栽後最もコストが掛かる下刈り作業の省力化を図ることが不可欠です。その省力化の一つの手法に大苗植栽による下刈り回数の削減が考えられます。宮崎県都城市で、一貫作業システムで植栽したコンテナ大苗を5年間追跡調査し、下刈りが2回で終了することを実証しました。

## 1 はじめに

戦後の拡大造林時代に造成された人工林が主伐期に入り始めました。次世代の持続的林业のため、主伐後の再生林を如何に推進するかを考えなければなりません。そのためには、先ず何よりも再生林の低コスト化を図って行く必要があります。

本報告では、低コスト化を考えていく上で重要な点として、①伐採と造林の一貫作業システムをより一層普及させるためのポイント、下刈り省力化に関連する事例として、②大苗植栽による下刈り省力化の実証試験、以上2点について紹介します。

## 2 伐採と造林の一貫作業システムをより一層普及させるためのポイント

「伐採と造林の一貫作業システム（以下、一貫作業システム）」は、従来別々に行われていた伐採・搬出の素材生産と、その後の地拵え・

造林を一体的なものとして行う作業システムです（図1）。再生林の低コスト化の中でこの一貫作業システムが特に有効性を発揮するのは地拵え作業です。従来の人力地拵えを、搬出機械であるグラップル等を用いた機械地拵えにすることで地拵えの生産性を高めることができます（写真1）。

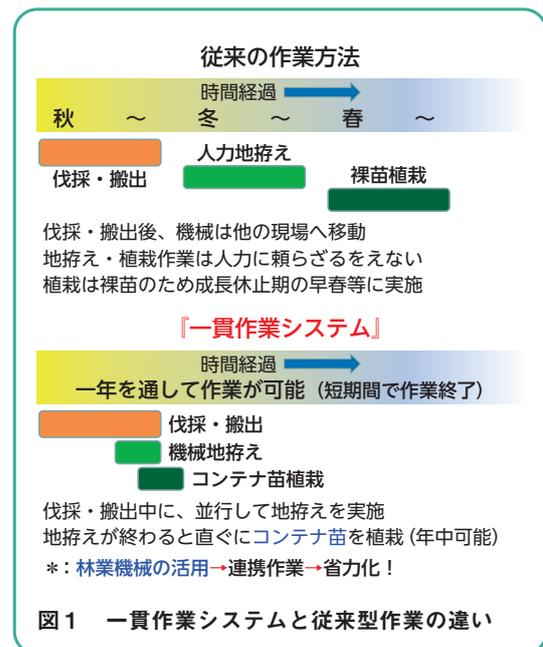




写真1 グラップルによる地拵え作業

## (1) 一貫作業システムによる機械地拵えの生産性

過去に行われた低コスト再造林に関連する調査報告書等から、一貫作業システムによる実証データとして確認できたものを表1に示します。グラップル等の機械車両を地拵えに導入できる場所でのデータとなります。平坦から緩傾斜までの地形ではグラップル等が林内走行して地拵えを行います(表1〈車両系・林内走行〉)。一方、地形が急傾斜になるとグラップル等は林内走行できず作業路を走行することとなり、アームの届く範囲を地拵えすることになります(表1〈車両系・作業路走行〉)。アームの届かない場所では人力による地拵えをすることになります。

地拵えの生産性をみると、車両系・林内走行で1.74~0.12ha/人日(傾斜や起伏・搬出規模や投入機械で値は変わる)、車両系・作業路走行で0.32~0.03ha/人日(機械地拵えと人力地拵えの面積割合でも変わる)です。ちなみに人力地拵えの生産性は平均0.07ha/人日であ

るため、林内走行による機械地拵えでは最低でも人力地拵えの約2倍(最高で約25倍)以上の生産性が担保されています。作業路走行による機械地拵えでは、地拵え対象地での機械地拵えと人力地拵えの実施面積の割合で生産性は左右され、機械地拵えの割合が高くなるほど生産性も高くなるようです。

## (2) 一貫作業システムの普及

農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」にて支援された低コスト再造林に関わる研究プロジェクトの成果<sup>1)</sup>として一貫作業システムが発表されたのが2012(平成24)年度です。その後、国有林が中心となって実用化・普及に貢献してきました。2018(平成30)年度の国有林での一貫作業システムは948ha、民有林でも約1,750haと実績は上がってきていますが、両者を合わせても年間人工造林面積の1割以下の状況です<sup>2)</sup>。

では、再造林における一貫作業システム導入の実績をさらに上げていくためにはどうし

表1 一貫作業システムにおける地拵え等の生産性

〈車両系・林内走行〉

| 調査場所    | 傾斜<br>(°) | 出材積<br>(m <sup>3</sup> ) | 面積<br>(ha) | 伐採生産性<br>(m <sup>3</sup> /人日) | 地拵え生産性 [A]<br>(ha/人日) | 地拵えの<br>形態 | A<br>平均人力地拵え* |
|---------|-----------|--------------------------|------------|-------------------------------|-----------------------|------------|---------------|
|         |           |                          |            |                               |                       |            |               |
| 北海道千歳市  | 0~5       | 142.8                    | 0.87       | 15.7                          | 1.74                  | 機械         | 24.9          |
| 長野県信濃町  | 10        | 602.3                    | 2.68       | 19.5                          | 0.42                  | 機械         | 6.0           |
| 北海道下川町  | 11~20     | 758                      | 3.28       | 10.1                          | 0.30                  | ほぼ機械       | 4.3           |
| 鹿児島県曾於市 | 11~20     | 393                      | 1.28       | 4.7                           | 0.26                  | 機械         | 3.7           |
| 長崎県佐世保市 | 11~20     | 887                      | 3.97       | 7.2                           | 0.23                  | ほぼ機械       | 3.3           |
| 長野県南牧村  | 11.4      | 48.7                     | 0.42       | 14.8                          | 0.14                  | 機械         | 2.0           |
| 熊本県水俣市  | 15        | 160                      | 0.84       | 9.14                          | 0.13                  | 機械         | 1.9           |
| 山形県西川町  | 11~20     | 126.7                    | 0.2        | 15.3                          | 0.12                  | ほぼ機械       | 1.7           |

〈車両系・作業路走行〉

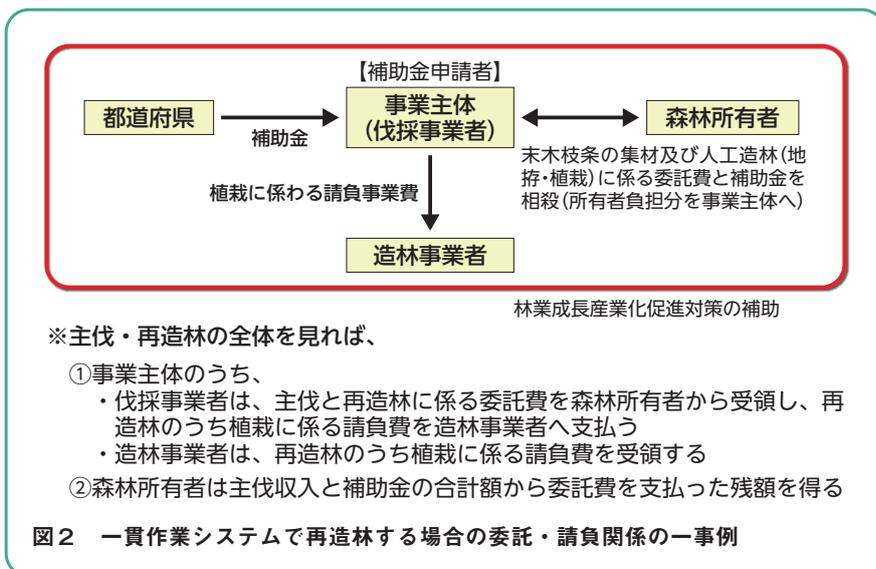
| 調査場所   | 傾斜<br>(°) | 出材積<br>(m <sup>3</sup> ) | 面積<br>(ha) | 伐採生産性<br>(m <sup>3</sup> /人日) | 地拵え生産性 [A]<br>(ha/人日) | 地拵えの<br>形態 | A<br>平均人力地拵え* |
|--------|-----------|--------------------------|------------|-------------------------------|-----------------------|------------|---------------|
|        |           |                          |            |                               |                       |            |               |
| 島根県益田市 | 31~       | 3112                     | 7.46       | 7.24                          | 0.32                  | ほぼ機械       | 4.6           |
| 大分県九重町 | 21~30     | 1193                     | 4.24       | 7.3                           | 0.20                  | 機械人力       | 2.9           |
| 広島県東城町 | 11~20     | 653                      | 2.01       | 13.9                          | 0.10                  | 機械3：人力7    | 1.4           |
| 茨城県城里町 | 21~30     | 1100                     | 1.86       | 18.3                          | 0.08                  | 機械6：人力4    | 1.1           |
| 茨城県城里町 | 21~30     | 669                      | 2.16       | 10.6                          | 0.06                  | 機械6：人力4    | 0.9           |
| 茨城県城里町 | 21~30     | 254.5                    | 0.93       | 7.2                           | 0.03                  | 機械3：人力7    | 0.4           |

\* 人力地拵えの平均値=0.07ha/人日

たら良いのでしょうか。それは民有林での普及を如何に進めるかがポイントだと思います。伐採・搬出の素材生産と地拵え・植栽の造林の両作業を一つの契約として発注できる国有林や県有林等の公的組織では基本的に問題ないですが、民有林では一般的に素材生産業者や森林組合が山林所有者に対して伐採（そして再造林）の働きかけを行うことから始まります。伐採と造林の作業スタッフを同一組織内に有する事業体等であれば、伐採と造林の連携は基本的に大きな問題にはならないでしょうが、実際には別々の事業体がそれぞれ対応するのが多々だと思います。

一貫作業システムを実施するにあたって、伐採と造林の事業者がお互いに作業連携の話し合いを持つのは当然ですが、ここで最も大

切なのは、伐採事業者と造林事業者と山林所有者の3者で委託・請負等の関係をどのように結ぶのか、再造林に係る補助金申請等の手続きをどの事業体で行うのか等を十分に協議しておくことだと思います。林野庁は「伐採作業と造林作業の連携等の促進について」<sup>3)</sup>で一貫作業システムによる再造林に係る補助金申請と3者の役割関係について幾つかの事例を紹介しており、図2にその一事例を示します。一貫作業システムの実施主体となる伐採事業者や造林事業者からの、補助金申請等を含めた山林所有者への伐採・再造林の提案、及び3者間調整のスキルアップが今後一層求められ、そしてそれには行政側からの積極的なサポートが必要だと思います。



### 3 大苗植栽による下刈り省力化の実証試験

#### (1) 背景と目的

2018 (平成30) 年度に公表された全国森林計画 (計画期間2019 (令和元) 年度～2033 (令和15) 年度) では、造林面積102.8万ha<sup>2)</sup> から年間の造林面積を換算すると約7万ha/年です。現在、造林面積は年間約3万haであるため、今後2倍以上の面積を再造林していく計画となります。植栽後は育林で最も大変な作業となる下刈りが続きます。従来だと、基本的に年1回で下刈り終了まで5回程度実施される下刈り費用の合計は87万円/haで、これは造林初期保育 (地拵え・植栽・下刈り) 費用の約半分を占めます<sup>2)</sup>。

今後、再造林のさらなる拡大の中で、引き続き再造林の低コスト化を考えると、下刈り作業の省力化は避けて通れません。少しでも大きな苗を植栽することで、雑草木との競争で優位に立ち、下刈りの回数を削減することができるかどうか、それを実証するための試

験を行いその結果を得たので、ここで紹介します。

#### (2) 試験地

宮崎県都城市高野町にある都城森林組合所有の63年生スギ人工林1.21haを試験地として選定しました (写真2)。伐採と造林は一貫作業システムにより、伐採及び機械地拵えは2016 (平成28) 年12月に、植栽は翌2017 (平成29) 年1月に実施しています (写真3)。

なお、試験地の設定及びその後の一連の調査は林野庁「低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業」等で実施しています。

#### (3) 調査方法

##### ア 試験地の設計

試験地は、林野庁が低密度植栽技術導入に関わる調査事業で全国に設定した19箇所の密度試験地の一つです。当地での試験設計を図3に示します。

植栽密度は1,100本/ha (植栽間隔3×3m ; P2・P8)、1,600本/ha (植栽間隔2.5×2.5m ; P4・P6)、2,500本/ha (植栽間隔2×2m ; P3・P7) の3処理区で、植栽樹種はスギです。各

処理区に次の項目で記述した方法により栽培したコンテナ470cc大苗を植栽しています。また、比較対照として通常のコンテナ300cc苗を2,500本/haの密度で植栽した別プロット(P1・P5)を試験に組み込んでいます。各プロット(P1~P8)の調査対象木はそれぞれ6列6行の36本とし、それぞれに番号を付し、その後の成長調査等を行っています。

なお、図3で示すように各処理区はシカ柵で囲うエリア(赤線枠内)とそうでないエリアに2分割されています。これは大苗植栽でシカによる苗木先端部分の食害を回避ができるか否かの試験を組み込んでいたことに拠ります。ただ今回の事例紹介では、大苗植栽と下刈り省力化の話が中心ですので、シカ食害に関する解析結果(苗木先端の食害は回避できたが皮剥が発生した)はこの報告から除外し

ています。

### イ コンテナ大苗の栽培方法

試験に使ったコンテナ苗は2タイプです。通常の普通苗として栽培されたコンテナ300cc苗(以下、300cc普通苗)と、大苗として栽培されたコンテナ470cc苗(以下、470cc大苗)です(写真4)。

470cc大苗の栽培については、先ず2014(平成26)年秋に挿し穂を床挿しし、発根した苗を2015(平成27)年6月に300ccコンテナへ移植し、翌年の2016(平成28)年4月に出来上がった300cc苗を一旦キャビティから抜き取ります。次いで、空いたキャビティの交互12孔に培地を約200cc詰め、抜き取っていた300cc苗の根鉢部分をMスターシートで包みキャビティへ戻し栽培を継続しました<sup>4)</sup>。試



写真2 試験地としたスギ人工林の伐採前の林相



写真3 コンテナ大苗を植栽した試験地の景観

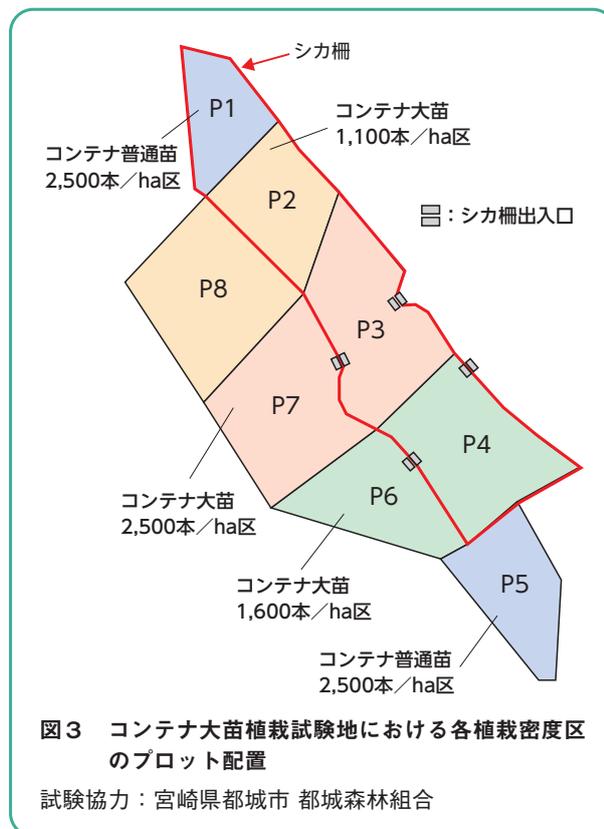




写真4 大苗植栽試験に使ったスギ・コンテナ苗  
左：470cc大苗（平均苗長92cm）、右：300cc普通苗（平均苗長57cm）

栽培協力：宮崎県宮崎市 長倉樹苗園

験地への山出しは2017（平成29）年1月です。この方法の詳細については林野庁「コンテナ苗の大苗化の手引き」<sup>5)</sup>を参照して下さい。

#### (4) 調査内容

2017（平成29）年1月の植栽後、各調査プロット（P1～P8）の植栽木について樹高及び地際直径等を測定しました。その後は、年に2回の定期調査を行っています。調査1回目は下刈り前の6～8月上旬の成長期に植栽木と雑草木の競争状態を把握する毎木調査等を、2回目は成長休止期に入った晩秋～冬季にかけて1回目と同様の調査を行っています。この定期調査は2017（平成29）年度から2021（令和3）年度まで実施しました（最終年度の調査は成長休止期のみ）。なお、測定データの解析では1,100本/ha、1,600本/ha、2,500本/haの各処理区に属する各2プロット（調査個体1プロット36本×2プロット＝72本）分のデータを一つの解析単位として処理しました。

#### (5) 調査結果

##### ア 供試コンテナ苗のサイズ

試験に使った470cc大苗の苗長は $92 \pm 5.6$  cm、根元直径は $1.0 \pm 0.18$  cm、形状比は $94 \pm 17.5$ 、重さは $339 \pm 24$  gです。一方、300cc、普通苗の苗長は $57 \pm 5.3$  cm、根元直径は $0.9 \pm 0.11$  cm、形状比は $63 \pm 17.5$ 、重さは $211 \pm 14$  gです。

両者の苗長の違いは基本的に栽培期間の長短で、470cc大苗は2年生苗、300cc普通苗は1年生苗です。大苗植栽で雑草木との競争に打ち勝ち下刈り回数の削減を図るには、植栽時の苗長が大きく効いてくると考えます。上述したように大苗の平均苗長92cmはその観点から考えると十分に大きなサイズです。なお、大苗の比較対照として植栽した300cc普通苗も平均苗長57cmで大きい苗の部類に入ります。

### イ 植栽後の活着・斜立等の状況

2017（平成29）年1月植栽の470cc大苗と300cc普通苗の活着率（8月調査）はいずれも良好で、前者で99.5%、後方で100%でした。大苗植栽では、植栽後の苗木主軸の傾き・わん曲（以下、斜立）がよく話題になります。地際直径に対して苗高が高い（形状比が高い）苗木は斜立の傾向にあります。当実証調査で植栽した470cc大苗216本に発生した斜立個体及びその復元個体の推移を図4に示します。植栽直後の2017（平成29）年3月の調査では斜立個体17本、同年11月では28本に増加した一方で、15本が復元（直立）していました。翌年、翌々年と継続して調査した結果、斜立個体が減少し、代わって復元個体が増加しています。最終的に上記期間中で、470cc大苗216本の内斜立個体が51本発生しましたが、2019年（令和元年）11月の時点では51本の内42本（斜立個体の82%）が復元（直立）しています。ちなみに、同時点で認められた枯死個体36本（枯死率16.7%）の内訳をみると、誤伐6本（2.8%）、シカ皮剥10本（4.6%）、原因不明13本（6.0%）で、斜立から枯死に至った個体は7本（3.2%）でした。



なお、300cc普通苗での斜立個体は72本中3本で発生し、その全てが復元しています。枯死個体は4本（枯死率5.6%）で、誤伐3本（4.2%）、原因不明1本（1.4%）でした。

### ウ 下刈り回数削減の効果

2017（平成29）年1月に植栽した470cc大苗と300cc普通苗の樹高成長を、また合わせて雑草木の樹高の推移を図5に示し、以下で両者の樹高競争関係を時系列で説明します。なお、植栽密度の処理区間に樹高成長の違いは認められなかったため、以降は大苗として一つにまとめて説明します。また、雑草木の時系列上での繁茂状況の変化を写真5（プロット間に大きな違いがなくP8の状況を例示）に示します。

一貫作業システムで470cc大苗を植栽したため、植栽当年の夏季までに再生した雑草木は植栽木の成長に影響を及ぼすほどになく（300cc普通苗も同様）、下刈りは不要と判断しました（写真5②）。その年の成長休止期までに大苗の平均樹高は約110cm（普通苗は平均88cm）です（写真5③）。植栽2年目に入ると雑草木（クサギやアカメガシワが優占）の繁茂が激しくなり植栽木に覆い被さるような状況となってきたため1回目の下刈りを実施しました（写真5④・⑤）。2年目の成長休止期までに大苗の平均樹高は約155cm（普通苗は平均133cm）です（写真5⑥）。植栽3年目に入ると、前年下刈りされた雑草木の萌芽再生により、雑草木の樹高がまた植栽木に迫ってきたため（写真5⑦）2回目の下刈りを実施しました。その年の成長休止期までに大苗の平均樹高は約245cm（普通苗は平均198cm）です（写真5⑧）。翌年、植栽4年目の成長休止期までに大苗の平均樹高は約349cm（普通苗は平均300cm）となり、雑草木が200cm程度であったことから、470cc大苗を植栽したいずれの植

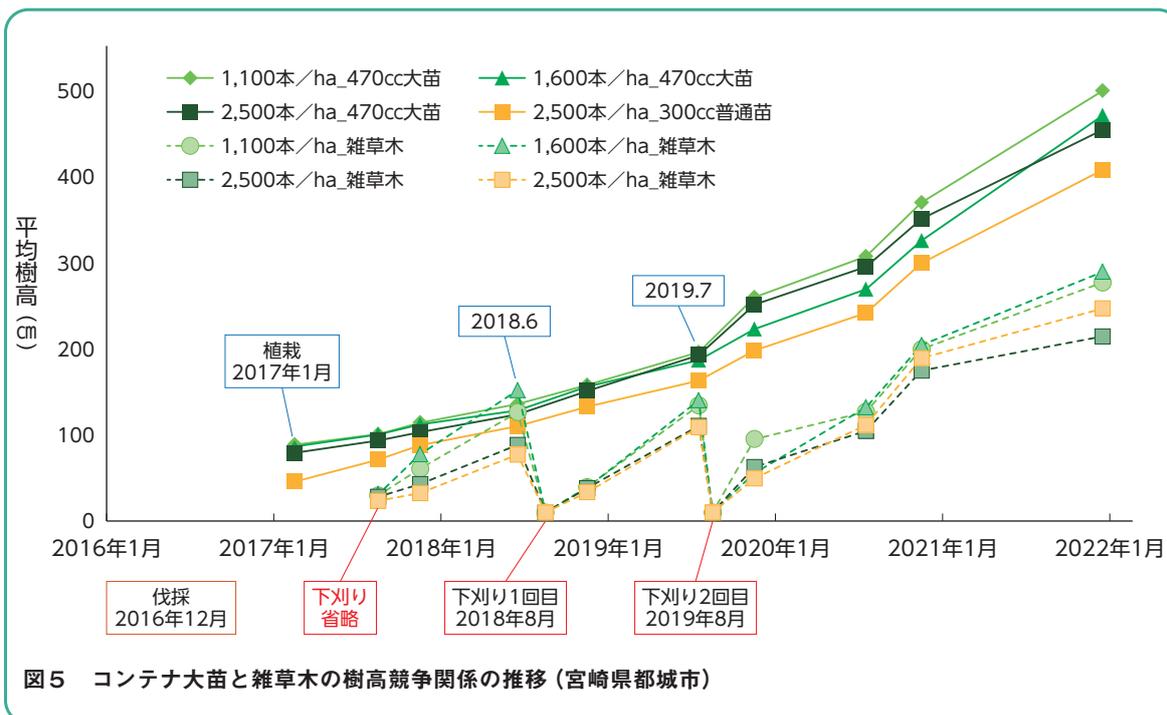


図5 コンテナ大苗と雑草木の樹高競争関係の推移 (宮崎県都城市)

栽密度の処理区でも下刈りが終了と判断しました。300cc普通苗においても同様に下刈り終了と判断しました。翌年2022(令和4)年1月にドローンにて撮影された試験地の写真からも、スギ植栽木の樹冠が雑草木より抜け出ているのが見て取れます(写真6)。

以上の結果は、一貫作業システムで、470cc大苗を植栽し、下刈りを2回で終了させることができた事例です。あくまでも九州地方の宮崎県都城市での一事例ではありますが、クサギやアカメガシワ等の雑草木が伐採後の二夏までに人の背丈程まで伸びてくるような非常に強い再生力がある場所(下刈りが大変な場所)での事例だと見なすことができます。なお、一つ着目してもらいたい点として、470cc大苗のみならず、300cc普通苗でも下刈り2回で終了できたという結果です。出荷規格が35cm上や40cm上で山出しされるコンテナ150cc苗と比較すると、平均苗長60cmに近い300cc普通苗も大苗の部類に入り、下刈り回数削減に活用できる可能性を示すものです。

## 4 まとめ

大苗と一概に言っても、人それぞれで大苗のイメージは違います。まず、大苗の定義や規格がないので、それを論議する必要があります。それまでは、とりあえず苗長サイズ(cm)を一つの目安として、下刈り省力化(回数の削減)を図るのであれば、少しでも大きな苗を選択してもらうのが妥当でないかと思っています。

現在、普及しているマルチキャビティコンテナは150ccと300ccです。既存のコンテナを使うことを前提に考えると、枝葉のバランスが良くより大きな苗を生産できるのは、苗木1本当当たりの占有スペースが広く根鉢がより大きい300ccを使う方が有利です。300ccコンテナでは苗長60~70cm位までは形質的に問題なく苗を栽培できるので、このサイズ辺りを実質的には大苗の部類と見なしても良いのではないかと個人的には考えています。今回の事例は、コンテナ300cc苗を基に作っ

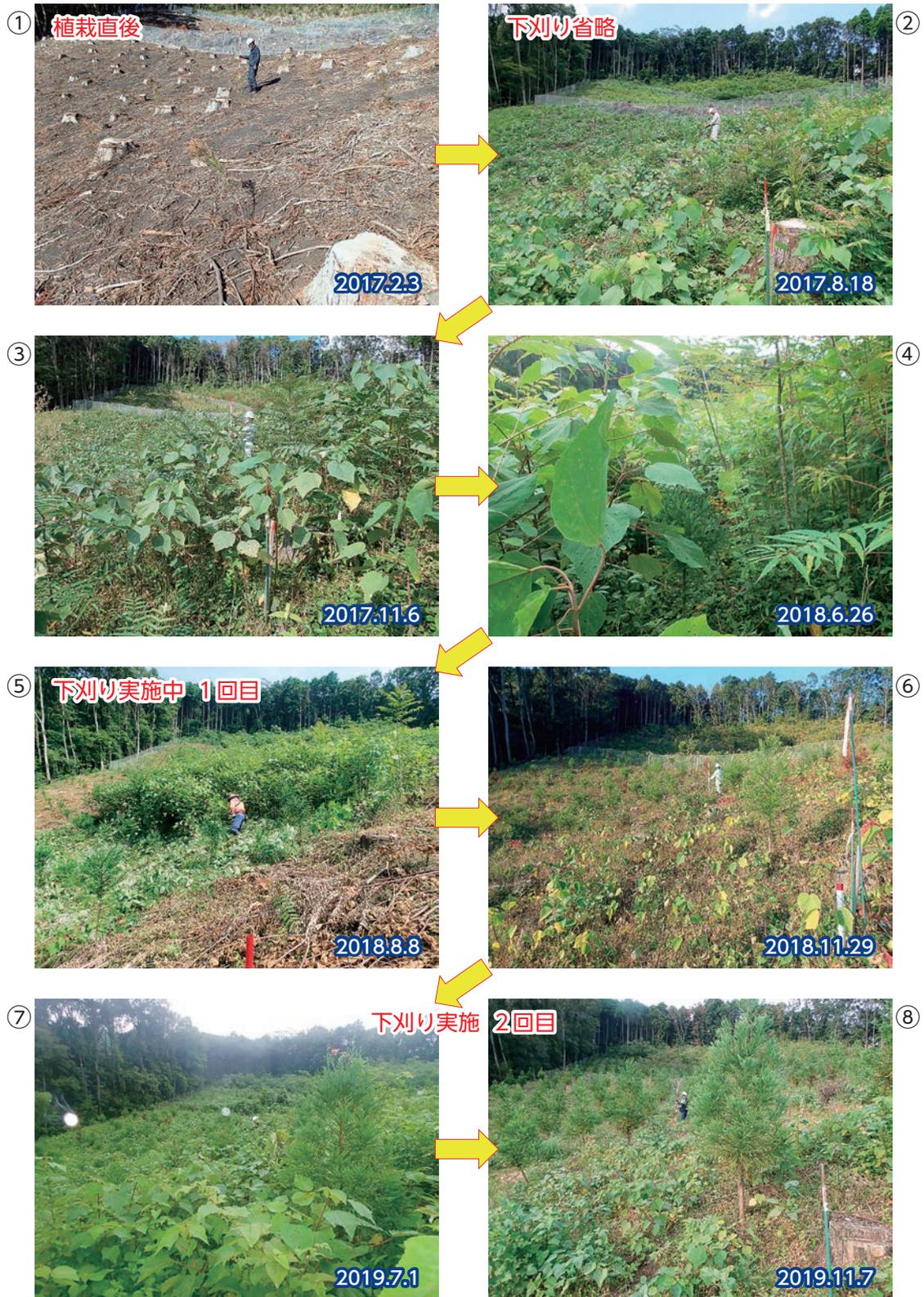


写真5 雑草木の繁茂状況の推移 (P8を例示)



写真6 コンテナ大苗植栽試験地の現況

撮影：2022年1月7日

たコンテナ470cc大苗(平均苗長92cm)を使って下刈り省力化を実証する試験で、その比較対照としてコンテナ300cc普通苗(平均苗長57cm)も使っています。結果的に470cc大苗はもとより300cc普通苗でも、一貫作業システムで植栽することにより下刈りが2回で終了しており、この都城の事例から、より大きな苗を植栽に使うことで下刈り回数の削減の可能性があることが実証されました。

現在、流通しているコンテナ苗をみると300cc苗より150cc苗の方が主流です<sup>6)</sup>。種苗生産者はコンテナ1箱当たり1.7倍多く栽培できる150cc苗の方を、また苗木を植える造林者にとっても1回の小運搬で多く運べる小さくて軽い150cc苗を好むという話をよく聞きます。これからは山林所有者側からの視点、換言すれば地拵え～植栽～下刈りまでの造林のトータルコストを下げる視点、特に大苗を植栽し下刈り回数を削減する視点の導入も必要でないかと思えます。

## 5 おわりに

最後に、天然林や天然生二次林を伐採しスギ等の針葉樹人工林へ林種転換した拡大造林時代から、今は拡大造林時代に造成された人工林を伐採・収穫し、再び人工林を造成する再造林時代へ入って来ています。山の急斜面を鋤と裸苗を担いで登りながら植林した時代から、整備された路網を使ってフォワーダ等の車両で(あるいはドローンで)コンテナ苗を選び植林する時代へと移り変わっています。拡大造林時代の先人の人工林造成にリスペクトし、旧来の仕組み等を再造林時代に合うものに変革していく時だと思えます。ここで紹介した伐採と造林を一体的な作業として捉える一貫作業システムも、またコンテナ大苗を使った下刈り省力化の実証試験の一つの試みも、再造林時代へ向けた新たな技術開発・普及の端緒であり、さらなる実証試験データの積み上げ・解析等を通じて得られた成果が、

科学的根拠に基づく諸制度の策定や施策等の実施に反映されていければと願っています。

#### 参考文献等

- 1) 森林総合研究所 (2013) 低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集  
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/3rd-chukiseika7.pdf>
- 2) 林野庁 (2020) 令和2年度 森林・林業白書
- 3) 林野庁森林整備部整備課長通知 (29林整整第977号) (2018) 伐採作業と造林作業の連携等の促進について  
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syokusai-6.pdf>
- 4) 林野庁 (2017) 平成28年度低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業報告書  
[https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sinrin\\_seibi/attach/pdf/28mitudo-10.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sinrin_seibi/attach/pdf/28mitudo-10.pdf)
- 5) 林野庁 (2022) コンテナ苗の大苗化の手引き  
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syubyou-2.pdf>
- 6) 森林研究・整備機構森林総合研究所 (2021) 山林用針葉樹コンテナ苗 育苗方法についての全国アンケート集計結果  
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/5th-chuukiseika1.pdf>

### 事例情報入手先

一般社団法人 日本森林技術協会 九州事務所  
〒860-0016  
熊本市中央区山崎町 66-7 熊本中央ビル 4階  
TEL : 096-202-6156 FAX : 096-202-6157



# 早生樹ユリノキの成長と更新特性 ～東北地方への導入に向けて～

東北森林管理局 森林技術・支援センター

## Point

早生樹のひとつであるユリノキについて、東北地方への導入が可能か検証を行った。その結果、スギの約1.7倍の樹高成長が認められ、下刈り回数が1～2回程度に省略出来る可能性が整理できた。また、実生による分布拡大の可能性に留意する必要があるものの萌芽再生力が強くコナラの約2.4倍の成長量があるとの調査結果が得られたことから、東北地方での利用可能性が示された。

## 1 概要

我が国の人工林が本格的な利用期を迎え、「植える、育てる、収穫する」という森林資源の循環利用を推進することが重要となっています。一方、主伐収入のみでは育林経費を賄うことが困難な状況にあり、森林所有者の収益向上のため、育林経費の低コスト化や投資回収期間の短縮が求められています。

このような中、近年、育林経費の削減や収益性の向上が期待される早生樹が注目されており、各地で実用化に向けた研究が行われています。この早生樹は、従来の樹種と比較して成長が早く、約20年～40年の短伐期で収穫できるとされており、コウヨウザンやセンダンなどが代表的な樹種となっています。

そこで、当センターでは、積雪、寒冷な気候に適した早生樹について、植栽事例が少ないことから、ユリノキ、ヤマハンノキ、イチヨウを植栽し、実用化に向けたデータ蓄積に取り組みました。

その結果、ユリノキは成長特性では、樹高成長がスギの約1.7倍であることや、下刈り回数は1～2回程度に省略出来る可能性が示されました。また、更新特性では、萌芽再生

力が強く成長量はコナラの約2.4倍を示すとともに、実生による分布拡大の可能性に留意する必要があるものの萌芽更新により再造林経費を低減できる可能性があることが示されました。

今後は、他関係機関で取り組んでいる優良種苗や利用特性に関する調査と連携しながら、育林技術の調査を継続していく予定です。

## 2 ユリノキについて

ユリノキは、モクレン科ユリノキ属の落葉広葉樹であり、日本へは明治初期に北アメリカから導入され、主に緑化樹木として利用されています。

また、北海道から九州まで広い植栽実績があり、東北地方でも街路樹や公園木として、身近に植栽されています。特徴としては、通直性や耐寒性のほか、病害虫への高い耐性があげられます。

なお、木材としては加工がしやすく、合板や家具、楽器など、幅広い用途があります。

青森県に植栽されているユリノキと、スギの収穫予想表を比較したところ、図1のように、スギ人工林の地位一等に匹敵する樹高成



写真1 ユリノキ林齢30年生（青森県）

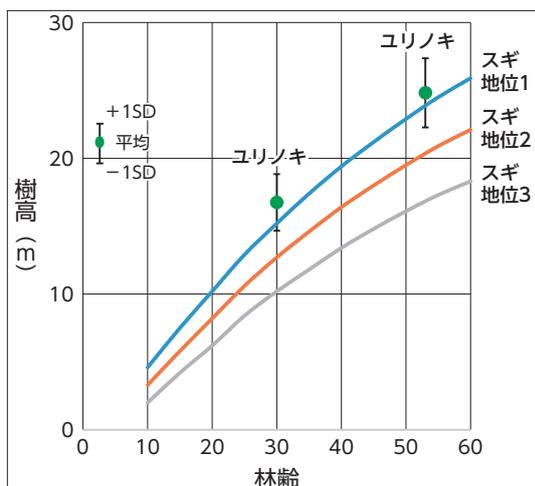


図1 スギ人工林の収穫予想表と比較したユリノキの樹高成長の状況（青森県）

長を示しました。

また、岩手県滝沢市では、優れた蓄積の増加を示す林分の報告があることから、積雪・寒冷な気候の東北地方に適した早生樹として注目されますが、東北地方では林地での植栽事例が少ない状況にあることから、実用化へ向けたデータの蓄積が課題となっています。

### 3 東北地方におけるユリノキの特性調査の内容

今回、東北地方のユリノキの諸特性を明らかにすることを目的に、初期成長などの成長特性と萌芽成長などの更新特性を調査することにしました。

なお、成長特性については秋田県北秋田市、岩手県田野畑村の2箇所をフィールドに、更新特性については、青森県青森市の国有林と青森県産業技術センター林業研究所内で調査地としました。

#### (1) 成長特性

##### ①初期成長

図3で示すとおり、北秋田市の500本区と1,000本区、田野畑村の500本区と1000本区を、それぞれ青と赤で色分けして整理した結果、植栽木の生存率は9割以上という結果を得ることができました。この結果から、ユリノキは東北地方の林地でも生育可能であることが示されました。

また、枯損したユリノキの原因を調べた結果を図4に示しました。内訳を見ると、北秋田市ではオレンジの「倒伏」、田野畑村ではグレーの「主軸の損傷」が主要因となりました。

##### ②生育状況

生育状況の内訳を図5に示します。円グラフにあるとおり、植栽木の多くが青色の「健全」な状態にありますが、一部で、オレンジ色の「二股木」が発生していました。これは、西日本の事例でも、強風による倒伏や樹形の乱れが報告されており、本結果も同様の傾向にあることから、風や雪の影響を受けたと考えられます。

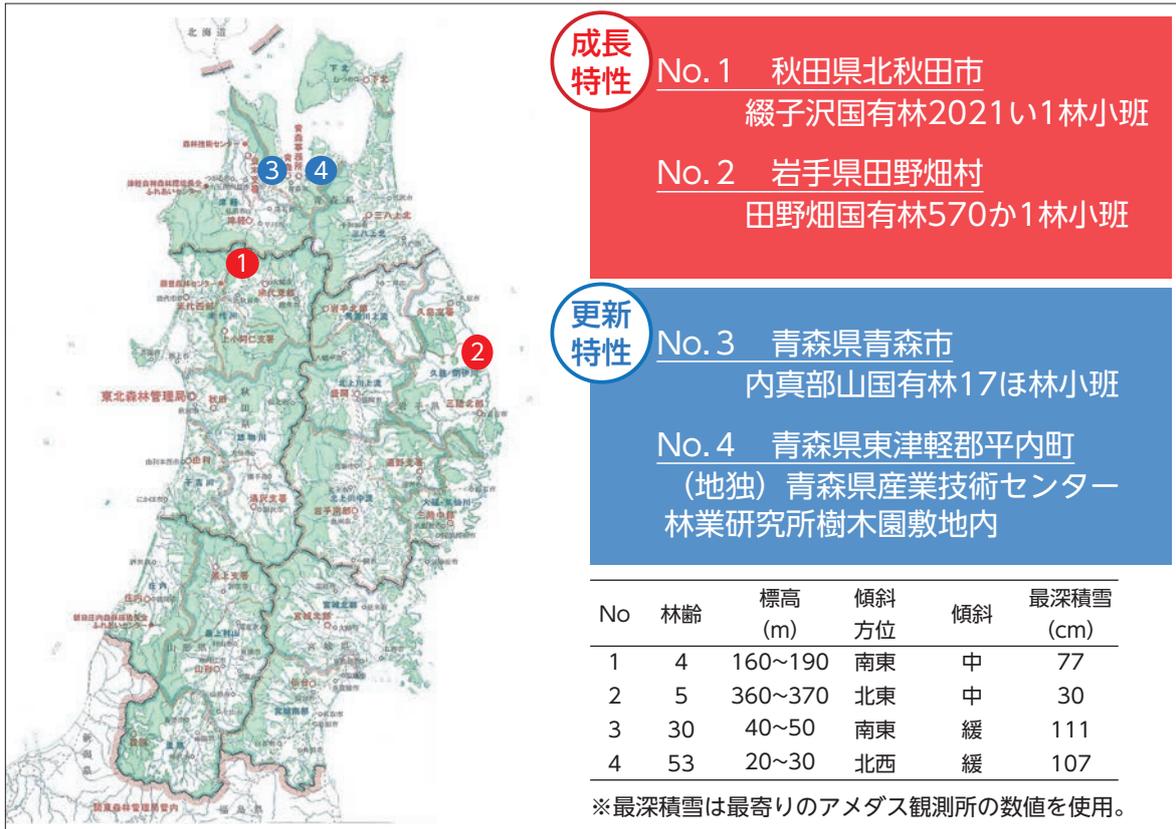


図2 今回の調査地

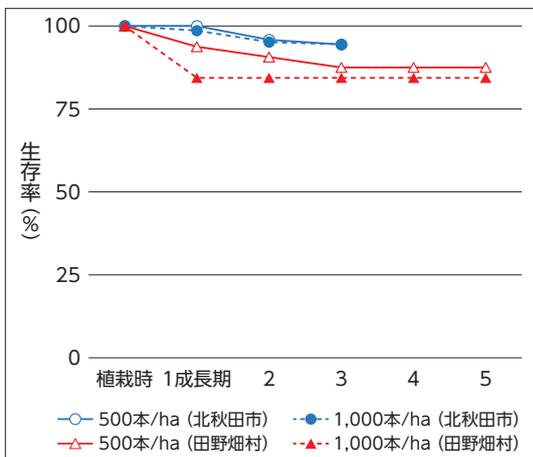


図3 ユリノキの生存率

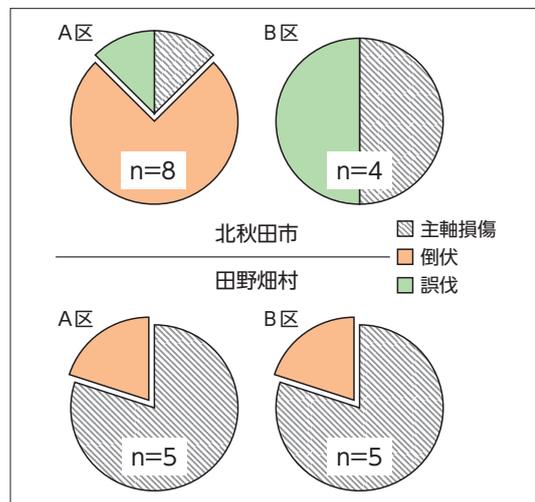


図4 ユリノキの枯損原因

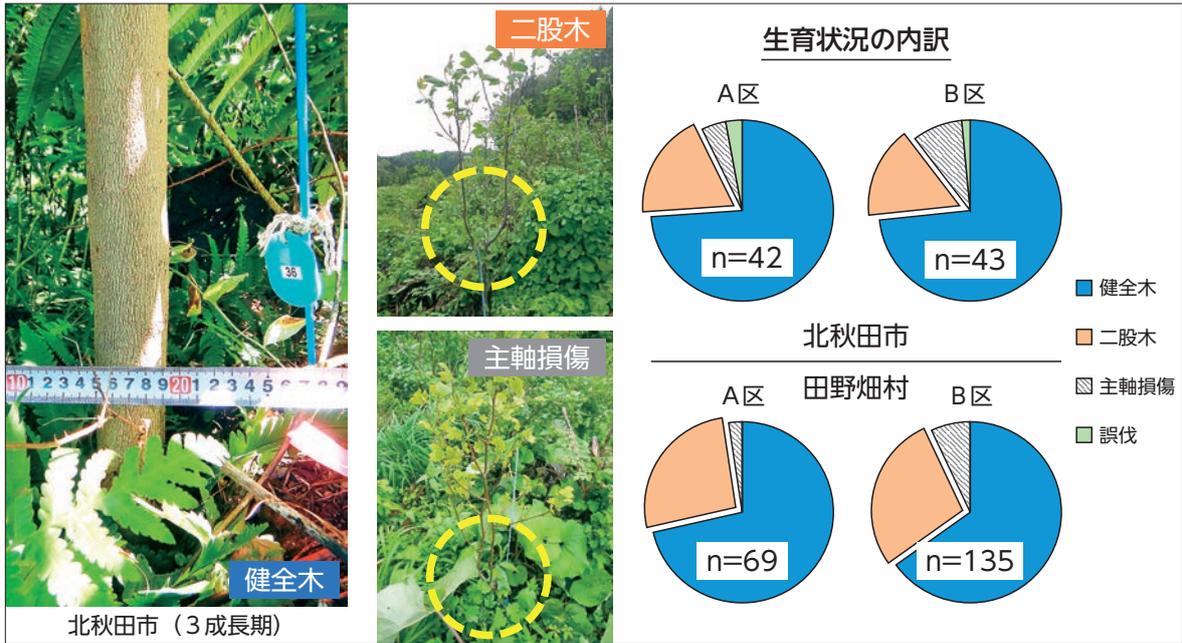


図5 ユリノキの生育状況

また、健全木においては、3成長期時の根本直径が4～5 cm程度の太さまで成長している状況となっています。

③樹高成長

次に、樹高成長についての調査を図6に示

します。グラフの赤と青が「ユリノキの成長量」、緑が同程度の地位に植栽した「スギコンテナ苗」になります。「スギコンテナ苗」と比較し、赤色の田野畑村では約1.1倍、青色の北秋田市では約1.7倍の樹高成長が確認されました。写真は3成長期の様子で、大き

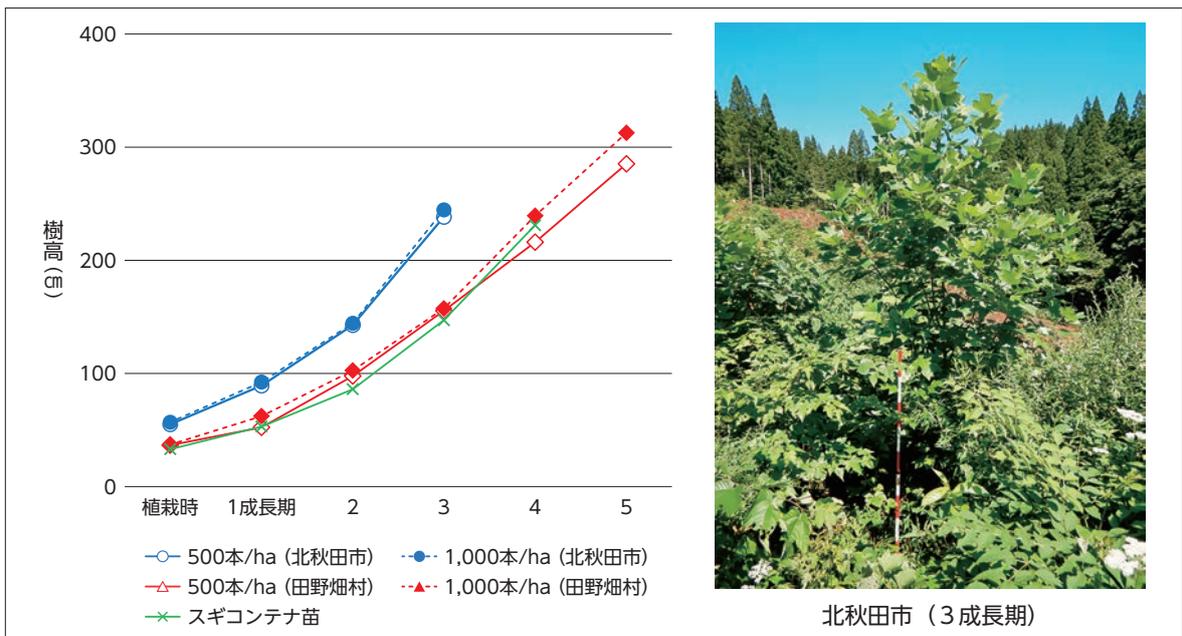


図6 ユリノキの樹高成長の状況

い個体は4mを超えていました。

また、現在までに、樹高成長と植栽密度の関係は認められませんでした。

#### ④保育作業

続いて保育作業の調査結果です。図7の写真は3成長期の様子で、下刈りをしていない状態であり、2、3成長期後から、植栽木の多くが下草の影響を脱しました。

また、下刈り回数に注目すると、北秋田市では2回で済み、東北森林管理局管内の平均回数3.5回と比較すると、回数比で約40%の経費削減となります。

## (2) 更新特性

### ①萌芽枝の発生

試験地では、倒伏や折れなどの発生後、図8の左の写真のように、被害木の多くで萌芽枝の発生が確認されました。

また、青森県の事例では、図8の右の写真のように、立木の根元や伐根から萌芽枝が発生しており、東北地方でも萌芽更新が可能で

あることが示されました。

### ②萌芽枝の成長

実際の萌芽枝の成長量を図9に示します。緑の点で示した「ユリノキ」と実線で示した「コナラ」で比較したところ、「ユリノキ」の方が優れた成長を示しました。

特に、萌芽枝を2本に整理した株では、「コナラ」の約2.4倍の成長を示していたことから、数本に仕立てることが有効な可能性があります。

### ③種子による繁殖の可能性

ユリノキの種子は大きな翼がついており、風に運ばれて自然降下します。

種子の発芽率は非常に低いとされますが、天然林へ侵入した場合、在来種を抑え優先する可能性が指摘されています。

このことから、造林地周辺へ与える影響を評価するため、種子の散布能力を調査しました。概要及び結果を図10に示します。

30年生の母樹17本を対象（母樹のある区画

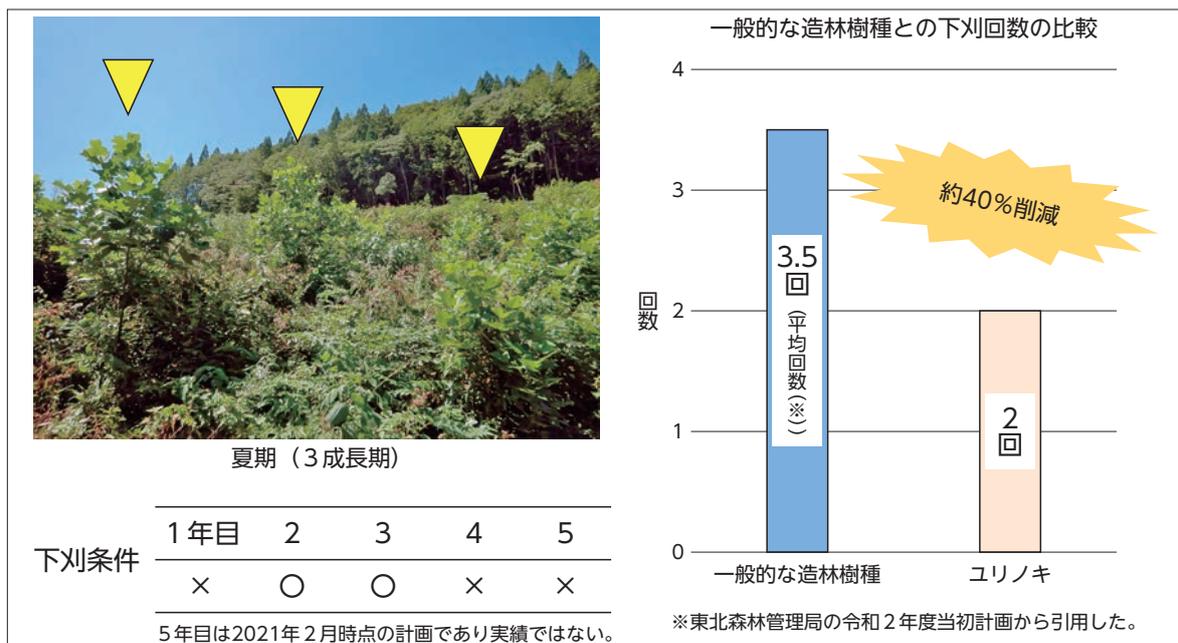


図7 ユリノキの保育作業（下刈り）の状況

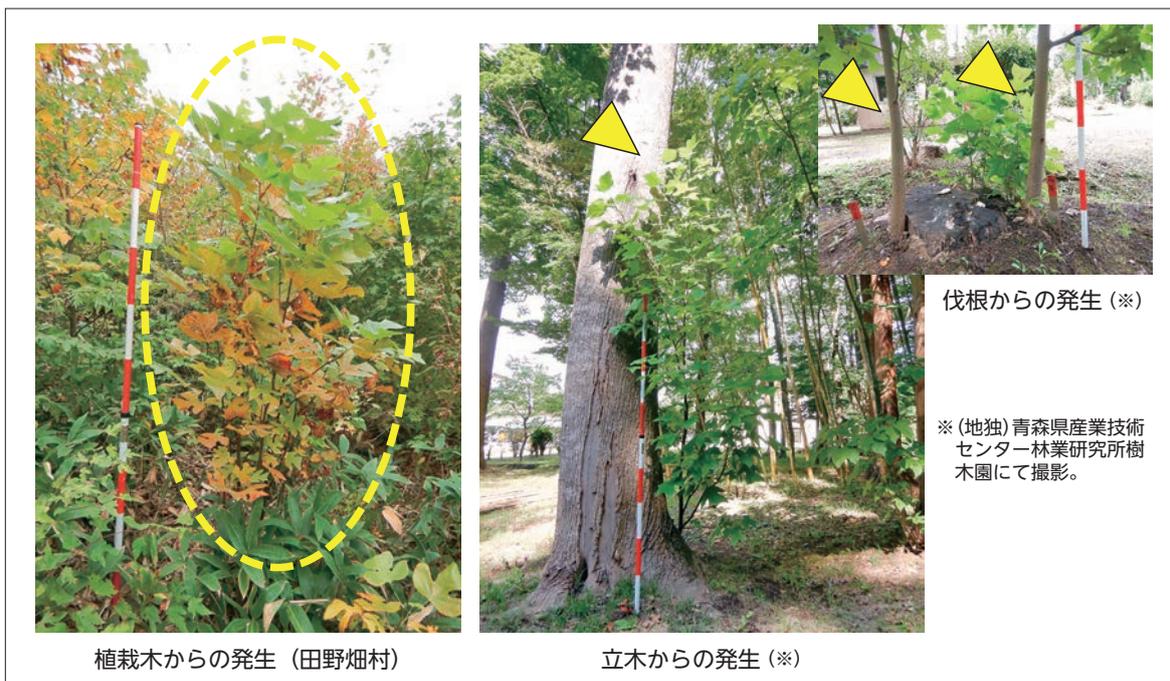


図8 ユリノキの萌芽枝の状況

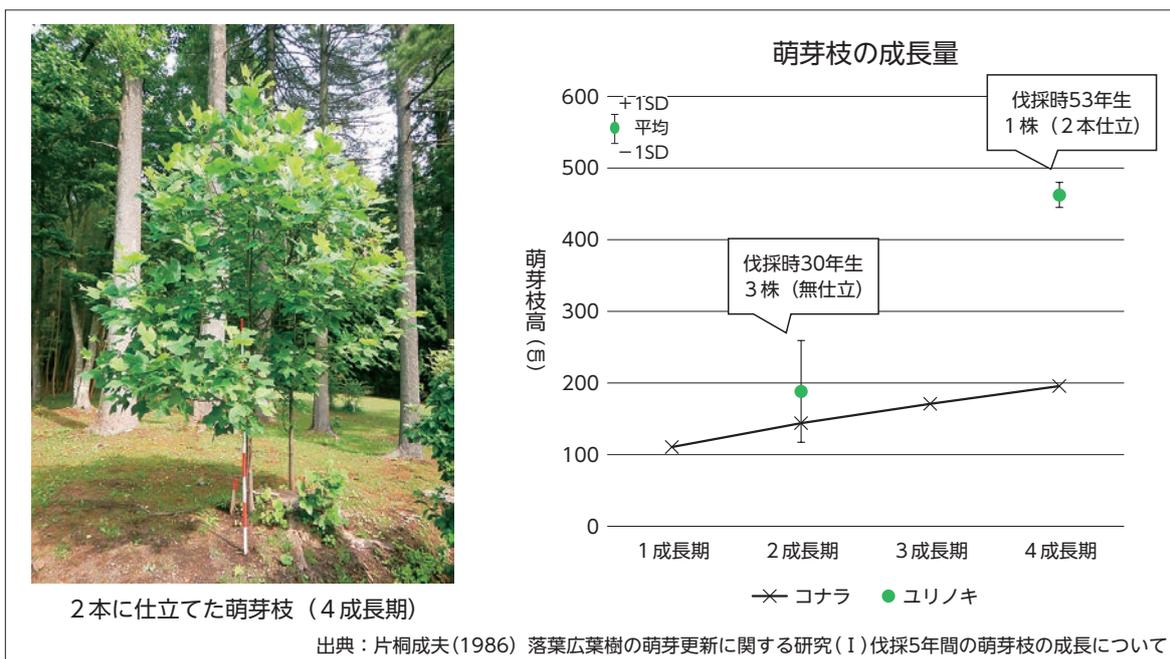


図9 ユリノキの萌芽枝の成長状況

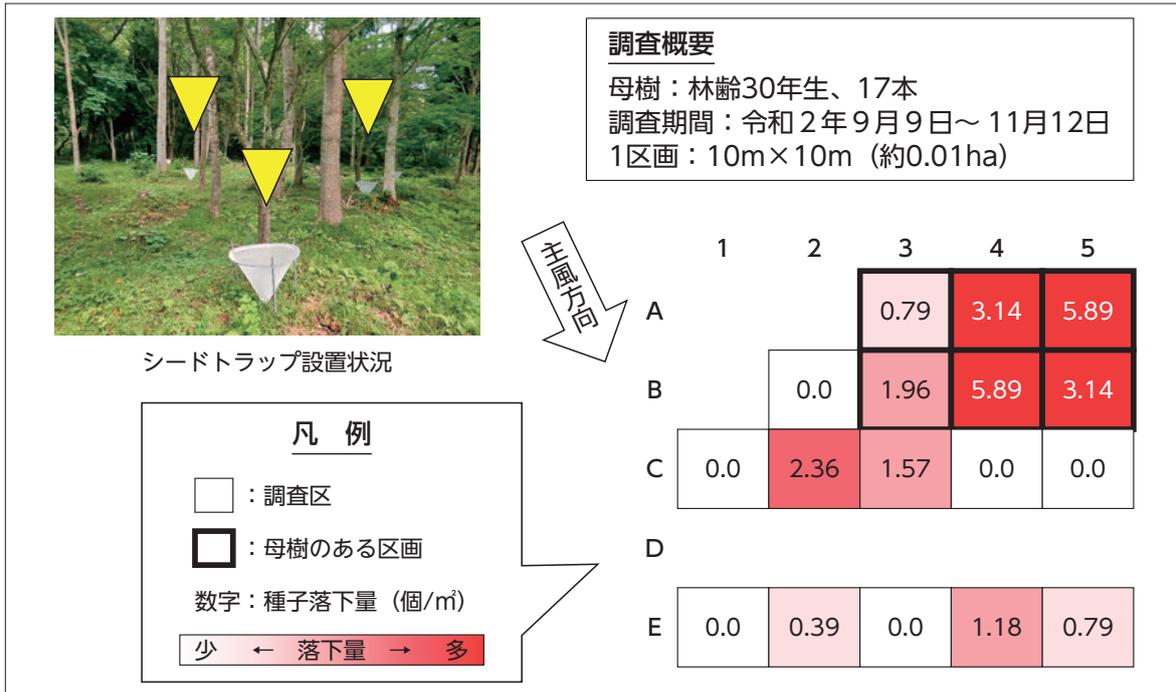


図10 ユリノキの種子の可能性



写真2 ユリノキの種子(集合果)

は太い黒ワクで示している部分)に調査した結果、種子の落下量は濃い赤色で示した母樹周辺で多い傾向にありました。

また、種子は主風方向へ飛散する傾向にあり、最大飛散距離は92mを確認しました。

## 4 まとめ

本調査の結果から、ユリノキが東北地方でも良好な成長を示すことが確認されました。

しかしながら、今後の実用化へ向けては、更なるデータの蓄積が課題となります。

今回はユリノキの「成長と更新特性」についての報告ですが、ユリノキを対象とした「優良種苗」や、「利用特性」に関する取組も、すでに関係機関で始まっています。

そのため、今後、当センターでは関係機関と連携しながら取組を進め、東北地方におけるユリノキの実用化を目指して継続的な調査に取り組んで行く予定です。

### 事例情報入手先

東北森林管理局 森林整備部

森林技術・支援センター

〒037-0305

青森県北津軽郡中泊町中里亀山 540-8

TEL：0173-57-9022 FAX：0173-69-2788



# コウヨウザンのサイズ別裸苗の 植栽試験と木材としての利用の可能性

広島県立総合技術研究所林業技術センター

## Point

早生樹として注目されているコウヨウザンの裸苗をサイズ別に植栽し、成長過程を調査することで、コウヨウザンの苗木規格や下刈りなどの初期保育について検証した。また、コウヨウザン材を用いた製材品を作製して木材としての利用の可能性を明らかにする取組。

## 1 コウヨウザンの サイズ別裸苗の 植栽試験の目的

コウヨウザンは早生樹として注目されていますが、植栽時の適正な苗木規格が定まっていません。裸苗サイズ別の成長過程の調査に加えて、初期保育における下刈り回数低減の可能性の検証を目的に、広島県立総合技術研究所林業技術センター（以下、センター）では、

三次市高平施設内に試験地を設け、2018（平成30）年4月から裸苗をサイズ分けして植栽試験を行っています。

## 2 試験地の概要

2018（平成30）年4月20日に表1のとおり植栽を行い、2022（令和4）年で5成長期を迎えています。

表1 試験の概要

|           |  |
|-----------|--|
| 植栽地       | 林業技術センター 高平試験地（広島県三次市）                                     |
| 植栽日       | 2018年4月20日   |
| 苗木        | コウヨウザン実生1年生裸苗（中国産種子）                                       |
| 植栽本数・植栽密度 | 104本、2,500本/ha   |
| 植栽地の概況    | 南向斜面上部、弱乾性褐色森林土（クロボク混じり）                                   |
| 忌避剤・散布日   | コニファー水和性、1回目：2018年5月、2回目：2019年1月                           |
| 保育管理      | 全面下刈り：2018年8月17日   |
|           | つぼ刈り 2018年6月21日（全木）、2019年8月2日（50cm以下）                      |
|           | 蔓きり：2019年8～9月、2020年12月                                     |
| 調査日       | 2018年5月11日、11月30日、2019年8月8日、11月21日、2020年12月17日、2021年11月29日 |

### 3 植栽試験の内容

植栽したコウヨウザン苗は、中国産輸入種子の1年生裸苗で、間引き等は特に行われておらず、苗の大きさには個体の初期成長の差が表れていました。そこでセンターでは、苗

を20-25 cm 苗、25-30 cm 苗、30-35 cm 苗、35-40 cm 苗の4つの植栽区に分けて、植栽密度を2,500本/ha、2 m間隔で2列ずつ、104本を植栽しました(写真1、図1)。

保育管理は、植栽した夏に1回だけ全面下刈りを実施しました。ただし1区の20-25cm



写真1 試験地の状況 (2021 (令和3) 年11月30日)

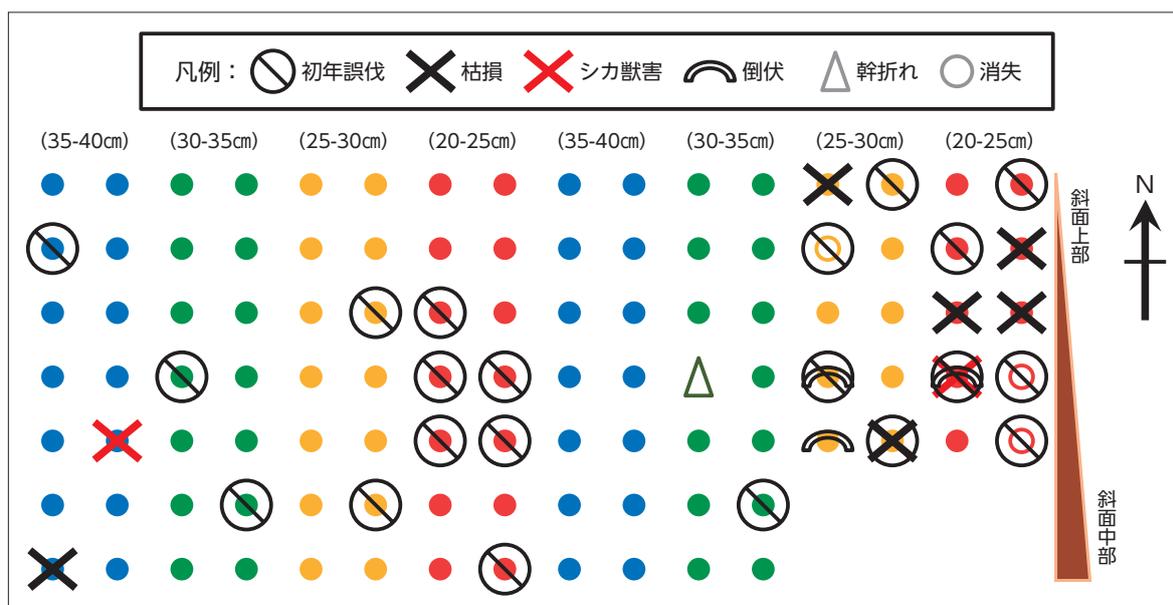


図1 植栽木配置図 (2021年11月29日時点の生存状況)

苗についてはワラビが繁茂したことによる誤伐等が多発したため、2年目に坪刈りを行いました。



写真2  
植栽した裸苗

## 4 植栽試験の結果

### (1) 樹高成長

苗木のサイズ別の樹高成長の推移について、各調査時の平均樹高を図2に示します。植栽時の苗木サイズによる樹高の差は年々減少していますが4成長期終了時でも35-40cm区と20-25cm区間の差は5%水準で有意差があり、さらに20-25cm区は初期の誤伐も多かったことから、苗木サイズとしては25cm以上が良いと考えられます。

各成長期の平均樹高を見ると25cm以上の苗木では2成長期の2019年8月時点で平均樹高が1mを超え、3成長期後には平均樹高が2mを超えることから、土壌条件や下層植生にもよりますが、下刈りを必要とするのは2年、多くても3年程度と推察されます。

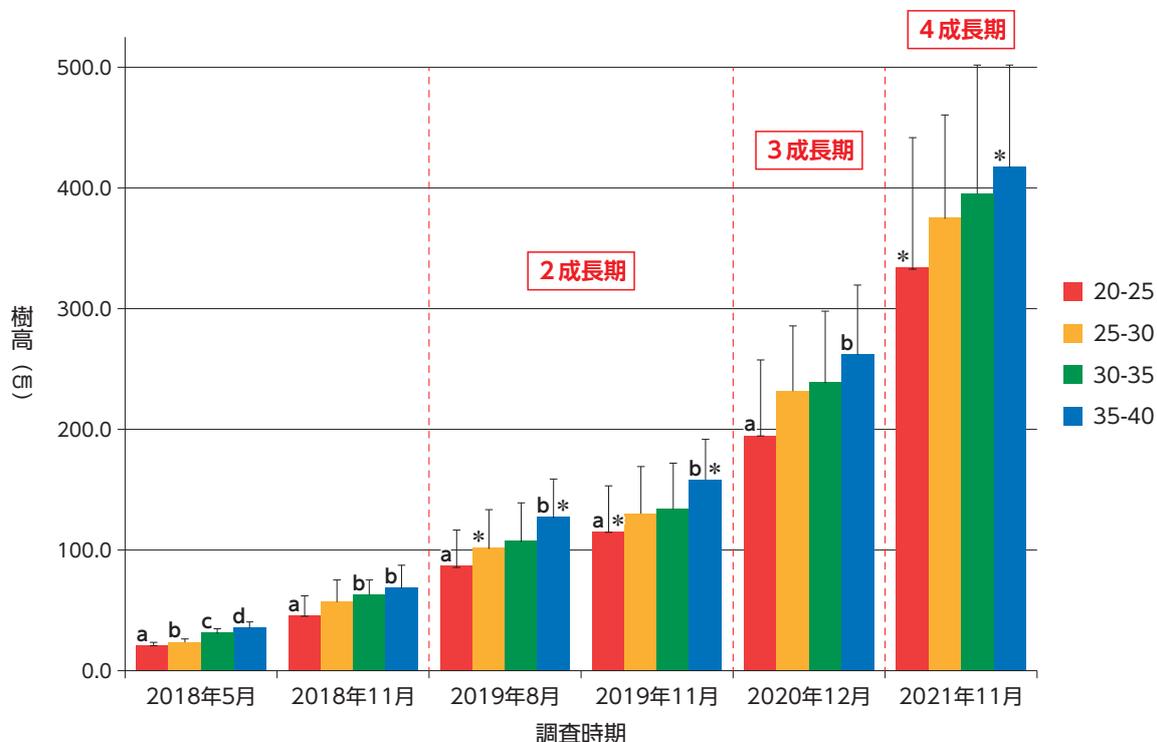


図2 4成長期終了時までの平均樹高の推移 (エラーバーは標準偏差)

※各計測時において、異なるアルファベット間に1%水準、\*間に5%水準で有意差あり



写真3 試験地を上空から撮影（2022年9月）



写真4 7mに達したコウヨウザン（2022年9月）

2022（令和4）年時点で樹高が最も高いもので7mに達しています（写真4）。

## （2）樹高と胸高直径

4成長期が終了した2021年11月末時点の樹高と胸高直径の調査結果を図3、4に示します。樹高の外れ値となった木は初年の誤伐や1年目の冬以降のシカによる軸の折損・剥皮などの影響を受けたものが多く、下刈りを1年で終了したために下層植生の被圧下から

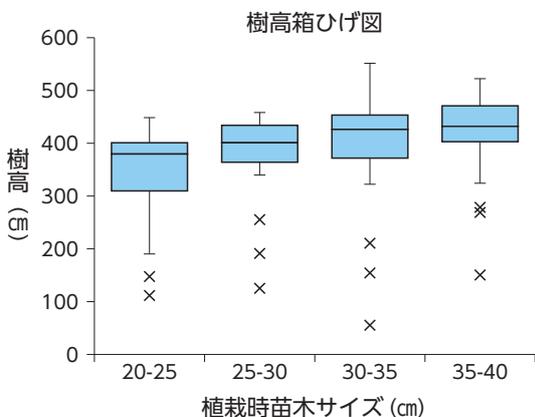


図3 苗木サイズ別の樹高

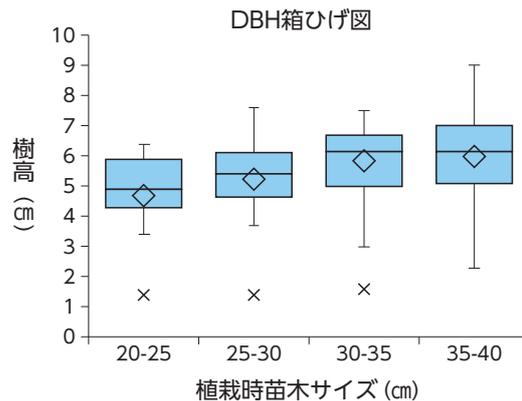
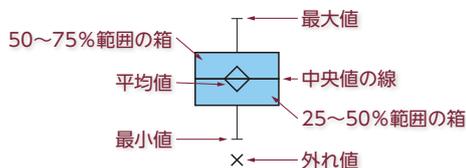


図4 苗木サイズ別の胸高直径（DBH）

箱ひげ図の見方（図3、4）



抜け出せなくなっていたことが原因と考えられます。胸高直径は樹高に比べてバラつきが小さく良くまとまっており、形状比も樹高2m以上の個体の平均値は75と良好でした。また、写真1でも若干見られるように大きな植栽木間では枝先が接するようになってきており、次のシーズンには樹冠が閉鎖してくると思われています。

## （3）獣害被害

当試験地ではノウサギの糞が見られるものの、ノウサギによる食害は発生していません。植栽後3年間は単木的にシカによる皮剥ぎ害等が発生しましたが、4年目は枝先の軽い食害程度で影響はありませんでした。これは、周りに十分な餌があることが理由として考えられます。

現在はシカやイノシシの獣道が試験地内に見られますが、樹冠が閉鎖すればシカなどの進入も減ることが期待されます。

## 5 コウヨウザン保育にあたっての留意点

### (1) 複数立ち

コウヨウザンの特徴として主軸の複数立ちが発生しやすい傾向が見られます。同じ敷地内に設定したコンテナ苗植栽地の例では、全体の65%は主軸が1本立ちですが、残りの20%が2本立ち、さらに3本立ち、4本立ちのものも見られます。コウヨウザンの系統によっては、後から急に細い萌芽を伸ばして、主軸と並んで伸びてくることが多い傾向にあります。また、現在コウヨウザンのコンテナ苗が多く流通していますが、コンテナ苗の場合の複数立ちが多いという報告もあります。広島県庄原市内にあるコウヨウザンの林分では、複数立ちの向かい合った面では枝が細くなり自然落枝するので、枝が無い状態になっていますが、複数立ちによる樹高への影響は



写真5 広島県庄原市内にある複数立ちしたコウヨウザン

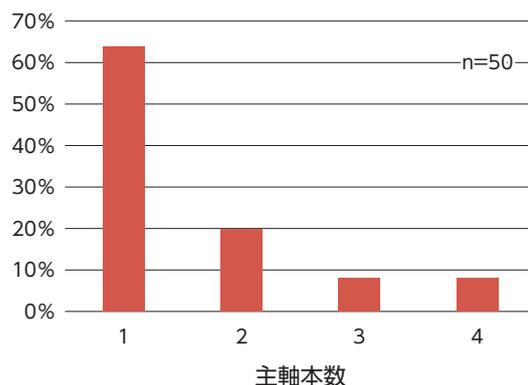


図5 主軸本数別割合

少ないと見られます。当試験地では、萌芽が発生する個体については伐っても自然に萌芽更新されると考えられるため、このまま放置していく予定です。

また、主軸の複数立ちの原因となる萌芽の抑制には、深植がよいという中国の文献による報告もありますが、深植苗が主軸にノウサギ食害を受けた場合、萌芽更新ができず枯損する事も懸念されることから、今後の深植試験を通じた実証が待たれます。

### (2) 間伐等の施業

間伐の時期については、センターでもまだ結論が出ていませんが、スギをベンチマークとしていくことが1つの方法であると考えています。また庄原市内にあるコウヨウザンの林分では、初期の下刈りの後は、何も施業をせずに成林していることから、当試験地においても間伐を実施せず放置した場合を検証していくことも一つの選択肢になると考えています。

### (3) 表土保全能力

当試験地では2021(令和3)年頃から、大きな苗木の区では下枝が接している状況であり、今後は被陰によりコウヨウザンの下の枝がだんだん枯れ落ちていくことが予想されま

す。コウヨウザンの落葉は枝単位で枯れて落ちる傾向があり、落ちてからも針葉は枝から外れにくく、コウヨウザンの林床では表土を枝葉が厚く被覆している状態が観察されています。実際に土砂受け箱を設置して表土移動量を計測したところ、アカマツや広葉樹混交林と同等の表土保全効果があることが分かりました。

## 6 コウヨウザンの木材としての評価

コウヨウザンの木材利用の可能性について検証するために、センターでは広島県庄原市の52・53年生、京都府京都市の47年生、千葉県鴨川市の34年生、茨城県日立市の22・25

年生のコウヨウザン材を使って、製材品（正角材・平角材、ひき板材、集成材、LVL、合板、平パレット）を作製し、性能評価を行いました。

### (1) 正角材・平角材

正角材、平角材を作製し、センターで曲げ強度、見かけの曲げヤング係数、縦圧縮強度、せん断強度、めり込み強度について試験を行いました（写真5～8）。その結果、52年生（庄原市産）が最も強度が高く、続いて47年生（京都市産）、34年生（鴨川市産）、22年生（日立市産）の順となり、樹齢の高いものほど高強度の傾向があることがわかりました（表2）。

また、52年生（庄原市産）は横架材としての利用も期待でき、22年生（日立市産）についてはスギ並みの強度があり、柱材としての



写真6 曲げ強度試験



写真7 縦圧縮強度試験



写真8 せん断（実大いす型）強度試験



写真9 めり込み強度試験

表2 強度試験の結果一覧表 (コウヨウザンの特性と増殖マニュアルから引用)

| 測定項目             | 単位                 | 産地  | 試験体 | 試験体数 | 平均含水率 | 平均値<br>±標準偏差 | 5%<br>下限値 | 基準強度 |      |
|------------------|--------------------|-----|-----|------|-------|--------------|-----------|------|------|
|                  |                    |     |     |      |       |              |           | スギ   | ヒノキ  |
| 曲げ強度             | N/mm <sup>2</sup>  | 広島県 | 平角  | 43   | 18.6% | 41.5 ± 6.6   | 29.5      | 22.2 | 26.7 |
|                  |                    | 京都府 | 正角  | 29   | 20.8% | 31.7 ± 6.6   | 20.9      |      |      |
|                  |                    | 千葉県 | 正角  | 30   | 18.0% | 27.1 ± 4.5   | 18.4      |      |      |
|                  |                    | 茨城県 | 正角  | 42   | 37.4% | 23.3 ± 4.1   | 16.6      |      |      |
| 見かけの曲げ<br>ヤング係数  | kN/mm <sup>2</sup> | 広島県 | 平角  | 43   | 18.6% | 9.69 ± 0.81  | 8.21      | 4.5  | 6.0  |
|                  |                    | 京都府 | 正角  | 29   | 20.8% | 8.27 ± 1.14  | 6.31      |      |      |
|                  |                    | 千葉県 | 正角  | 30   | 18.0% | 7.04 ± 0.88  | 5.39      |      |      |
|                  |                    | 茨城県 | 正角  | 42   | 37.4% | 6.34 ± 0.83  | 4.83      |      |      |
| 縦圧縮強度            | N/mm <sup>2</sup>  | 広島県 | 平角  | 43   | 15.2% | 25.2 ± 2.3   | 21.3      | 17.7 | 20.7 |
|                  |                    | 京都府 | 正角  | 29   | 14.0% | 25.4 ± 2.9   | 20.5      |      |      |
|                  |                    | 千葉県 | 正角  | 20   | 14.8% | 23.2 ± 3.1   | 17.4      |      |      |
|                  |                    | 茨城県 | 正角  | 43   | 17.5% | 16.0 ± 2.0   | 12.4      |      |      |
| めり込み強度<br>(材中央部) | N/mm <sup>2</sup>  | 広島県 | 平角  | 22   | 15.2% | 5.45 ± 0.80  | 4.12      | 6.0  | 7.8  |
|                  |                    | 京都府 | 正角  | 29   | 14.0% | 5.75 ± 1.11  | 3.99      |      |      |
|                  |                    | 千葉県 | 正角  | 16   | 14.7% | 5.25 ± 0.76  | 3.74      |      |      |
|                  |                    | 茨城県 | 正角  | 39   | 18.2% | 4.24 ± 0.79  | 3.05      |      |      |
| せん断強度<br>(実大いす型) | N/mm <sup>2</sup>  | 広島県 | 平角  | 40   | 15.6% | 4.02 ± 0.70  | 2.82      |      |      |
|                  |                    | 京都府 | 正角  | 30   | 13.4% | 4.22 ± 1.14  | 2.09      |      |      |
|                  |                    | 千葉県 | 正角  | 20   | 13.4% | 4.88 ± 1.22  | 2.85      |      |      |
|                  |                    | 茨城県 | 正角  | 42   | 12.3% | 5.62 ± 0.98  | 3.83      |      |      |

- ①スギ、ヒノキ基準強度：曲げ強度、縦圧縮強度は国土交通省告示第1452号第6の無等級材基準強度に基づく。  
 ②見かけの曲げヤング係数は日本建築学会木質構造設計基準普通構造材の繊維方向特性値の基準弾性係数E0.05。  
 ③材中央部めり込み強度は国土交通省告示第1024号第1第2口(3)に規定するめり込みに対する基準強度F<sub>cv</sub>に基づく。

利用の可能性が確認できました。ただし、めり込み強度は弱く、繊維直角方向への力には弱いため、例えば土台角などのような用途への利用には注意が必要です。

## (2) 合板

合板は原木丸太をロータリーレースで切削して単板（ベニヤ）を作製し、乾燥した後に繊維方向を交互に直角になるように張り合わせて作製します。日立市産の25年生コウヨウザンを使用して合板を作製し、センターで曲げ剛性試験を行いました。その結果、コンクリート型枠などに使用されるJAS構造用合板2級の基準（曲げヤング係数4.0kN/mm<sup>2</sup>以上）を満たしていることが分かりました。

コウヨウザンの単板は、スギ・ヒノキより



写真10 JAS構造用合板2級相当の利用が期待できるコウヨウザン合板

若干密度が低く乾燥時の収縮がやや強い傾向があるため、縦割れの単板ができやすい傾向がみられました。その反面、非常に軽い製品になることも明らかになりました。

## (3) LVL

庄原市産の53年生と日立市産の25年生を使用してLVLを作製し、センターで強度試験を行いました。LVLは薄く切削した単板を繊維方向を並行に積層・貼り合わせたもので、単板に出る節などの欠点を分散できるため、強度的に安定します。

庄原市産の53年生で作製したLVLは90E曲げ強さ1級から120E曲げ強さ特級、日立市産の25年生で作製したLVLは60E曲げ強さ2級から80E曲げ強さ特級までの製品区分の性能を示し（表3）、また、蒸煮試験でも接着面の剥離などの問題が無かったため、ヒノキやスギと同様にLVLの作製が可能であり、製品として利用可能であることが分かりました。



写真11 25年生で作製されたLVL  
スギのLVLと同程度の強度がある

## (4) 集成材

集成材は厚さ30mm程度の板材（ラミナ）を並行に重ねて接着して作製します。LVLと同様に節などの欠点を分散できるので強度的

表3 コウヨウザンLVL製品の評価

| 産地  | 項目                      | 単板強度 (得られた単板を概ね同数になるように3区分に仕分け) |                         |                         |
|-----|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|     |                         | 弱                               | 中                       | 強                       |
| 庄原市 | 単板の曲げヤング係数<br>(kN/mm)   | 10未満                            | 10~12未満                 | 12以上                    |
|     | 製品の該当基準強度<br>(A種構造用LVL) | 曲げヤング係数90E<br>曲げ強さ1級相当          | 曲げヤング係数100E<br>曲げ強さ特級相当 | 曲げヤング係数120E<br>曲げ強さ特級相当 |
| 日立市 | 単板の曲げヤング係数<br>(kN/mm)   | 7未満                             | 7~9未満                   | 9以上                     |
|     | 製品の該当基準強度<br>(A種構造用LVL) | 曲げヤング係数60E<br>曲げ強さ2級相当          | 曲げヤング係数80E<br>曲げ強さ1級相当  | 曲げヤング係数80E<br>曲げ強さ特級相当  |

に安定すること、貼り合わせる枚数を増やすことで大きな製品を作製できることから、梁桁材など強度が必要な横架材として使用されることが多い製品です。

京都市産の47年生のラミナをヤング係数により仕分けし、L125、L110、L90のラミナを用いて同一等級集成材を作製しました。センターで曲げ強度試験を行ったところ、ヤング係数はラミナの等級に合わせて安定した値を示し、曲げ強度は無垢材よりも高い値を示

していました。加えて、曲げ強度試験の破壊時に接着面の剥離は見られなかったことから、コウヨウザンの集成材への利用は可能であることが分かりました。

また、コウヨウザン材の比重はスギと同等かやや軽く、製材品も軽量なものになるため、今後はこの点に着目した製品開発の可能性もあります。

### (5) 平パレット

木材は建築に使われる以外にも、工業製品などの輸送や保管の際に使用される平パレットなどの梱包材として、相当の量が利用されています。

日立市産の25年生のコウヨウザン材を用いて平パレットを作製し、センターで強度試験を行ったところ、流通量の最も多いT11型の平パレット(積載質量1.0トン)の強度基準に適合し、使用可能であることが確認できました。

また、コウヨウザン材を使用すれば、同サイズのスギ材のものと比較して2割弱軽量で、色も淡色のパレットが作製できます。



写真12 ラミナ等級L90で作製されたコウヨウザン集成材



写真13 右がコウヨウザンの平パレット。色が白くて美しいという評価も得ている。

## 7 木材として利用する際の留意点

コウヨウザン材を人工乾燥する際には、ヒノキで行われているような最高120℃の高温乾燥を行うと材色が濃くなり、内部割れが多く発生します。80℃の中温乾燥では内部割れはほとんど無くなりますので、高温乾燥は避けた方が良いです。

天然乾燥を行った25年生の材は、色味が白っぽく、年輪も余り明瞭でない上に軽量なため、桐材のような印象を受けます。コウヨウザンの原木丸太では、辺材部は含水率が200%を超えますが、心材部は40～80%のものが多く、製材後の水分の抜けもスギと比較すると早いです。

製材時にプレーナーを掛けるとコウヨウザン材は平滑で柔らかい手触りの表面に仕上が

り、照明の角度によっては表面の光沢が観察されます。また、節の周囲などに小さな孔が列状に並んでいることがありますが、これは成長点の痕跡です。

## 8 その他の利用

コウヨウザンの心材部にはテルペン化合物の一種である、セドロールという成分が多く含まれています。セドロールには抗蟻活性や防腐作用のほか、睡眠誘導の作用があることが報告されています。このため、テルペン類のような有用物質の抽出原料としての利用も考えられます。

また、コウヨウザンは成長が早く、萌芽更新が可能なことから、チップの原料やバイオマス燃料としての利用の可能性も期待できます。

## 9 まとめ

コウヨウザンのサイズ別裸苗の成長過程の調査に加えて、初期保育における下刈り回数低減の可能性の検証を行いました。その結果、苗木サイズは初期成長や初期下刈り時に誤伐が多くなることを踏まえ25cm以上が良いと考えられます。下刈りは、3成長期後には平均樹高が2mを超えることから2～3年程度は必要と考えられます。

木材としての評価は、スギ並みの強度がある一方、めり込み強度に弱いことがわかりました。また、合板、LVL、集成材への利用も可能とみられる一方、乾燥時の収縮がスギ・ヒノキよりやや強い傾向にあります。注意点として、人工乾燥時、120℃以上の高温乾燥では割れが発生するため、80℃の中温乾燥を推奨します。

他にもコウヨウザンの成長の早さや萌芽特性から、チップやバイオマス燃料の利用にも期待できます。

### 事例情報入手先

広島県立総合技術研究所林業技術センター  
〒728-0013 広島県三次市十日市東4-6-1  
TEL：0824-63-5181 FAX：0824-63-7103



# コウヨウザンコンテナ大苗を用いた 伐採から造林の一貫作業

## 三次地方森林組合(広島県)

### Point

早生樹のコウヨウザンを造林するにあたり、コンテナ大苗を利用し主伐から再造林までを同じ現場技能者が一体で行った。また、低密度植栽と獣害防止用の単木のシェルターを活用することで低コスト再造林の実証試験を行った。

## 1 コンテナ大苗を用いた伐採・造林の一貫作業の目的

コウヨウザンは初期の成長量及び伐期までの材積成長量がおおきく、20~30年の短伐期での収穫が見込まれ、広島県では、2018(平成30)年にコウヨウザンを造林の補助対象として採択しています。そこで、成長の早いコウヨウザンを対象に、70cm以上のコンテナ大苗を植栽本数1,500本/haの疎植で植林しました。また、主伐と植林を一体で行う一貫作業を採用し、植栽時のコストや育林コストの低減についても実証試験しました。

なお、本事業は2020(令和2)年に立ち上

げられた全国森林組合連合会と農林中央金庫による「低コスト再造林プロジェクト」のモデル地区の1つとして三次地方森林組合が実施したものです。

## 2 試験地の概要

事業地は、島根県との県境に位置するアサヒグループホールディングス株式会社の社有林(アサヒの森)で、実施面積は1.17ha。区域一帯は水源涵養保安林であり、平均傾斜度21度と中傾斜地の事業地です。また、標高は540mで降雪量は80~100cmとなっています(表1)。

保安林内では指定施業要件によって植栽樹

表1 アサヒの森の概要

|       |  |
|-------|--|
| 実施場所  | 広島県三次市布野町横谷字松山10094-1(アサヒの森)<br>標高540m、平均傾斜21度、平均降雪量80~100cm |
| 所有者   | アサヒグループホールディングス(株)   |
| 実施期間  | 2021(令和3)年8月31日~11月12日                                       |
| 面積    | 1.17ha(水源涵養保安林)  |
| 植栽本数  | 1,500本   |
| 樹種    | コウヨウザン(コンテナ大苗)(苗高50~80cm、苗径5.0mm以上)                          |
| 獣害保護  | ハイトシェルターS(170cm、アドバンスタイプ)                                    |
| 作業道新設 | 230m   |

種及び本数が限られているため、これまでは保安林でのコウヨウザンの植栽及び低密度植栽の実施は断念せざるをなかったのですが、広島県及び関係機関の協力・調整により、コウヨウザン1500本/haの低密度植栽が可能となる条件を整えることができました。

### 3 コンテナ苗の入手

コウヨウザンのコンテナ大苗は、25km離れた（一財）広島県森林整備・農業振興財団三次事業所が生産している施設から、300本単位で発注し当事業地に搬入しました。苗木の規格は根鉢容量150cc、苗高50cm以上、根本径5.0mm以上として、1袋30本入りとなっています（写真1）。苗高50cm以上としていますが、70cm、80cmを超える苗も多くありました（写真2）。

植栽を行った10月～11月は比較的气温が高かったため、根の乾燥防止とシカやウサギ等による獣害防止のためビニールシートで覆い、谷部の日陰に保管しました。また苗木の生産地が近隣であったことから、植栽工程に合わせて300本ずつ搬入を行いました。



写真1 1袋30本入りで搬入されるコウヨウザンコンテナ大苗



写真2 コウヨウザンコンテナ大苗  
苗高は50cm以上としている

### 4 主伐～再造林 一体作業の概要

当森林組合では、通常1班3名の伐採班の後に造林班が入って作業をしていますが、今回は初めて伐採班がそのまま植林まで一体作業を実施しました。3名が伐採しながら空いた区域に植林し、このほかに作業道開設・補修に1名が当たりました。

主伐～再造林一体作業の概要については、表2～4に示します。

当現場(1.17ha)での主伐の出材量は553.585m<sup>3</sup>(表2)で、主伐の労務数が56.1人(表3)、主伐生産性は9.87m<sup>3</sup>/人日(作業道開設込み)(表4)となっています。

表2 当現場(1.17ha)における主伐による出材量

| 出材量 |         | 553.585m <sup>3</sup> |
|-----|---------|-----------------------|
| 内訳  | ヒノキ(用材) | 146.243m <sup>3</sup> |
|     | スギ(用材)  | 206.300m <sup>3</sup> |
|     | 未利用材    | 201.042m <sup>3</sup> |

表3 当現場 (1.17ha) における主皆伐と再造林の労務

| 主伐の労務    |         | 再造林の労務  |         |
|----------|---------|---------|---------|
| 作業種      | 労務数 (人) | 作業種     | 労務数 (人) |
| 準備作業     | 3.0     | 植付      | 11.0    |
| 道付け      | 10.0    | シェルター組立 | 6.2     |
| 補修       | 7.0     | シェルター設置 | 13.5    |
| 伐倒       | 9.2     | 施肥      | 2.0     |
| 寄与せ (機械) | 6.8     | 片付け     | 3.7     |
| 寄与せ (人)  | 3.5     | 計       | 36.4    |
| 造材       | 7.9     |         |         |
| 積込       | 2.1     |         |         |
| 集材       | 3.3     |         |         |
| 降ろし      | 3.3     |         |         |
| 計        | 56.1    | 総計      | 92.5    |

表4 当現場 (1.17ha) における主伐と再造林の生産性

| 主伐 (作業道開設込み) |           | 9.87㎡/人日   |         |
|--------------|-----------|------------|---------|
| 再造林          | コウヨウザン植栽  | 136.4本/人日  | 41.2/人日 |
|              | シェルター組立   | 241.94本/人日 |         |
|              | シェルター設置   | 111.1本/人日  |         |
|              | 施肥 (フジミン) | 750本/人日    |         |
|              | 片付け       | 405.4本/人日  |         |

植栽作業は、先行して苗木間隔を計測し専用の穴掘り機 (写真3) で植穴を掘る者と、植栽する者の2人体制で行い、1,500本の植栽を延べ11人 (136.4本/人日) で実施しました (表3、表4)。

獣害防止には、当該地区でのシカ及びノウサギによる食害を確実に防止することを目的にシェルター (170cm、支柱2本) による単木保護を選択しました。シェルターの作業工程は、事前にシェルターの組立作業と植栽木に設置する作業が必要となります。

シェルターの組立は2~3人で行い、延べ6.2人 (241.94本/人日)、植栽木への設置作業は2人で行い、延べ13.5人 (111.1本/人日)

となりました。植栽からシェルターの組立・設置、植栽木への施肥 (フジミン)、片付けまでをトータルすると、1,500本を植えるのに



写真3 専用の穴掘り機による植穴掘り



写真4 伐採班によるシェルター設置作業  
シェルター設置にかなりの労力が必要

41.2本／人日という結果となりました（表3、表4）。

今回は初めての技能者が再造林を対応したこともあります。工数を見るとシェルターの組立や設置にはかなりの労力を割く必要があることが明らかになり、今後シェルター設置を検討する際には効率的なシェルターの組立てに必要な人工を予め想定しておくことがポイントとなります。

## 5 主伐～再造林 一貫作業での 苦労・工夫点

当森林組合がコンテナ大苗を用いた主伐～再造林一貫作業に取り組んでの所感は以下のとおりです。

- (1)区割りと施行順序を工夫することで効率的に主伐～再造林が実施できた。
- (2)急傾斜地での資材運搬にあたり、足場の確保に苦労した。
- (3)伐採・造材時に発生した枝条を作業道下に集積する際、枝状が崩れないようグラブにより集積し杭止め等を行う処置を行った。
- (4)シェルター設置の際に、シェルターと地面

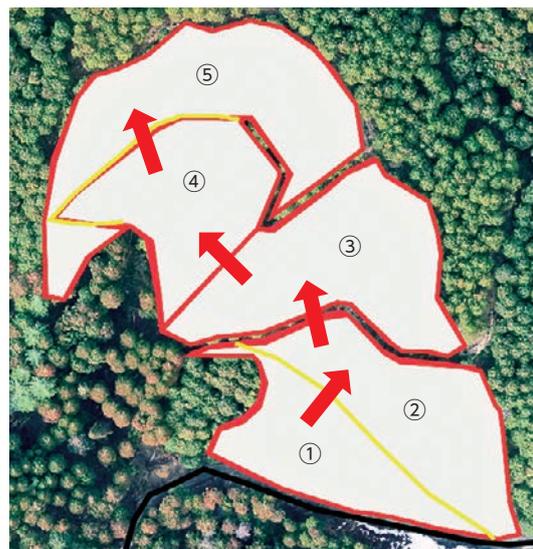


図1 伐採から再造林の区割りと施業順序



写真5 作業道谷側に集積された枝条（赤枠部分）



写真6 シェルター設置用に接地面を整えた

シェルターと地面との間に隙間が出ないように斜面を削り床を作った

との間に隙間が空かないように斜面を断切りして設置面を整えた。

- (5)急傾斜地であったため作業道のルート選定は、延長を最小限にとどめるとともに、伐出時の効率化及び植栽時の資材運搬や、管理道として利用することを考慮した。
- (6)起点付近は、黒ボク土の軟弱土壌であったため、中腹部の真砂土を路床材として置換えることで強度を得るとともに、林業機械の走行による路面沈下を緩和させる事ができた。
- (7)現場でのシェルター保管について、風等による飛散防止のため現場で組み立てたシェルターを10本程度で括りシートで保護した。運搬については、フォワーダを用いて、掲載したシェルターをロープ等で固定した。

## 6 コンテナ大苗を用いた主伐～再造林一貫作業に対する現場の感想

当森林組合でコンテナ大苗を用いた主伐～再造林一貫作業に従事した技能者の感想は以下のとおりです。

- ・主伐及び再造林の経験がない搬出間伐主体の技能者が対応したため、作業の工程・資材管理等に苦労した。
- ・コンテナ苗に関する知識が浅かったことから、シカやノウサギ等の対策など、苗木の管理や取り扱いで気を使った。
- ・地拵えをしていないスギ林皆伐跡地であったため、シェルター設置作業に苦労した。
- ・伐採から植林まで自己完結型の作業は、不慣れで苦労することも多かったがよい経験になったと技能者からの仕事への満足度も高かった。

## 7 植栽後の生育状況

### (1) 生育調査結果

植栽した約1年後に生育調査を実施した結果、調査対象41本に対して、生存木は39本であり、活着率は95%でした。苗高も高いものは110cmで平均は80.4cm、苗径は平均で7.6mmでした(表5)。また枯損した1本からは根元から萌芽枝が伸びていることが確認されました。

### (2) 雪害に対するシェルター設置の効果と影響

当地域は豪雪地帯であり、1年目の冬季の積雪により1,500本中6本のシェルターの根元が潰れて倒壊し補修が必要となりました。一方で、シェルターを設置したことで事業地全体としては通常より雪起こしの手間が省けるメリットもありました。このことから事業地が積雪地の場合、シェルター設置・撤去にかかる手間と雪起こしの手間を比較検討することもシェルター設置の判断材料となります。

表5 植栽後の生育状況

|        |            |
|--------|------------|
| 調査対象本数 | 41本        |
| 生存木    | 39本        |
| 枯損木    | 2本         |
| 活着率    | 95%        |
| 苗高     | 60~110cm   |
| 平均苗高   | 80.4cm     |
| 苗径     | 5.4~11.8mm |
| 平均苗径   | 7.6mm      |

調査日：2022(令和4)年7月22日、28日



写真7 植栽して1年目のコウヨウザン  
平均苗高は80cm程度



写真9 積雪による Shelter の潰れ



写真8 枯損木の根元から生えた萌芽枝

### (3) 下草繁茂状況

今回設置したシェルターは170cmの高さがあり、基本的にシェルターの高さまで下草が生長するまでは下刈りは必要ありません。また、前生樹がスギの場合とヒノキの場合とで下草の生長の違いが見られました。前生樹がスギの場合(写真10)、下草の繁茂も旺盛で苗木の生長もヒノキに比べ良好でしたが、ヒノキの場合は下草の繁茂が少なく、再造林において下刈りは不要になると思われます。

## 8 獣害発生状況

獣害については当初ノウサギの被害が想定されましたが、シェルター設置の際に地面とシェルターとの隙間が発生しないように接地面を整えて設置したことで、獣害もほとんど発生していません。



写真10 前生樹がスギのコウヨウザン造林地

## 9 まとめ

### (1) コンテナ苗の移動

コンテナ苗の人肩移動において、根鉢の損傷や根崩れを起こすのを避けるため、30本入った袋を手を持って運び、袋の側面に設けた出し入れ口から苗を抜き出して作業しましたが、1回の運搬量や作業性を考慮するとより効率的な方法を今後検討する必要があります。また、コンテナ苗は裸苗に比べ重いため、トラック搬入地点から植栽現場までの移動は、運搬車やドローン等の活用を検討する必要があります。

### (2) シェルターの組立・保管に伴うスペース確保

今回は1,500本分の資材でしたが、5,000本、1万本という量になれば作業現場での資材保



写真11 前生樹がヒノキのコウヨウザン造林地

管を行うスペース確保が困難になることが予想されます。そのため、作業現場において支柱やシェルター等の資材保管スペースを予め検討しておく必要があります。

### (3) シェルターの設置・撤去費用と育林作業の軽減との見極め

シェルター設置に1本当たり880円の材料費のほか、労務費がかかります。さらに植栽木が大きくなった際に撤去（産廃処分）する必要があり、設置以上の作業コストが見込まれ、植栽本数が多くなるほど多額の経費がかかり増しとなります。一方で、シェルター設置によりノウサギ等の獣害防止を始め、積雪による倒木の防止、下草の被圧回避による下刈り回数の削減といった効果も期待されることが確認できました。今回の1,500本植の現場ではシェルターにかかるコストより、育林施業軽減によるメリットの方が高いと考えられます。このように事業地によって費用対効果を見極める必要があります。

### (4) 植栽されたコウヨウザンの将来ビジョン（利用方法・価格等）

森林所有者にコウヨウザン造林を理解してもらうためには、植栽されたコウヨウザンが収穫期を迎えた際にどのような需要や市場性があるのか、どれぐらいの価格帯で取引されるのかを説明することが求められます。そのために安定的にコウヨウザンが流通し、林業経営を十分に行える樹種として認識されるよう、将来的な需要のビジョンを示すと共に、的確な情報を森林所有者に提供していく必要があります。

### 事例情報入手先

三次地方森林組合

〒728-0023

広島県三次市東酒屋町 1180-2

電話：0824-64-0123

# 主伐後の再造林 ～保育10年保証制度

## 南佐久中部森林組合(長野県)

### Point

10年間の造林費用として主伐で得た収入の中から21万円/haを差し引いて森林所有者から負担金を得ることで、地拵え、植栽、下刈り5回、除伐までの施業を森林組合が責任を持って行う取組。

## 1 取組の背景・目的

南佐久中部森林組合の管内(長野県小海町、北相木村、南相木村)の民有林面積は14,800haで、個人有林等が9,900haと67%を占めています。また、人工林10,320haのうち、93%を占める9,633haがカラマツです。その多くは戦後に林家が自家労働で植林したもので、72%にあたる7,000haが11～13齢級と利用期を迎えています。また、非常に偏った齢級構成となっており(図1)、その平準化のためにも資源の循環利用に向けた主伐再造林が急がれている状況です。

当森林組合の木材生産の状況については、2008(平成20)年度から合板、LVL用

材としてカラマツの納品をスタートし、翌年2009(平成21)年度から高性能林業機械の導入を順次進め、生産力を着実に伸ばしてきました(図2)。

当森林組合の管内のカラマツは、強度のある良質な材として、国内最大手のLVLメーカーをはじめ、県内外から高い評価を得ています。また、近年需要が増えてきていることもあり、搬出間伐から主伐へと移行を進めているところです。

一方、地域の森林所有者は、長引く木材価格の低迷によって、特にカラマツがスギ・ヒノキに比べて材価の安い状況が長かったことから、カラマツに希望を持たず再造林への意欲が低下していることが地域の課題となって

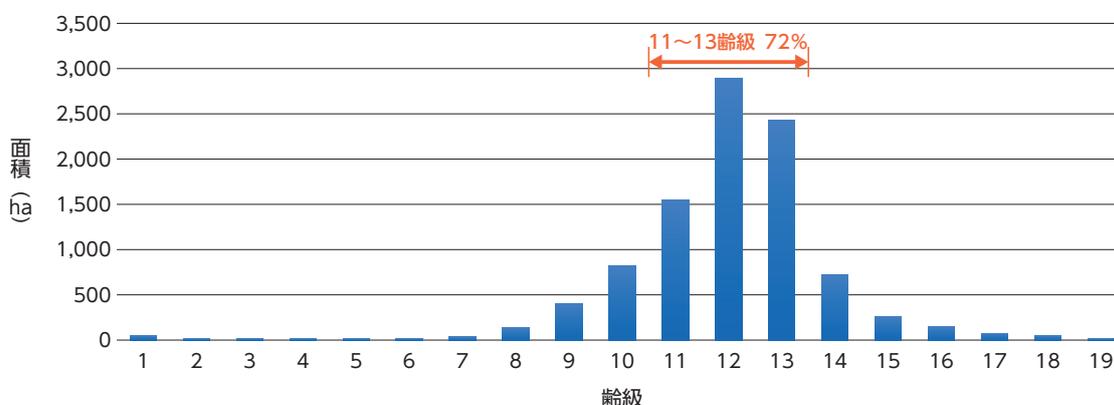


図1 管内民有林のカラマツ人工林齢別面積

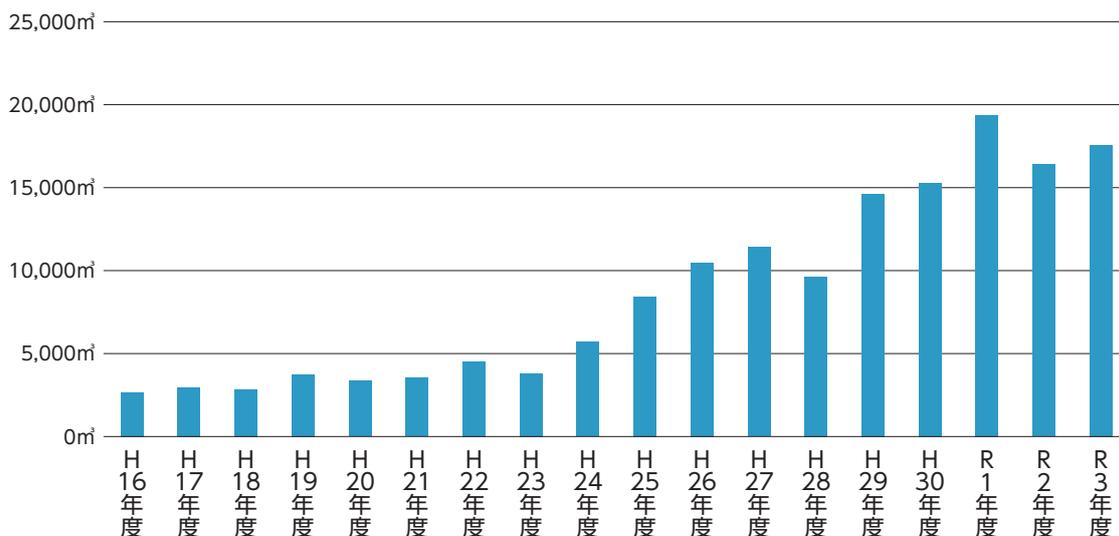


図2 南佐久中部森林組合木材生産量の推移

いました。

こうした地域の認識を改め、カラマツの主伐後の再造林を推進し、この地域のカラマツ林業を持続・発展させることが森林所有者と地域の発展に繋がるとして、2014（平成26）年度の民有林での主伐開始に合わせ、再造林の課題を解決するための検討をスタートさせました。その後、検討を重ね、2016（平成28）年度から「主伐後の再造林～保育10年保証制度」を開始しました。

## 2 制度設計にあたってのポイント

当森林組合では再造林の進まない主要因は、木材価格の低迷や造林費用の負担が大きくなり、森林所有者が将来の収益で造林費用を賄えないと考えているためであると考えました。

そこで、再造林における費用と大変な労力のかかる保育期間を当森林組合が責任を持って請け負うことで、森林所有者の労働力や負担金に対する不安を取り除くことを重視して制度設計にあたりました。

その際、各年契約で下刈りや除伐を実施し、その都度費用を支払う従来の仕組みでは、森林所有者がより負担を感じるようになるため施業が継続できずに頓挫することも危惧されます。より確実な山づくりを推進するため、植栽から除伐までは森林組合が責任を持って取り組むことが重要であると考え、これにかかる費用を21万円/haの定額とし、期間を10年間に設定しました。

また、森林所有者の21万円/haの負担については、主伐で得た収入から差し引くことで森林所有者の金銭による心理的不安を軽減することができます。

これにより、森林所有者の再造林への不安を解消し、確実な森林の育成を目指した「主伐後の再造林～保育10年保証制度（以下、「10年保証制度」）」の実施に至りました。

## 3 制度の内容

「10年保証制度」の内容は以下のとおり。

- ・主伐で得た収入から10年間の造林費用として21万円/haを森林所有者が負担。

- ・地拵え、植栽 (2,500本/ha)、下刈り 5 回、除伐までの10年間の施業を組合が責任を持って行い、10年生の山に育てて森林所有者に引き渡す。なお、下刈りについては最大5回としており、現場状況に応じて下刈り回数は減らすこともある。
- ・10年間の事業費を約200万円/haと試算(後述)。経費の内訳は国、県の造林補助金が7割、町村の補助金が2割、森林所有者が約1割の21万円/haに設定(組合員以外は更に金額を高く設定)。
- ・事業費の設定をできる限り低く抑え、従業員の賃金の上昇や造林補助金の変動に伴うリスク及び補植は組合が負うこととし、獣害や自然災害がない限り、所有者は一定額の負担で済む契約内容とした。
- ・契約は、森林所有者と森林組合と補助金を出している町村との3者で取り交わす。

## 4 10年間の施業と事業費の設定

当森林組合では、地拵えから植栽、下刈り、除伐まで10年間施業した場合の総事業費として、1,995,568円/haとして設定しています(表1)。また国・県の補助金を2017(平成29)年度の補助事業の標準単価から1,465,100円/haと試算、さらに町村の補助金2割で319,960円/haを総事業費から差し引いて森林所有者負担を21万円/haとしました。

またこの21万円/haは10年間という長期の預かり金とすると税制上の問題もあるため、森林所有者からの委託という扱いで、一つ一つ委託された仕事に対して事前に預かっているお金で対応しているという、「事業前受け金」という経理の科目を設定して対応しています。

表1 主伐後の再造林から除伐までの10年間の施業と事業費の設定

(ha当り)

| 事業種    | 組合の設定した総事業費(A) | 国・県補助金(B)<br>(=D*1.31*0.7) | 町村補助金(C)<br>(標準単価の20%) | 所有者負担金<br>(A-(B+C))     | 信州の森林づくり事業適用単価(D)<br>(補助金の算出根拠) |                     | 備考                                       |
|--------|----------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------|--|
|        |                |                            |                        |                         | H28標準単価                         | 施業区分                |  |
| 地拵え    | 371,779円       | 303,800円                   | 66,280円                | 1,699円                  | 331,400円                        | 草丈0.5m超             | 下刈りは必要に応じて最大で5年間実施。<br>除伐は8年生～10年生で1回実施。 |
| 植栽     | 509,866円       | 390,600円                   | 85,280円                | 33,986円                 | 426,400円                        | カラマツ裸苗<br>2,500本/ha |  |
| 下刈り1年目 | 167,288円       | 126,700円                   | 27,680円                | 12,908円                 | 138,400円                        | 灌木類                 |  |
| 下刈り2年目 | 167,288円       | 126,700円                   | 27,680円                | 12,908円                 | 138,400円                        | 〃                   |  |
| 下刈り3年目 | 167,288円       | 126,700円                   | 27,680円                | 12,908円                 | 138,400円                        | 〃                   |  |
| 下刈り4年目 | 167,288円       | 126,700円                   | 27,680円                | 12,908円                 | 138,400円                        | 〃                   |  |
| 下刈り5年目 | 167,288円       | 126,700円                   | 27,680円                | 12,908円                 | 138,400円                        | 〃                   |  |
| 除伐     | 277,483円       | 137,200円                   | 30,000円                | 110,283円                | 150,000円                        |                     |  |
| 合計     | 1,995,568円     | 1,465,100円                 | 319,960円               | 210,508円<br>(≒210,000円) | 1,599,800円                      |                     |  |

## 5 課題

長期間一定額で請負うことは、その間の補助金の変動や賃金の上昇に対応できないため、組合にとっての経営リスクが予想されます。制度開始当初は、21万円/haでスタートさせて、従業員の賃金も上昇することから毎年金額を増やしていく予定でしたが、現在は21万円/haで現状維持している状況です。今後、これ以上の継続が無理だということになった場合は、負担金の引き上げ、もしくは制度自体の終了も検討しなくては行けません。組合は経営に差し支えない範囲で継続していくこととしています。



写真1 南佐久中部森林組合の主伐・再造林現場

り本制度を開始し、実施面積は増えてきています。2021（令和3）年度には主伐面積が54.05ha、再造林面積は40.11haで、再造林率は72.1%となっています（図3）。

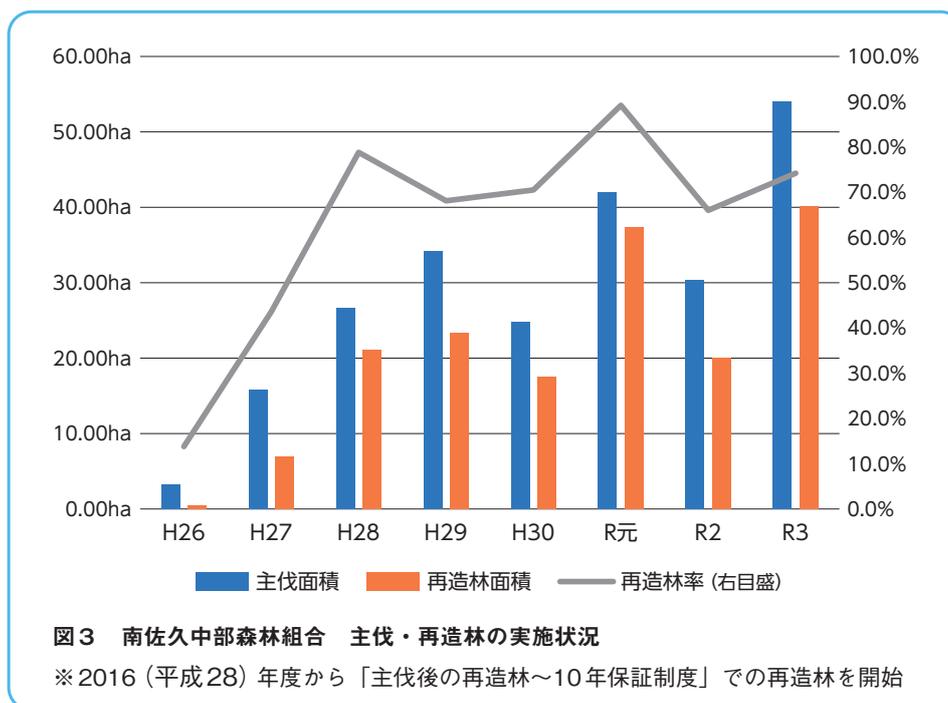
## 6 再造林の実績の推移

当森林組合では、2014（平成26）年度に3.2haの主伐と0.5haの再造林を実施して以来、2015（平成27）年度から本格的に主伐・再造林に取り組みました。2016（平成28）年度よ

## 7 効果

### （1）制度導入による経営面での効果

当森林組合では、現在、現場技能者が30名おり、事業地の安定的な確保が課題となっ



ていますが、「10年保証制度」は、組合にとっても事業地の安定的な確保に繋がっています。着実な事業地の確保を担保に、いずれは50名体制にしていきたいと考えています。

また本制度の期間を10年間としています。11年日以降については、森林所有者と長期の施業委託を契約し、長期にわたって組合が責任を持って事業を実施していくことでさらなる事業の安定化にも繋げていきたいと考えています。

## (2) 制度導入による 森林整備促進等の効果

10年保証制度を創設したことにより、地域の再生林の割合は確実に増加しています。再生林が増えたことで森林整備の促進や林業振興が図られ、その結果、地域での雇用の創出や若者の定住が進み、地域の活性化に繋がることが期待されています。

また本制度で再生林を行った森林所有者からの口コミにより、再生林に関心のなかった森林所有者が本制度での再生林を希望するという流れができてきており、林業経営に対する関心も再び高まりつつあります。組合が長期間施業を請け負うことで森林所有者は将来にわたって安心でき、このことを通じて、組合と森林所有者の繋がりも密接になってきています。

## 8 留意事項

10年間という長期の契約の中で、森林所有者の代替わりなどを通じて経営の考え方が変わることも想定されます。そのため、契約中断などにならないように、森林組合では毎年下刈りなどの何かしらの作業を通して、必ず森林所有者への連絡を通じた密接な関係づくりを構築することが重要と考えています。

## 9 まとめ

本制度の事務的な流れは以下の通りです。

- ①主伐の前に森林所有者へ主伐の収入と21万円/haを差し引いた見積書を提示（この時、森林所有者の同意を得やすくするためには、A材を多く出すなど収入を多くするための努力が必要）。
- ②同意が得られたら契約締結。
- ③施業実施（低コスト施業を意識し、経費を圧縮）。
- ④主伐の収入から21万円/haを引いた金額を森林所有者へ渡す（この時の21万円/haは事業前受け金へ計上）。
- ⑤10年間の保育を実施（森林所有者とは下刈りなどの施業を通じて、密に連絡を取ることで、森林所有者の代替わり等に対応）。
- ⑥10年後の本制度完了後も、これまでの信頼関係から山の管理の継続へつなげる。

### 事例情報入手先

南佐久中部森林組合

〒384-1102

長野県南佐久郡小海町大字千代里 3166-1

TEL：0267-92-2070 FAX：0267-92-2075



# 低コスト再造林の支援制度 ～岩手県森林再生機構による森林再生基金～

## 岩手県森林再生機構(岩手県)

### Point

再造林の推進および将来にわたる森林資源の確保を目的に県内の林業・木材関係団体が任意団体を設立し、各事業者から徴収した協力金等を原資とする基金から、再造林を行った森林所有者へ経費の一部を助成する取組。

## 1 概要

岩手県の民有林における造林面積は、昭和40年代には1万4千ha／年を超えていましたが、その後減少し、近年再び造林が進むものの伐採面積に対する再造林率は3割程に留まっていました。

将来の森林資源の減少が懸念される昨今において、再造林率を高めることを目的に、2017(平成29)年6月に『岩手県森林再生機構』(以下『機構』)を設立し、民間団体による再造林支援を実施しています。

## 2 岩手県森林再生機構の概要

### (1) 構成員

県内の林業・木材関係8団体を機構の構成員とし、理事はそれぞれの団体の長が担うこととしています(別途、団体の専務クラスが集まる幹事会を設置)。

機構の運営業務については、事務局である岩手県森林組合連合会が行います。

なお、県担当課は、オブザーバーとして会議に出席しています。

表1 岩手県森林再生機構の構成表

- |                              |
|------------------------------|
| ①構成団体(林業・木材産業8団体)            |
| 岩手県森林組合連合会                   |
| 岩手県森林整備協同組合                  |
| ノースジャパン素材流通協同組合              |
| 岩手県山林種苗協同組合                  |
| 岩手県木材産業協同組合                  |
| 岩手県国有林材生産協同組合連合会             |
| 岩手県チップ協同組合                   |
| 岩手県水源林造林協議会                  |
| ②顧問                          |
| 達増 拓也(岩手県知事)                 |
| ③理事長                         |
| 中崎 和久<br>(岩手県森林組合連合会 代表理事会長) |
| ④事務局                         |
| 岩手県森林組合連合会                   |

### (2) 設立背景

機構を設立した背景や、県内の森林が抱える課題を解決に導くための機構の活動内容等は以下の通りです。

- ・人工林の主伐面積は年間約2,000haで推移している一方、伐採後の再造林は700ha程度(約3割)に留まる。
- ・先人の努力によって築き上げられた森林資

源からは、森林所有者や、経済活動を行う林業・木材関係事業者のみならず、県民全員がその恩恵を受けている。

- ・森林資源の造成のためには、森林所有者の負担にのみ委ねるのではなく、生産される木材の受益者全体が支援する仕組みづくりが求められる。
- ・原木の取扱量に応じて協力金を出し合い、基金を造成する。
- ・森林所有者が行う再造林経費の一部を基金から助成し、再造林の確実な実施や将来の森林資源の確保、林業の持続的経営の確保を図る。

### (3) 岩手県森林再生基金事業の設立

機構は、県内の再造林の確実な実施等のために、協力事業者等から募った協力金及び賛同企業等からの寄付金を原資とし、「岩手県森林再生基金」を設立し、2018（平成30）年から再造林経費の助成を開始しました。

## 3 岩手県森林再生基金事業の仕組み

### (1) 協力金の徴収対象

本事業の原資となる協力金は、協力金の徴収に同意し、機構と「協定書」による協定を締結した者から県内で伐採された原木（県内の国有林・公有林・私有林において主伐または間伐により素材生産された針葉樹原木）を対象に「出荷」「市場・流通」「購入」された量に応じて徴収します。

関係団体は、表2の通り3者に分類されます。

### (2) 協力金の徴収額

協力金の徴収額は、表3の通りです。この設定に際しては、再造林により造成された地域の森林資源を企業や各種団体活動の源泉とするとともに、将来の事業現場の掘起しや原木の安定確保がその活動の継続に欠かせない

表2 協力金の徴収対象者

| 協力金の徴収対象者   | 規程*で定める定義   |
|-------------|---|
| 原木出荷者       | 対象原木を素材生産し又は他者から仕入れて、原木市場又は原木流通業者を介し、若しくは直接木材加工業者へ販売する者 |
| 原木市場・原木流通業者 | 対象原木について市売り又は販売仲介等の流通業務を行う者                             |
| 原木購入者       | 対象原木を木材加工用・製紙用原材料又は木質バイオマス発電燃料用として購入する者                 |

\*：岩手県森林再生基金事業協力金徴収規程

表3 徴収対象者ごとに定められた協力金の徴収額

| 協力金の徴収対象者   | 規程で定める協力金の徴収額*        |
|-------------|-----------------------|
| 原木出荷者       | m <sup>3</sup> 当たり20円 |
| 原木市場・原木流通業者 | m <sup>3</sup> 当たり20円 |
| 原木購入者       | m <sup>3</sup> 当たり10円 |

※木質バイオマス材については、1 m<sup>3</sup>を1トンと読み替える

原木出荷者および原木市場・原木流通業者により重みを付けることとしました。

また、県内の主要な木材流通団体の原木取扱量および協力金の当初目標額25百万円から按分して、徴収額を定めました。

以上をまとめたものが、図1です。

### (3) 助成金の対象者および対象地

基金事業の助成対象は、国、県および市町村以外の森林所有者等が行う再造林としています。また、国・市町村の所有地で行う分取造林も、助成の対象です。

対象地には、次の要件があります。

- ・森林整備補助事業で再造林を実施した林地のうち、森林経営計画を作成済み、または作成見込みであること（いわての森林づく

り県民税を活用した森林環境再生造林の伐採跡地に植栽する場合は、森林経営計画の作成は不要)。

- ・機構と協定書を締結している業者または機構に寄付金申込書を提出している業者が前生樹の伐採を行った林地であること。
- ・植栽樹種は、スギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツとし、原則として機構が推奨する品種であること。

### (4) 助成金交付額および推奨する施業

助成金は森林所有者の自己負担額の範囲内で支払うものとし、対象施業(低コスト化に資するもの)のいずれかを実施した場合に上限10万円/ha、その他の施業の場合は5万円/ha以内と定めています(表4)。

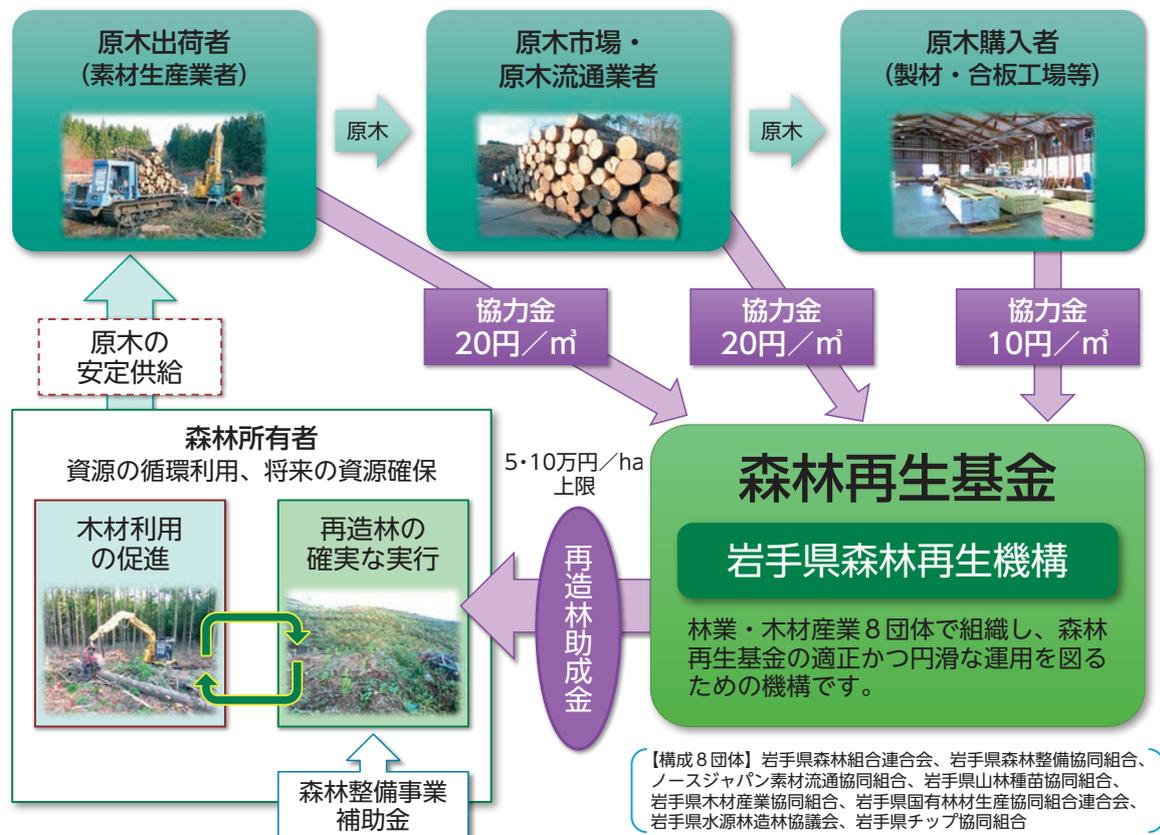


図1 岩手県森林再生機構のスキーム

なお、森林所有者1人当たりの対象面積に上限は設けていませんが、毎事業年度予算によって調整する場合があります。

## 4 岩手県森林再生基金事業の協力団体

設立から5年が経過した令和3年度末時点における、関係団体ごとの協定書締結者数は表5の通りで、2021(令和3)年の協力金徴収額は約32百万円でした。

事業の拡大(再生林の推進)には、県内事業者の一層の協力が求められます。

## 5 助成金交付実績

助成金の交付を開始した2018(平成30)年からこれまでの年度別実績を表6にまとめました。

助成金交付開始以降、2018(平成30)年の県内民有林再生林面積は、800haであったのが、2021(令和3)年は約1,000haとなり増加傾向にあります。

以上から、基金による助成活動が、再生林面積の5割をカバーするに至るまで展開されてきたと言えます。

表4 機構が推奨する対象施業

| 対象施業     | 施業の内容   | 備考   | 助成額       |
|----------|---|--|-----------|
| 低密度植栽    | 植栽樹種に応じた植栽密度上限<br>・スギ 2,400本/ha<br>・ヒノキ 2,400本/ha<br>・カラマツ 2,000本/ha<br>・アカマツ 3,200本/ha | 以下の場合に助成対象<br>・左記を超えた植栽本数(1割以内)で、やむを得ない事由による<br>・保安林で、その指定施業要件に適合した本数を植栽した場合 | 10万円/ha以内 |
| コンテナ苗の使用 | ・植栽密度の要件なし  |  |           |
| 一貫作業     | ・伐採から植栽までの連続した作業<br>・機械を活用した地拵え   |  |           |
| その他の施業   |   |  | 5万円/ha以内  |

表5 機構と協定書を締結した関係団体数および寄付金協力者数

令和4年3月31日時点

| 協力金徴収対象者    | 協定書締結者数 | 寄付金協力者数 | 協力業者計*     |
|-------------|---------|---------|------------|
| 原木出荷者       | 155社    | 1社      | 156社 (82%) |
| 原木市場・原木流通業者 | 4社      |         | 4社         |
| 原木購入者       | 63社     | 4社      | 67社 (29%)  |
| その他         |         | 1社      | 1社         |
| 計           | 222社    | 6社      | 228社       |

\* : ( ) 書きは、機構設立時に事業への参画・協力を依頼した総数に対する、協力業者計の割合を示す。

表6 助成金の交付実績

| 対象植栽年度     | 助成金交付先*         | 植栽面積<br>(ha) | 対象施業の種類(件) |      |      |     | 助成金交付額<br>(円) |
|------------|-----------------|--------------|------------|------|------|-----|---------------|
|            |                 |              | 低密度        | コンテナ | 一貫作業 | その他 |               |
| 2018(平成30) | 15事業体<br>(56名)  | 117.68       | 41         | 16   | 23   |     | 7,667,716     |
| 2019(令和元)  | 17事業体<br>(109名) | 198.36       | 110        | 23   | 22   |     | 14,642,462    |
| 2020(令和2)  | 19事業体<br>(192名) | 418.08       | 166        | 37   | 50   | 44  | 29,393,696    |
| 2021(令和3)  | 23事業体<br>(246名) | 500.82       | 228        | 81   | 58   | 35  | 40,997,022    |
| 延べ計        | 74事業体<br>(603名) | 1,234.94     | 545        | 157  | 153  | 79  | 92,700,896    |

\*：( )書きは、再造林の助成を申請した森林所有者数を示す。

## 6 今後の課題等

- ・年々増加する申請件数に比例して、事務局負担が増大している(令和3年度申請件数は約300件)。
- ・各事業体の様式の相違や補助体系の複雑化により、森林所有者の自己負担額の確認に時間を要する。
- ・年間の助成額が協力金徴収額を上回るようになり、今後は以下のような取組・対応を検討する必要がある。
  - ①より多くの協力者の参画による協力金徴収額の増加
  - ②上限10万円/haとしている再造林助成額の見直し
  - ③対象施業に該当しない再造林への助成の停止

## 7 まとめ

- ・懸念される将来の森林資源の減少を防ぎ、再造林率を高めるため、岩手県の林業・木材関係8団体を構成員とする岩手県森林再生機構を2017(平成29)年6月に設立した。

- ・この背景として、近年の岩手における人工林の主伐面積が年間2,000ha程度に対して、伐採後の再造林面積が700ha程度で推移してきた。
- ・同機構にて、協力事業者等から募った協力金等を原資とする岩手県森林再生基金を造成し、県内で主伐・再造林を行った森林所有者への再造林助成金として交付する。
- ・2018(平成30)年から助成金の交付を開始し、2021(令和3)年には500haの再造林に対して助成した。同年の県内民有林再造林面積が1,000haであり、機構による助成活動が面積割合にして5割に達した。

### 事例情報入手先

岩手県森林再生機構 事務局

(岩手県森林組合連合会)

〒020-0021 岩手県盛岡市中央通3-15-17

TEL：019-654-4411 FAX：019-654-4420

<https://iwatemoriren.org/shinrinsaisei/>



# 森林環境譲与税を活用した 林福連携による苗木生産の推進

障がい福祉サービス事業所「樹の実園」・杵築市役所(大分県)

## Point

これまで林業関係の労務（山林での作業）が未経験であった障がい福祉サービス事業所が、市との連携により林福連携に挑戦し、安定した苗木生産を軌道に乗せることができた取組。

## 1 概要

大分県の北東部、国東半島の南部に位置する杵築市では、他市町村同様に標準伐期齢を迎えた山林が大半を占めており、県行造林地等の大規模な主伐が行われている箇所も多く、主伐後の再造林面積が増加傾向にあります。しかし、2021（令和3）年の大分県の苗木受給計画ではスギ苗木の県内自給率は60%と県外からの移入苗に依存している状況にあります。杵築市では、2017（平成29）年度当時の市内苗木生産者は2軒のみであり、かつ労働力不足や後継者不足という課題を抱えた状況でした。

こうした状況の中、福祉関係部署での業務経験のある市の林業担当者が、苗木生産者を

取り巻く課題を障がい福祉施設との連携により解決できるのではないかと考え、森林環境譲与税を活用した支援に取り組みました。その結果、障がい福祉サービス事業所「樹の実園」（以下、樹の実園）では、穂木生産量が取組を開始した2020（令和2）年度当時の11,200本から2021（令和3）年度には約42,000本にまで増加させることができ、2023（令和5）年度は7万本の生産を目標と掲げるまでになりました。

林福連携に取り組んだことで、樹の実園では苗木生産者講習を受講して生産者登録を行うとともに、新たに苗木生産を行う障がい者施設が現れ、分業化に取り組むなどの広がりが出ています。

## 2 林福連携による苗木生産の取組内容

### (1) 杵築市の林福連携苗木生産者支援事業

杵築市では、森林環境譲与税を活用して「林業福祉連携苗木生産者支援事業」という予算を計上したうえで、①林業種苗木生産者登録支援事業と②苗木用穂木購入助成事業を実施しました。



写真1 施設での整穂作業の様子

## 林業福祉連携苗木生産者支援事業スキーム

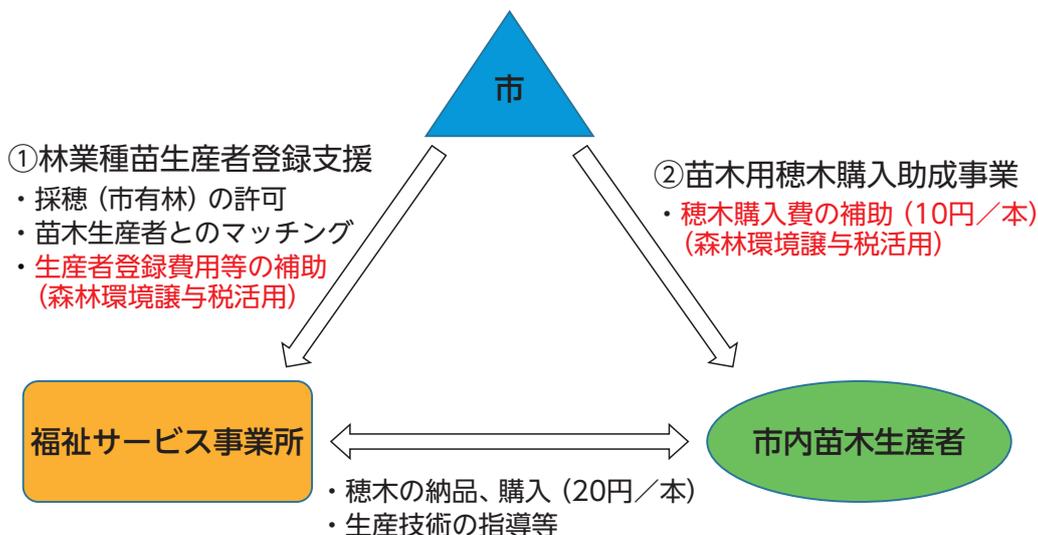


図1 森林環境譲与税を活用した事業スキーム

①林業種苗生産者登録支援事業については、林業種苗生産者講習会の受講料と林業種苗生産事業者登録の申請手数料を全額補助しており、2021（令和3）年度には穂木生産をしている樹の実園が本事業を活用しました。

②苗木用穂木購入助成事業については、市内の苗木生産者が、市内の苗木生産を行っている福祉サービス事業所（樹の実園）から購入した場合の穂木代に対して10円／本の補助を行っています。

なお、福祉サービス事業所の穂木の採取については、杵築市は県行分収林契約満了後に市が再造林した7～8年生の箇所が多く、アヤスギ・シャカインスギ・オビスギなど同一のスギ品種を植林しており、そこから穂木を採取しています。

## (2) 取り組む中で見えてきた課題とその対策

### 1) 林業に対する先入観等の払拭等

- ①林業（作業内容）の理解を得る  
 当初、樹の実園に苗木生産の話を持ち

かけたところ、「林業＝危険」というイメージと、そもそも林業という仕事からわからないことが課題でした。

そこで、市の職員が樹の実園に対し収益性やビジネスモデルとしての側面で作成した資料で説明するとともに、実際の現場を見もらうために生産者の採穂園と苗畑へ案内して作業内容を説明し、さらに実際に採穂する市有林へ案内して、作業内容がイメージできるよう支援しました。



写真2 樹の実園の関係者が苗木生産者（採穂園）を訪問

## ②安心・安全のための就業環境を整える

樹の実園の施設利用者が、安心・安全な状態で作業を行う必要があるため、事前に想定される危険因子を可能な限り払拭しました。具体的には、採穂現地の事前の草刈り、熱中症対策のための空調服準備や休憩所の確保、また採穂に携わる可能性のある職員と利用者には事前に蜂アレルギー検査を実施し検査で陽性判明した方は蜂の多い秋の作業は避け、春のみ作業参加するなどの対応をしています。



写真3 休憩所の確保

## ③初期投資を抑える

樹の実園にとって、施設の方針や他の労務との兼ね合いもあるため、いきなり



写真4  
苗木生産者の指導により完成した灌水プール

林業用苗木生産に事業を大きくシフトさせることは経営リスク的に困難です。そこで、できる限り初期投資を抑えるための工夫ができるよう支援しました。具体的には、苗木生産者の指導の下、ブルーシートとコンテナで安価に灌水プールを作成しました。費用は数千円のブルーシート代のみとなっています。

## 2) 短い作業時間

樹の実園と苗木生産者を結びつけるだけでは事業は軌道に乗りませんでした。樹の実園は、通所型の施設であることから、利用者の自宅への送迎にも時間を要するため、採穂作業自体は10時に開始し、午後は15時までに施設に戻らなければならず、正味の作業は午前午後を合計しても4時間程度と当初想定したよりも少ない状況でした。

そこで、2020（令和2）年度の後半から苗木生産者からの指導を受けて、施設にブルーシートとコンテナで灌水プールを手作りしました。このことにより、障がい特性や体調の問題で山に採穂に行けない利用者が、施設内で整穂作業を専門に行うなどの作業計画を立てることが可能となり、分業制が確立され、格段に作業効率が高まりました。

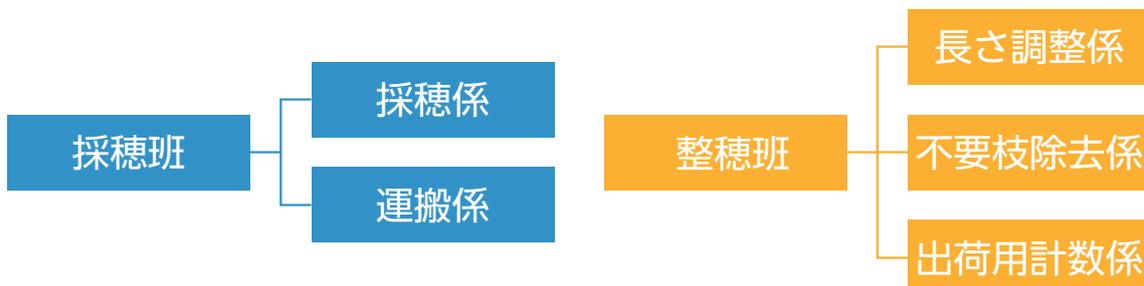
## 3) 各種作業の指導方法の工夫

山での採穂作業では採穂可能な枝の選び方や、採穂する際の長さを施設の職員が現地で繰り返し教えます。施設に戻ってから長く採りすぎってしまった枝の現物を確認しながら、適切な作業の復習を繰り返して技術の向上を図っています。（写真5）

また、山から採ってきた穂木を挿し木用に整穂する作業では、穂木の長さを揃え、挿し口を鋭角にする作業が必要ですが、利

## 短い作業時間を補うために工夫していること

・障がい特性に合わせて作業を細分化



施設利用者による挿し木用穂木（荒穂）の採取



苗畑に挿せる状態（整穂）にまで仕上げ、苗木生産業者に買い取りをもらう

図2 障がい特性に合わせて作業を細分化して実施

## 短い作業時間を補うために工夫していること

・天候や施設行事に左右されないよう計画的に



図3 天候や施設行事に左右されないよう計画的な実施



用者によってはハサミを使う作業が苦手な方もいたため、施設の職員が手作りした練習



写真5 採寸棒の当て方や採穂可能な枝の選び方を繰り返し練習



写真6 長さ調整・斜め切りのための練習台

習台で規格の長さに斜め切りするための練習を繰り返しました。(写真6)

これらの工夫で生産する穂木の規格が安定し、作業効率も高まるなどの効果が表れました。

### 3 これまでの成果

樹の実園では、穂木生産量が初年度である2020(令和2)年度は11,200本、2021(令和3)年度は44,200本、2022(令和4)年度は53,000本と順調に増加しており、2023(令和5)年度は7万本の成長を目標に掲げるまでに成長しました。

生産量増加に伴い、2021(令和3)年度から穂木生産に従事する施設利用者に500円/日の穂木生産手当を充てることが可能となり、事業の継続と施設利用者への工賃向上によるモチベーションアップにもつながっています。

また、杵築市内の苗木生産者のうち一軒の方は加齢と持病の影響で穂木の山採りが年々困難になっており、樹の実園から穂木を入手することで苗木生産量の確保に寄与しています。(図4)

### 苗木生産者(Bさん)の穂木入手先推移

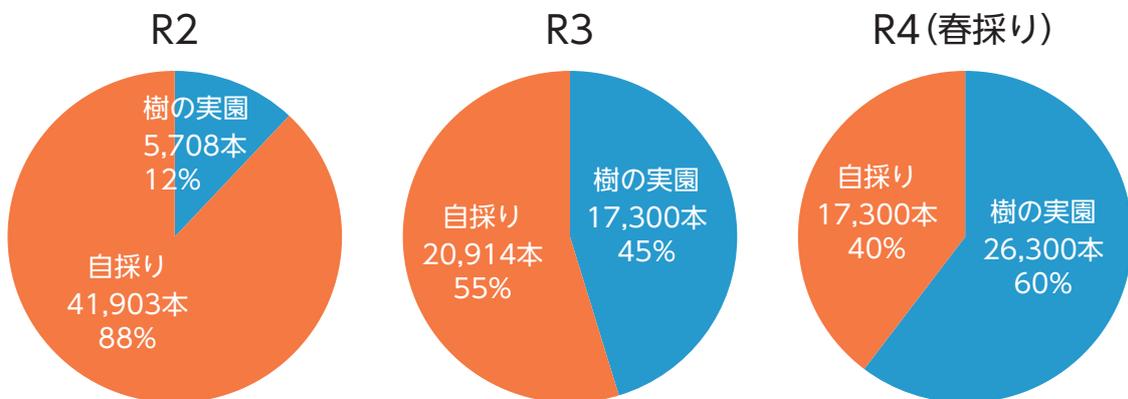


図4 樹の実園からの穂木入手が年々増加

## 4 その他の波及効果

現在、樹の実園ではスギ玉の販売を始めています。これは、作業をする中で、廃棄するスギの枝や葉が大量に出ることに着目し、試しに作成したスギ玉を地元の酒造会社へ贈呈したことが発端となっています。2020（令和2）年度は14個、2021（令和3）年度は7個を販売しています。他の施設労務に支障をきたさないよう、あえて積極的に売り込みはせ



写真7 利用者がスギ玉を作成

ず口コミ販売が中心です。このスギ玉の取り組みは、林福連携の活動を広くPRすることにもつながっています。

## 5 今後の計画

現在、森林環境譲与税を活用しながら、各施設が分業制で林福連携し、純粋な杵築市産の苗木生産ができるよう取り組みを進めています。

分業体制にすることで、各障がい者施設や苗木生産者が、それぞれの得意分野に特化し、安定した効率の良い生産ができるのではないかと考えています。

そこで、2022（令和4）年3月からは、他の障がい者施設に声かけをし、コンテナ苗生産にもチャレンジしています。この施設では、元々花苗生産や農業経営を行っており、園芸苗生産用ハウスなどの設備が充実しているということもあり、ある程度の苗木への知識も

### 杵築市林福連携苗木生産計画（仮）

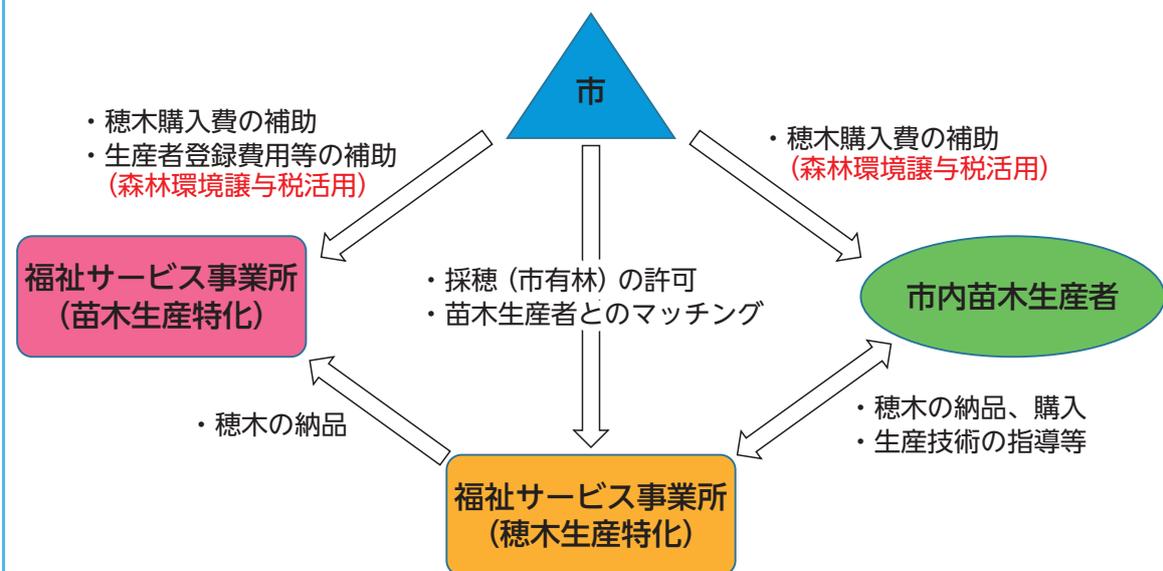


図5 杵築市における林福連携の苗木生産計画（案）

あることから、取り組みやすいと考え、苗木の生産者講習会を受講してもらい生産者登録も完了しました。今春に市の担当者が中古のマルチキャビティコンテナと挿し木用の穂木を用意し、苗木生産者の指導を受けながら200本春挿しをして育苗しています。今後は2023（令和5）年の春挿しで樹の実園から穂木を購入して3,000本挿しつけを予定しており、新規苗木生産の参入に向けて順調に進行しています。

## 6 取り組むにあたっての留意事項

- ・林福連携を推進する担当者には、林業分野と福祉分野両方のスキルが求められる。
- ・行政主導となるため新規参入する障がい者施設等に、初期投資などのリスクを負わせないように工夫を要する。
- ・担当者の異動等の不測の事態も考慮し、軌道にのるまでの間、徹底したフォローアップを要する。

## 7 まとめ

労働力不足が課題となっている苗木生産者と利用者の計画的な労務確保が課題となっていた福祉事業所が杵築市の仲介の元、連携して挿し木用穂木の生産を行っています。さらに杵築市では森林環境譲与税を活用して林業福祉連携苗木生産者支援事業を実施し、①林業種苗生産者登録支援事業と②苗木用穂木購入助成事業を実施し、以下の補助を行いました。

### ①林業種苗生産者登録支援事業

林業種苗生産者講習会の受講料と林業種苗生産事業者登録の申請手数料を全額補助

### ②苗木用穂木購入助成事業

市内の苗木生産者が、市内の穂木生産を行っている福祉サービス事業所（樹の実園）から購入した場合の穂木代に対して10円／本の補助を実施

これにより、高齢化等に悩む既存の苗木生産業者は山採り作業の軽減が図られ、障害福祉サービス事業所は利用者の計画的な仕事の確保につながっています。穂木生産量が初年度である2020（令和2）年度は11,200本、2021（令和3）年度は44,200本、2022（令和4）年度は53,000本と順調に増加しており、2023（令和5）年度は7万本の生産を目標に掲げるほど取り組みが進んでいます。

### 事例情報入手先

杵築市役所農林水産課 林業係

〒873-0001

大分県杵築市大字杵築 377 番地 1

TEL：0978-62-1809 FAX：0978-66-1033





本事例集の作成にあたり、  
林業現場の第一線でご活躍されている方々には、  
多大なるご協力をいただきました。

特に現地調査・検討会及びオンライン講習会の開催にあたっては、  
林業の現場で先進的・革新的取組に挑戦されている皆様方に  
自らの技術や成果を惜しむことなくご説明いただきました。

ご協力いただきました関係者の皆様方に  
心よりお礼申し上げます。

# 森林づくりの 新たな技術資料 リンク集

森林づくりに関係する新たな技術の資料のリンク集です。  
ご興味のある分野の資料を探す際にご活用ください。

## 森林・林業の再生:再造林コストの削減に向けて ー低コスト化のための5つのポイントー

(森林総合研究所九州支所、2012年11月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/kys/research/kankou/series/index.html>

再造林の低コスト化するためのポイントを5つに整理したもの。



## 低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集

(森林総合研究所、2013年3月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/3rd-chuukiseika7.html>

低コスト再造林のための一貫作業システムや苗木生産、  
下刈り回数の削減により、35%程度コスト削減できることを整理した研究成果集。



## ここまでやれる再造林の低コスト化ー東北地域の挑戦ー

(森林総合研究所東北支所、2016年2月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/3rd-chuukiseika33.html>

多雪地帯で低コスト再造林を実施するための方法を  
コンテナ苗や一貫作業など4つのポイントに整理した研究成果。



## 近畿・中国四国の省力化再造林事例集

(森林総合研究所 四国支所、2015年3月)

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/skk/kenkyushokai/kannkoubutu/sonota.html>

近畿・中国四国地方の大苗やコンテナ苗の植栽、  
低密度植栽や下刈り省力など20ほどの事例を失敗例含めて整理したもの。



## 緩中傾斜地を対象とした伐採造林一貫システムの手引き

(森林総合研究所北海道支所、2016年2月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/3rd-chuukiseika35.html>

林地傾斜20度以下の緩中傾斜地での一貫作業システムについて  
具体的な方法をまとめたもの。



### コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開 ～実証研究の現場から～（森林総合研究所、2016年3月）

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/3rd-chuukiseika37.html>

コンテナ苗を用いた一貫作業がどれくらい林業の効率化や低コスト化に結びつくのか検証し、まとめたもの。



### 低コスト造林技術の導入に向けて（林野庁、2018年3月）

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/kanbatu/attach/pdf/teikosuto-8.pdf>

低コスト造林技術（一貫作業システム）に関するノウハウや留意事項、全国の実施事例を整理したもの。



### 早生樹利用による森林整備手法ガイドライン

（林野庁、2022年3月改訂）

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syokusai-10.pdf>

センダンとコウヨウザンの植栽技術についてのガイドライン。



### スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針

（林野庁、2022年3月改訂）

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syokusai-3.pdf>

森林所有者が「低密度植栽技術」の利点、問題点を理解したうえで、適切に低密度植栽技術を導入するための技術指針。



### 低密度植栽技術導入のための事例集

（林野庁、2022年3月改訂）

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syokusai-2.pdf>

低密度植栽の試験地から得られた知見を基に、地域特性に応じた低密度植栽技術導入のための林業技術者向け事例集。



### パンフレット「低密度植栽で低コストで効率的な

再造林を目指す！」（林野庁、2022年3月改訂）

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syokusai-8.pdf>

低密度植栽における初期（植栽後5年程度まで）の植栽木の生育状況や初期保育コストなどについて要点を簡潔に取りまとめたパンフレット。



### 低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト

（森林総合研究所東北支所、2019年3月）

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/4th-chuukiseika22.html>

下刈り省略手法の実証事例と各手法を適用する場合の注意点などをまとめたもの。



## 間伐

### 間伐遅れの過密林分のための強度間伐施業のポイント

(森林総合研究所四国支所、2010年7月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/2nd-chuukiseika12.html>

長期間放置されていた森林を一時に強度間伐を進めていく上でのポイントを示したもの。



### 列状間伐のすすめ(福井県列状間伐実践マニュアル)

(福井県、2016年3月)

[https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/green-c/sikennkenkyuu\\_d/fil/retujyou.pdf](https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/green-c/sikennkenkyuu_d/fil/retujyou.pdf)

架線系システムの一つであるスイングヤーダを基本とした列状間伐マニュアル。



### 列状間伐の手引き～民有林における列状間伐の

普及にむけて～(林野庁、2019年3月)

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/houkoku-3.pdf>

路網や高性能林業機械との組み合わせにより間伐を効率的に進める有効な手法である「列状間伐」の手引き。



### 新たなシカ管理に向けて

(森林総合研究所、2014年2月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/3rd-chuukiseika12.html>

シカの獣害対策を取りまとめたもの。



### 西日本の若齢造林地におけるシカ被害対策選択のポイント

～防鹿柵・単木保護・大苗植栽～

(森林総合研究所九州支所、2021年3月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/4th-chuukiseika40.html>

九州・四国地域の若齢造林地でのシカ被害対策に関する研究成果を取りまとめたもの。



### 図解 架線作業者のための中間サポート架設の手引き

(森林総合研究所発行、2014年10月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/3rd-chuukiseika20.html>

架線作業者がタワーヤーダの中間サポートを架設する際の架線手順と注意点、作業ポイントをまとめたもの。



## 機材

### 造林のためのドローン活用事例集(林野庁、2021年3月)

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/doron-2.pdf>

造林に携わる方々が、ドローンによる苗木等運搬の導入を検討する際に参考となるよう、全国の様々な運搬用ドローンの機種とその活用事例についてとりまとめた事例集。



**ドローンを活用した苗木等運搬マニュアル**(林野庁、2022年3月)

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/doron-3.pdf>

ドローンを用いた苗木や獣害防止柵の運搬について、ドローンの導入に適した条件、機体に求められる性能、効率的・効果的かつ安全に運搬するための作業体制などについてとりまとめたマニュアル。



**高性能林業機械の優良事例の紹介**

(林野庁)

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/kikai/index.html>

全国の高性能林業機械の優良事例を紹介したホームページ。



**広葉樹林化ハンドブック2010**

—人工林を広葉樹林へと誘導するために—

(森林総合研究所 四国支所、2010年12月発行、2012年3月改訂)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/2nd-chuukiseika22.html>

広葉樹林化の適地の判定法や天然更新の可能性を判定する方法を解説したもの。



**広葉樹林化ハンドブック2012**

—人工林を広葉樹林へと誘導するために—

(森林総合研究所 四国支所、2012年3月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/3rd-chuukiseika1.html>

広葉樹林化の考え方や施業法を解説したもの。



**中山間地で広葉樹林を循環利用するためのハンドブック**

(森林総合研究所 関西支所、2019年2月)

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/4th-chuukiseika16.html>

広葉樹を有効な資源として利用するために考慮すべき点、必要な技術を解説したハンドブック。



**森林づくりの新たな技術**(林野庁)

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/houkoku.html>

林野庁、森林総合研究所や各都道府県が行った低密度植栽や早生樹活用などの森林づくりの新たな技術に関する調査報告書やパンフレットなどの資料をまとめたホームページ。



**革新的造林モデル事例集**(林野庁、2022年3月)

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syokusai-14.pdf>

先進的な森林施業の取組について、現地調査や森林施業に関するコンクールを開催を通じて事例を収集を行い、普及することを目的に作成した本事例集の前身となる事例集。



令和4年度版  
革新的造林モデル事例集

(発行) 2023(令和5)年3月 林野庁  
(作成) 一般社団法人 全国林業改良普及協会