

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

持続的かつ効率的な更新・保育技術の開発に関する研究会

報告書



2024年3月

## 目次

はじめに	1
研究会の経緯	2
研究成果	
・地拵えの機械化による再造林コストの低減（長野県）	6
・竹筒播種で発生した実生の初期成長量（森林総合研究所）	10
・大苗植栽による下刈り省力化（長野県）	12
・千葉県におけるスギ人工林内への広葉樹の侵入状況（千葉県）	14
・ホオノキの天然更新技術開発のための取り組み事例（富山県）	16
・ブナ苗木の被陰処理と根揚げによる成長抑制効果（新潟県）	18
・群馬県におけるミズキ再造林地の初期成長・保育に関する研究（群馬県）	21
・シカ食害発生地における下刈り（坪残し刈り）について（埼玉県）	24
・食害されにくい苗木でノウサギの被害は防げるか？（静岡県）	26
・岐阜県下に植栽したコウヨウザンの初期成長（岐阜県）	28
・植栽初期のヒノキ・コンテナ苗の成長と下刈り期間短縮の可能性（岐阜県）	30
・省力下刈りが実施された8年生造林地の植栽木の状況と5年生時からの樹高成長（山梨県）	32
・センダンの育林技術に関する研究（愛知県）	34
・研究プロジェクト「管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発」について （森林総合研究所）	36
おわりに	38

<表紙写真> 旧薪炭ブナ林の更新伐（新潟県魚沼市）

## はじめに

林業の採算性や雇用環境が依然として厳しい状況にあるなか、自立的かつ持続的な林業経営を可能とするためには、造林及び保育にかかる経費の縮減や作業の省力化を図る必要がある。とくに全体の6割を占めるとされる初期保育の低コスト化や省力化は、拡大造林期に植栽された人工林の多くが主伐期を迎えるなか喫緊の課題といえる。こうした課題に対応するため、地拵の機械利用や省力化、コンテナ苗利用による植栽作業の効率化、下刈りの省力化など様々な手法が提案され、検証がすすめられているが、経済的自立性を有する林業として施業体系を確立するに到っていない。一方、こうした低コスト化の取り組みによってもなお経済的に成り立つ見込みのない針葉樹人工林については広葉樹林や針広混交林に誘導することも選択肢となり得る。広葉樹林や混交林への誘導技術に関し、これまでも多くの研究や取り組みがなされてきたが、依然として不確実性が高く、実施可能な条件などが十分に明らかになっているとは言い難い状況にある。

こうした背景のもと、針葉樹人工林のみならず広葉樹林も含めた次代森林を効果的に造成するための技術の確立を目指し、関東・中部林業試験研究機関連絡協議会に「持続的かつ効率的な更新・保育技術の開発に関する研究会」が設置された。研究会には（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所及び関東・中部の11都県の林業試験研究機関が参加し、2019～2023年度の5年間にわたり活動を行った。本報告書はその活動の成果を取りまとめたものである。

期間中、新型コロナウイルス感染症が世界的に猛威を振るい、大きな制約を受けながらの活動となった。愛知県森林・林業技術センター（2019年）、新潟県森林研究所（2020年）、富山県農林水産総合技術センター森林研究所（2021年）、岐阜県森林研究所（2022年）、森林総合研究所（2023年）がそれぞれ年1回の研究会の開催を担当したが、2020年は書面での開催となり、2021年及び2022年はいずれもオンラインでの開催となった。活動として重視していた現地検討が実施できない年もあり、情報交換なども必ずしも十分とはいえなかった。こうした厳しい活動環境であったにも関わらず、本報告書は大変充実した内容となった。

本報告書には、下刈りの省力化技術や機械地拵による下刈り抑制、コウヨウザンやセンダンなどのいわゆる早生樹の導入、ニホンジカなどによる獣害防除のための新たな対策技術など省力的な人工林造成に向けた注目すべき知見が数多く含まれている。また、コナラ、ブナ、ミズキなどの広葉樹の更新及び広葉樹林や混交林への誘導に向けた実用性が高くかつ他にはない独創的な技術が紹介されている。さらに、市町村など行政機関の支援を目的に、管理の必要性の高い森林を抽出し、効果的な整備につなげるための手法についても触れられている。いずれも森林資源の持続的な循環利用を可能にするための要素技術として有用性の高いものであることは間違いない。ここで得られた知見が、現場において積極的に活用されるとともに、今後の研究のさらなる発展に寄与することを大いに期待する。

研究会幹事 富山県農林水産総合技術センター森林研究所 図子光太郎

## 研究会の経緯

- 1 研究会の名称：持続的かつ効率的な更新・保育技術の開発に関する研究会  
設置期間：2019 年度～2023 年度（5 年間）
- 2 提案機関・提案責任者：新潟県森林研究所・塚原 雅美  
幹事：森林研究・整備機構 森林総合研究所・酒井 武  
新潟県森林研究所・塚原 雅美  
富山県農林水産総合技術センター森林研究所・図子 光太郎
- 3 参画機関：群馬県林業試験場、埼玉県寄居林業事務所森林研究室、千葉県農林総合研究センター森林研究所、東京都農林総合研究センター、新潟県森林研究所、富山県農林水産総合技術センター森林研究所、山梨県森林総合研究所、長野県林業総合センター、岐阜県森林研究所、愛知県森林・林業技術センター、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
- 4 活動内容：本研究会の活動機関は2019 年度から2023 年度で、開催機関は愛知県、新潟県、富山県、岐阜県、森林総合研究所であった。各年とも1泊2日の研究情報交換会と現地検討会を計画していたが、コロナ感染症対策で2020 年、2021 年、2022 年は書面及びWEB 会議によるリモート開催となり、対面での会議、現地検討会の開催は2019 年と2023 年の2回であった。

## 5 年度別実施概要

**2019 年度**：愛知県森林・林業技術センター主催

### 【現地検討会】

- ・コナラ林再生試験地、低コスト造林試験地、針広混交造林試験地（愛知県森林・林業技術センター試験林）
- ・間伐材の蒸留施設(新城市能登瀬字北野)
- ・コウヨウザン高齡林(新城市能登瀬字上谷平)

### 【研究情報報告】

- ・スギ大苗植栽試験地の苗木の生長経過および獣害状況について(群馬県・飯田玲奈)
- ・千葉県におけるスギ人工林内への広葉樹の侵入状況(千葉県・小林真生子)
- ・一年生稚苗の移植によるスギコンテナ苗の育成法(新潟県・塚原雅美)
- ・雑草木競合状態の地形的不均一性がスギの初期成長に及ぼす影響(富山県・図子光太郎)
- ・再造林を安く確実にを行うには -造林作業の機械化と下刈り省力化-(長野県・大矢信次郎)
- ・ヒノキ・コンテナ苗による下刈り期間短縮の可能性(岐阜県・渡邊仁志)

- ・省力的手法による主伐後再造林の低コスト化—静岡県における調査研究からの試算—  
(静岡県・袴田哲司)
- ・広葉樹造林を考える(森林総研・佐藤 保)

## 2020 年度：新潟県森林研究所主催の書面開催と現地検討動画配信

### 【研究情報報告】

- ・ヒノキ林における巻枯らし間伐と通常間伐の間伐効果の比較 (群馬県・飯田玲奈)
- ・機械地拵えによる競合植生の抑制効果と下刈り回数の削減 (長野県・大矢信次郎)
- ・下刈りを完全省略した造林地における植栽ヒノキの成長 (岐阜県・渡邊仁志)
- ・スギコンテナ苗の出荷規格と初期成長 (静岡県・袴田哲司)
- ・掃除伐が里山林の更新に与える影響とコナラコンテナ苗の試み (愛知県・岩下幸平)
- ・1年生幼苗移植法によって育苗した9種のスギコンテナ苗の形状について (新潟県・塚原雅美)

### 【現地検討動画配信】新潟大学名誉教授 紙谷智彦氏

「上下流のネットワークによる旧薪炭ブナ林の育成と活用」

## 2021 年度：富山県農林水産総合技術センター森林研究所主催のオンラインウェブ開催

### 【研究情報報告】

- ・ミズキの造林試験 (群馬県・飯島民子)
- ・ブナ苗木の被陰処理と根揚げによる成長抑制効果 (新潟県・伊藤幸介)
- ・機械地拵えを行った再造林地におけるタラノキの発生量と利用可能性 (長野県・大矢信次郎)
- ・ササ地のヒノキ造林地における省力保育を目的とした下刈りスケジュールの検討  
(岐阜県・渡邊仁志、中部森林管理局森林技術・支援センター安江 清文)
- ・食害を受けにくい苗木を作ることができるか? (静岡県・袴田 哲司、野末 尚希)
- ・竹筒を用いたコナラの更新補助技術について (森林総合研究所 星野大介)
- ・スギ再造林における初期保育経費予測プログラムの開発 (富山県・図子光太郎)

**2022 年度：**岐阜県森林研究所主催のオンライン方式により開催。現地検討会は、開催予定現場であったヒノキ・コンテナ苗植栽試験地 (岐阜県郡上市) の継続調査結果、育苗、初期保育、獣害、路網整備等に関する発表会 (岐阜県森林研究所研究・成果発表会：オンライン) で代替。

### 【研究情報報告】

- ・プロジェクト「管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発」について (森林総研・壁谷大介)
- ・林冠ギャップに植栽されたブナ苗の成長特性 (新潟県・塚原雅美)

- ・省力下刈が実施された 8 年生造林地の植栽木の状況と 5 年生時からの樹高成長（山梨県・長谷川喬平）
- ・カラマツ大苗植栽による下刈り回数削減の可能性（長野県・大矢信次郎）
- ・スギ再造林における初期保育経費予測プログラムの開発（富山県・凶子光太郎）
- ・センダンの育林技術に関する研究(途中経過報告)（愛知県・長谷川規隆）
- ・岐阜県下に植栽したコウヨウザン~各試験地での成長と植栽後見えてきた課題~（岐阜県・渡邊仁志）

## 2023 年：森林総合研究所主催

### 【研究情報報告】

- ・早生樹(センダン)の育林技術に関する研究(第 2 報)（愛知県・長谷川規隆）
- ・斜面位置がセンダンの生存率と初期成長に及ぼす影響（岐阜県・宇敷 京介）
- ・カラマツ植栽木の初期サイズが下刈り回数に及ぼす影響（長野県・大矢信次郎）
- ・防草シート施工 1 年後の植栽木の状況（山梨県・長谷川喬平）
- ・高齢スギ人工林に対応した地位指数曲線の予測精度（新潟県・伊藤幸介）
- ・ホオノキの天然更新技術開発のための取り組み事例（富山県・岡山侑子）

### 【現地検討会】

筑波山ブナ林と国有林複層林試験地

## 研究成果

## 地拵えの機械化による再造林コストの低減

長野県林業総合センター育林部 大矢信次郎

### 1. はじめに

長野県の私有林では森林資源の充実が進みつつあり、2019年9月時点における12歳級以上（56年生以上）の人工林樹種別面積割合は、カラマツで72%、スギで57%に達している（図1）（長野県林務部2019）。一方、5歳級以下（25年生以下）のカラマツ林の割合は0.5%にすぎない。今後は、成熟した森林資源を活用しながら次世代の人工林を造成する必要がある、そのためには、他国より大幅に高い日本の造林コストを引き下げる必要がある（宇都木ら2017）。造林作業の機械化によるコストの低減は、森林所有者の費用負担が軽減されるだけでなく、林業事業者にとっても作業の効率化・軽労化につながり、各現場の作業時間が短縮され、結果としてより多くの森林を整備することが可能になる。そのため、近年造林コストを削減する手段として「伐採・造林一貫作業」（以下、一貫作業）の普及が進んでいる（今富2011）。従来の皆伐・再造林では、1年目の秋～冬に伐出、2年目の秋頃に地拵え、3年目の春に植栽、というように一連の作業を「足かけ3年」かけて行うことが一般的であったが、一貫作業ではそれらを1年以内に完結させる。伐出作業で使用した機械を地拵えや苗木運搬、獣害防護柵等の資材運搬に活用することにより、効率化・低コスト化を図っている。

これまでに当センターでは、一貫作業の生産性とコストについて検討を進めてきた（大矢ら2016）。その結果、特に地拵えの機械化によるコスト削減効果が大きいことが明らかになった。また、機械地拵えにともなう地表攪乱によって競合植生が回復する前に植栽木を活着・成長させることが可能となり、下刈り年数の削減も期待できた。本稿では、機械地拵えによる地拵えと下刈りのコストの低減について報告する。

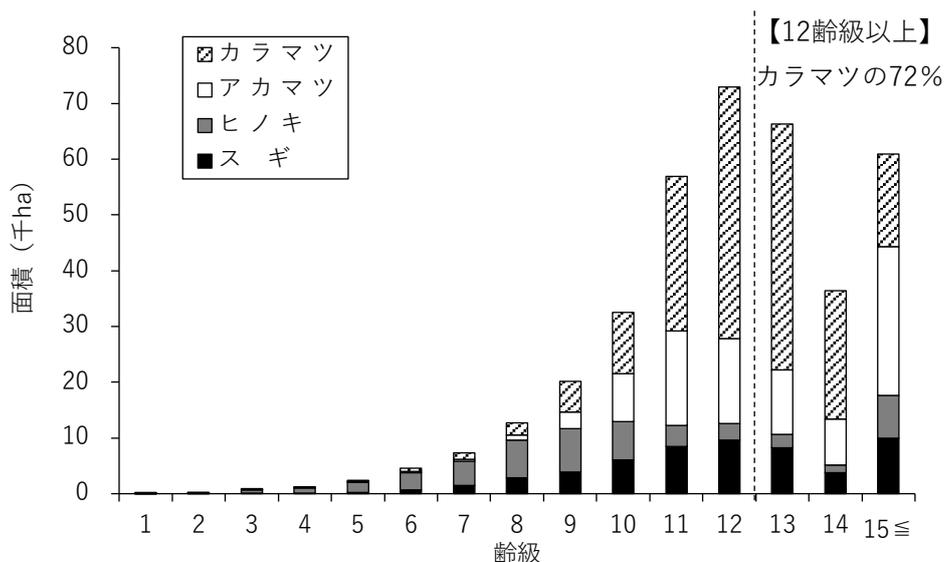


図1 長野県の私有林における主要針葉樹人工林の年齢構成

### 2. 機械化による地拵えコストの低減

長野県の浅間山国有林（御代田町）、霊仙寺山国有林（信濃町）ほかの緩傾斜～中傾斜（最大

傾斜 25° まで) の皆伐地において、バケット、グラップル、人力による地拵え作業 (写真) を行い、それらの生産性を調査した。その結果、人力地拵えの生産性が 100~170m<sup>2</sup>/人時であったのに対して、バケット地拵えでは 400~1,150m<sup>2</sup>/人時、グラップル地拵えでは 250~1,250m<sup>2</sup>/人時であった (図 2)。同一傾斜の人力作業と比較すると、機械地拵えの労働生産性は、バケットで約 4~11 倍、グラップルで約 2~12 倍に相当し、大幅な生産性の向上が認められた。一方、地拵えコストは同傾斜の人力に対してバケットで 14~38%、グラップルで 18~90%に減少し、コスト削減効果が認められた (図 3)。集積する枝条量が多いほど地拵えの生産性は低下し、コストは増加する。枝条や端材を林内になるべく残さないよう全木集材を行うことや、バイオマス利用を進めるなど材の利用率を高めることが地拵えのコスト削減にもつながると考えられる。



写真 各種地拵えの作業状況

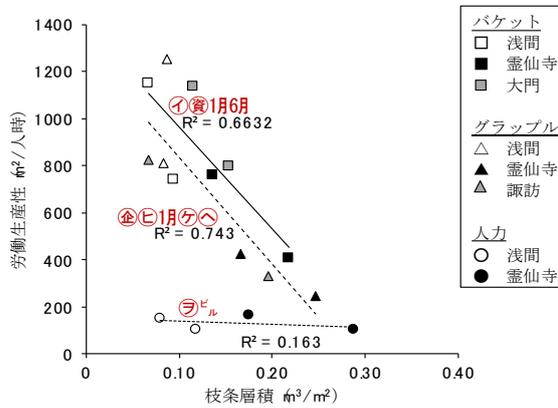


図2 地拵え方法ごとの枝条量と労働生産性の関係

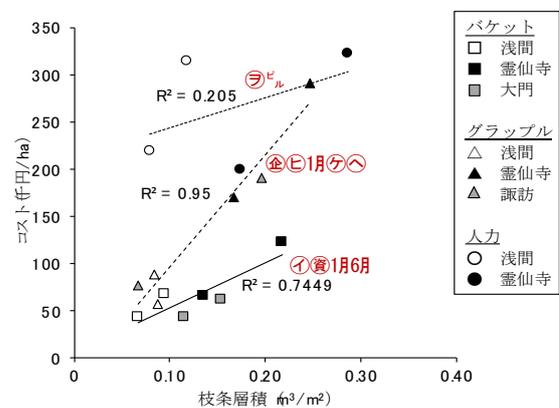


図3 地拵え方法ごとの枝条量とコストの関係

### 3. 地拵え方法と競合植生、植栽木の関係

機械地拵えでは、バケットやグラップルによる地表面の攪乱が一定程度発生し、植栽木と競合する植生の発生と生育の抑制が期待される。そこで、浅間山国有林及び霊仙寺山国有林における地拵え・植栽後の競合植生の発生状況について、バケット・グラップル・人力の各地拵えと無地拵えの試験区と比較した。山川らの競合状態指標 (山川ら 2016) により、各植栽木と競合植生の関係を調査した結果、植栽後 2 年目の夏季において競合植生に被圧された植栽木の本数割合は、人力地拵えで 28~57%、無地拵えで 33~54%であったのに対して、バケット地拵えでは 10~13%、グラップル地拵えでは 14~22%にとどまり、機械地拵えが競合植生の発生と成

長を抑制する効果が認められた（図4）。また、植栽木の生存率は、バケット・グラップルの両機械地拵えは人力や無地拵えを上回り、樹高成長量に関しても人力や無地拵えと比較して同等もしくはそれを上回る成長を示した（図5）。競合植生が抑制されたことによって植栽木は被圧を免れて枯死木が減少し、生存木の成長が促進されたと考えられる。

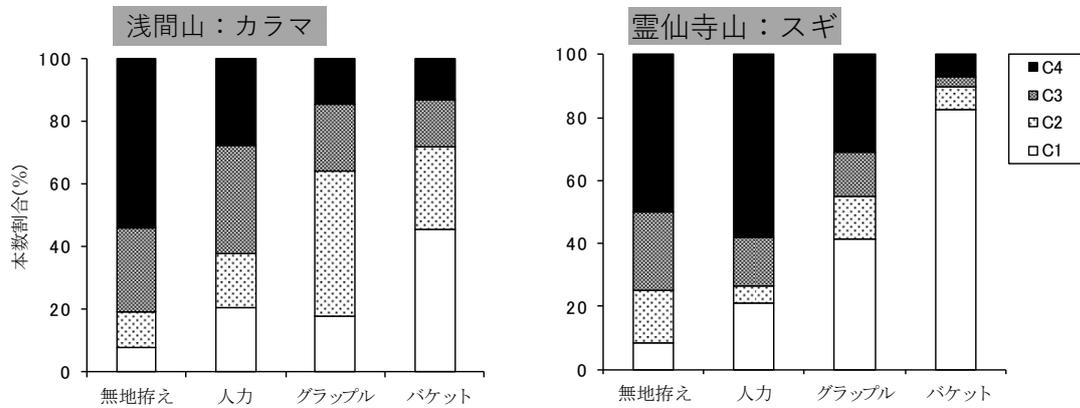


図4 地拵え区分ごとの植栽木と雑草木の競合状態（植栽2年目の夏季、下刈りなし）

※競合状態の指標

- C4：植栽木が雑草木に完全に覆われている
- C3：植栽木と雑草木の梢端が同位置
- C2：植栽木の梢端が周辺の雑草木から露出
- C1：植栽木の樹冠が周辺の雑草木から半分以上露出

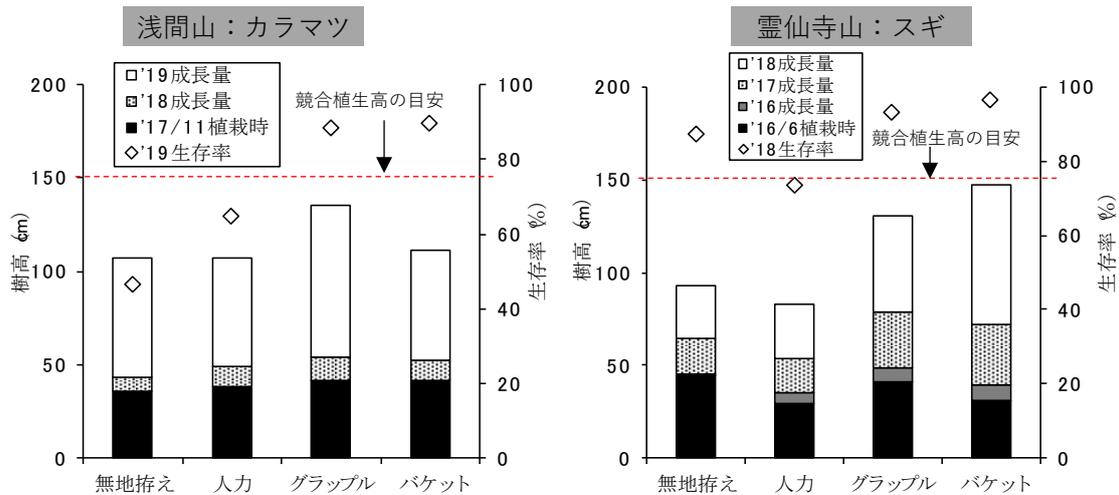


図5 地拵え区分ごとの植栽木の平均樹高と生存率

※植栽1年目～3年目まで下刈りなし、成長量は生存木のみを対象とした

#### 4. 地拵え～下刈りまでのコスト試算

以上のように、地拵え後の競合植生の状態、植栽木の生存率と成長量から判断すると、地拵えをバケットで行った場合は植栽当年と2年目、グラップルの場合は植栽当年の下刈りが省略できる可能性がある。また、従来は、植栽後5年程度は下刈りを行うことが一般的であったが、機械地拵えによる競合植生の抑制、または適期の下刈りによって、植栽木が被圧されない状態を保つことで、下刈りは植栽から3年目までに終了することも可能と考えられた。これらを踏まえて、地拵え、植栽、下刈りのコストを試算し積み上げると、バケット地拵えでカラマツ裸苗を植栽し、植栽木の樹高が3成長期で競合植生の高さ（おおむね150cm程度）に達する場合、従来作業に比べて58%のコスト削減が可能と考えられた（図6）。

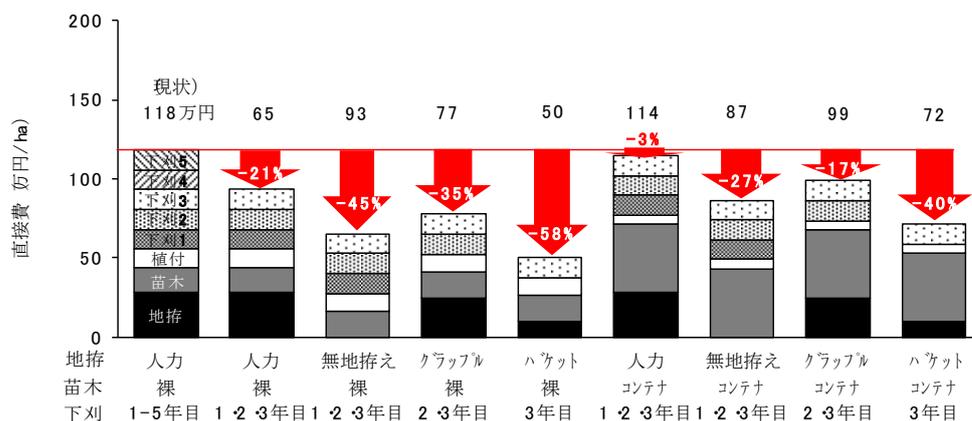


図6 地拵え～下刈りまでの再造林コスト試算  
(カラマツ, 2400本/ha 植栽の場合)

## 5. まとめ

本研究の結果から、機械地拵えによる地拵えコストの低減と、それに付随した下刈り作業の削減が期待できることが明らかになった。しかし、再造林の現場はそれぞれ異なるため、機械地拵えを行った場合でも毎年現場の競合状態を見極めながら下刈りの要否を判断することが重要である。

なお、本研究は農林水産省委託プロジェクト「優良苗の安定供給と下刈り省力化のための一貫作業システム体系の開発」及び「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」による支援を受けて実施した。また本報告は、既発表論文（大矢ら 2018 及び大矢ら 2021）の内容を抜粋し再編したものである。

## 引用文献

- 今富裕樹 (2011) スギ再造林の低コスト化を目指した技術開発 (I) - 伐採・地拵え・植栽の一貫作業による低コスト化 - . 現代林業 542 : 52-55
- 長野県林務部 (2019) 長野県民有林の現況. 長野県, 195 pp
- 大矢信次郎・斎藤仁志・城田徹央・大塚大・宮崎隆幸・柳澤信行・小林直樹 (2016) 長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性. 日林誌 98(5) : 233-240
- 大矢信次郎・中澤昌彦・猪俣雄太・陣川雅樹・宮崎隆幸・高野毅・戸田堅一郎・柳澤賢一・西岡泰久 (2018) 緩傾斜地から中傾斜地における機械地拵え作業の生産性とコスト. 森林誌 33(1) : 15-24
- 大矢信次郎 (2019) 再造林を安く確実にを行うには一造林作業の機械化と下刈り省力化 - . 長野県林総セ技術情報 162 : 4-5
- 大矢信次郎・倉本恵生・小山泰弘・中澤昌彦・瀧誠志郎・宇都木玄 (2021) 機械地拵えによる競合植生抑制効果と下刈り回数の削減. 森林誌 36(2) : 36-99
- 宇都木玄・原山尚徳・上村章 (2017) 再造林に向けた低コスト林業への挑戦. 森林科学 80 : 2-7
- 山川博美・重永英年・荒木眞岳・野宮治人 (2016) スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響. 日林誌 98(5) : 241-246

## 竹筒播種で発生した実生の初期成長量

森林総合研究所 星野大介

### 1. はじめに

スギ、ヒノキ人工林の伐採跡地における広葉樹林化では、造林コストをかけずに自然発生した広葉樹の更新によってははかれることが期待されている。こうした広葉樹林化は、近傍に母樹、林床に前生樹が存在することが重要とされるが、人工林では、育林過程の除伐や下刈りによって母樹は排されており、スギ、ヒノキの林床下は暗く前生樹は存在しないか少ない。このため伐採跡地における広葉樹林化の主役は、鳥散布種子や埋土種子による後生樹によって担われると考えられるが、草本種との競合などの要因により不確実性が高い。種子が大きい堅果樹種は、旺盛な初期成長量を期待できるが、種子の散布距離は短く、伐採跡地近傍に母樹が存在しないと実生が出現しない。また、たとえ鳥類により運ばれた堅果が伐採跡地に落ちたとしても、堅果や実生が鳥獣の好餌であるため、実生の発生と生残は難しいものと考えられる。このように天然更新による広葉樹林化は不確実性の高いものとして認知されており、確実に広葉樹林化させるため、造林コストをかけて、広葉樹の苗木を植栽する事例も見られる。

わが国には人が伐採跡地に堅果を運んで播き、竹筒を被せることで鳥獣による持ち去りを防ぐ播種方法「竹筒播種」が伝承しており試験がいくつか行われている(小山ら 2004、新原 2016)。成功、失敗の報告がある一方、定着後の成長がなお明らかでない。本研究ではこの竹筒播種の基礎知見を得るため、圃場でコナラの堅果を用いた地表、地下、竹筒の3播種方法を実施して、5年間の追跡調査をおこなったので報告する。

### 2. 調査地と調査方法

2018年10月、茨城県つくば市の森林総合研究所構内の孤立したコナラ1本の樹冠下から、複数個の堅果を採集して設定温度3℃の冷蔵室に保存した。2019年5月に全ての堅果を取り出し、発根している堅果から無作為に90個を選んだ。近傍のモウソウチク林から竹稈を伐り、長さ30cmの竹筒30本を用意した。森林総合研究所実験林内の圃場で、2019年5月、耕運機で表層を耕起し、平畝3本を作った。1畝につき40cm間隔で播種地点30点を設けた。天然下種更新を想定した地表播種を1畝、齧歯類による分散貯食行動を模した地下播種を1畝、竹筒播種を1畝で行った。播種した堅果数は1畝あたり30粒である。竹筒播種は小山ら(2004)の方法を倣って、筒上辺から地表面までの地上高は20cmとした。初年のみ撒水をおこない、毎年1回以上の草刈りを行った。

播種後は齧歯類による堅果の持ち去り、消失、実生の誤伐、ノウサギによる実生の食害など攪乱の痕跡を記録した。1生育期末の時点の生育個体の半数について、2023年まで生死を記録し5生育期間の樹高を測定した。

### 3. 結果と考察

1生育期に、地表や地下に播種したコナラ堅果の半数は持ち去られた一方で、竹筒播種した堅果は森林性ネズミに持ち去られなかった(図-1)。発芽実生は1生育期の夏に誤伐を、冬に野ウサギの食害を受けたが、竹筒播種の実生では筒高以下の樹体部分が竹筒に保護されているため、誤伐や食害の被害割合が少なかった。地表播種や地下播種の実生は誤伐を受けたり根元付

近まで食害された結果、地表播種の実生は1生育期にすべて死亡した。竹筒播種は、筒によるシールドにより堅果の持ち去りと実生全体の食害を免れる効果を有することが明らかとなり、有効性が確認された。

発生した実生の樹高は、1~2生育期まで、竹筒播種が地下播種を上回った(図-2)。しかし3~5生育期では両者の差はなくなった。竹筒播種の実生の樹高の初期成長量は、下層植生との競合に対して地下播種より有効であると考えられ、伐採跡地の広葉樹林化を加速させるために有用な更新補助技術である可能性が示された。

## 2. 今後の課題

今回の調査結果は圃場で実施されたものであり、過去の他事例と同様に、実際の伐採跡地で竹筒播種の実生成長量の追跡調査による検証が必要である。また竹筒で保護される高さは20 cmまでで、シカの食害には耐えられない。現在、シカ対策用の単木保護資材内への播種試験を伐採跡地で開始しており、また報告したい。広葉樹の苗木による造林は遺伝的攪乱の問題があり、これは苗木に地域間移動について制限がないことに起因する。たとえ地域由来の苗木があっても必要数を確保できるとは限らない現状にある。本報告のような播種であれば、堅果を同一地域から必要量を入手することは容易と考えられ、遺伝的攪乱を回避する、地域種苗を用いた更新補助技術として期待できる。育苗コストもかからない点もよい。ただし、コナラのように豊凶のある種については、凶作年は堅果が得られないため、前もって採取した保管2年目の堅果を竹筒播種で用いた場合、有効な発芽率、成長量を得られるのかを検討する必要がある。

## 引用文献

小山泰弘、春日一幸、千代登(2004) 種子の直播きによるコナラ林造成技術の検討, 中部森林研究, 52: 25-26.

新原修一(2016) 「ドングリ」の直まきの試み, 鹿児島県森林技術総合センター研究報告, 18: 48-55.



図-1. コナラ堅果の持ち去りの痕跡  
地下播種の堅果が掘り出されている。



図-2. 竹筒から発芽したコナラ実生  
(1生育期目)

## 大苗植栽による下刈り省力化

長野県林業総合センター育林部 大矢信次郎

### 1. はじめに

成熟期を迎えた人工林資源を有効に活用し循環させていくためには、再造林コストを削減することが必要である。これまでの研究により、一貫作業システムを導入し伐出機械を造林作業の一部に利用することによって地拵え等の経費が削減可能となり、さらには機械地拵えによる地表攪乱（ $A_0$ 層の移動）が下刈り抑制につながるということが明らかになった。それに加えて、植栽する苗木のサイズが大きければ競合植生との競争が緩和されることが期待される。そのため本研究では、機械地拵えによる競合植生抑制効果に大苗の植栽による初期樹高の確保を組み合わせることによって、さらに下刈り回数を減らすことが可能であるか、検討した。

### 2. カラマツ大苗等の樹高成長

大苗による下刈り回数削減を検証するため、人力地拵えを行った佐久市の大曲国有林とグラップル地拵えを行った南牧村の団体有林に植栽試験地を設定した。植栽したカラマツ苗木の種類は、裸中苗、裸大苗、コンテナ中苗、コンテナ大苗の4種類（いずれも2年生）とし、佐久では2019年夏～秋に皆伐及び人力地拵えを行い11月に植栽、南牧では2019年秋～冬に皆伐及びグラップル地拵えを行い2020年4月に植栽した。初期の樹高は、裸大苗>コンテナ大苗>裸中苗>コンテナ中苗の順でしたが、1～2成長期後にはコンテナ大苗と裸中苗の順位が逆転した（図1）。コンテナ大苗とコンテナ中苗は植栽時の形状比が高かった（大： $114 \pm 17$ 、中： $97 \pm 18$ ）ために樹高より直径成長が優先され、その結果樹高の初期成長が停滞すると考えられ、育苗段階で形状比を改善する必要がある。今回の結果では、裸大苗が最も早く下刈り時期を抜け出すことが期待できた。

### 3. 競合状態による下刈り要否判定

主な競合植生は佐久では木本類、南牧ではクマイザサであった。樹冠が競合植生で覆われる個体（競合状態 C3+C4）が全体の20%以上ある場合に下刈りを行うとすると、佐久では1年目の夏の裸大苗以外は下刈りが必要であったが、南牧では1～2年目のコンテナ中苗のみで下刈りが必要という結果であった（図2）。佐久では人力地拵えであったため競合植生の回復が著しい萌芽由来の木本類であったのに対し、南牧ではグラップル地拵えで植生の回復が遅れることに加え、地表が丈の低いササで覆われているため他の植生が発達しづらかったと考えられる（写真1、2）。結果として、下刈り回数を削減するためには、大苗植栽と機械地拵えを組み合わせることが特に効果的であった。

### 4. 成果の活用

主な本研究の一部は日本森林学会大会及び当センターの研究成果発表会において発表した。今後は、研修会等を通じて普及していきたいと考えている。なお、本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の支援を受けて実施し、主な成果はパンフレット「クリーンラーチ・カラマツ類の優れた成長を活かす育苗と育林、施業モデル」にとりまとめ、WEB（<https://www.hro.or.jp/upload/3407/segyo.pdf>）で公開している。

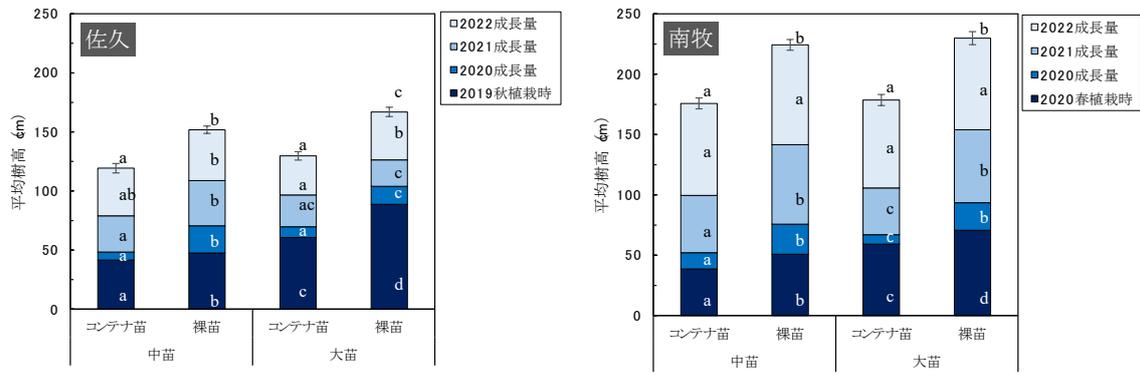


図1 カラマツ植栽木の樹高成長の推移

(エラーバーは標準誤差, 各年において同一符号を含まない苗種間で樹高または樹高成長量に有意差あり)

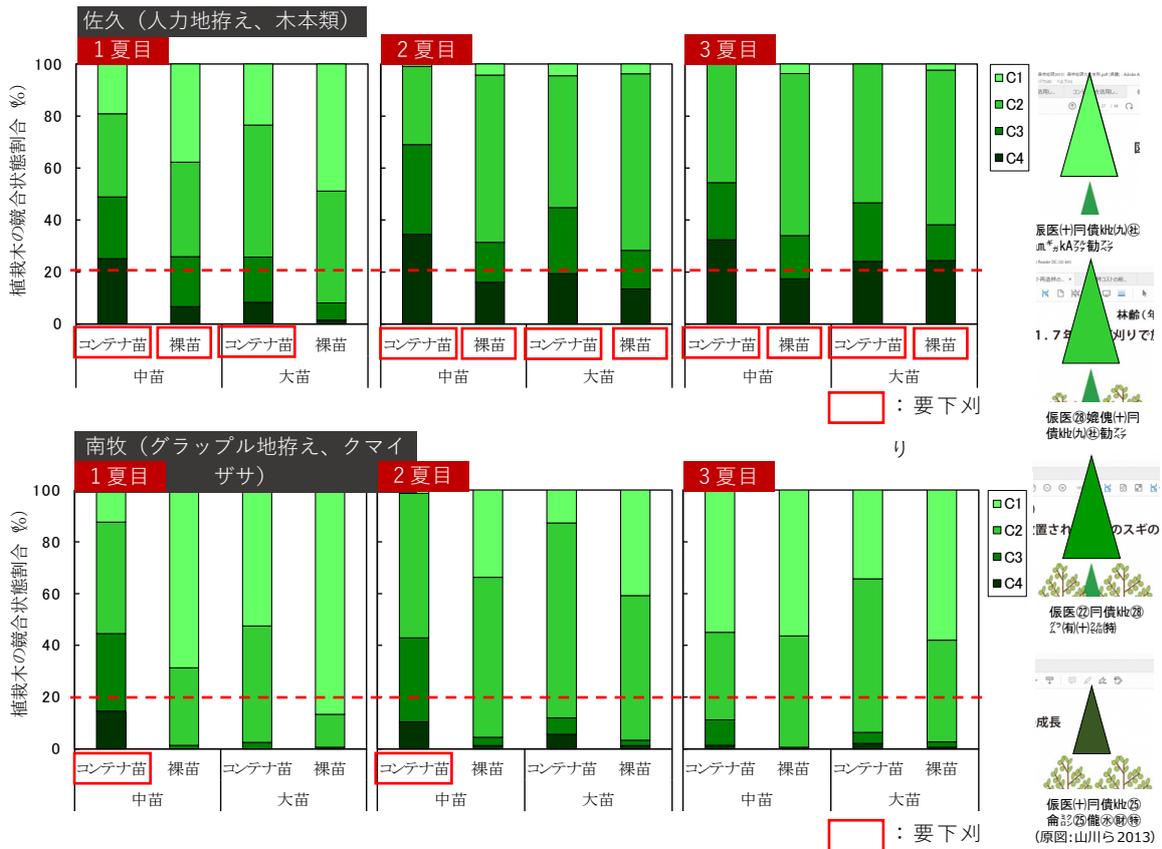


図2 カラマツ植栽木の競合状態の推移と下刈り要否

(無下刈りを継続している試験区域での結果。C3+C4が20%を超える場合に下刈りが必要と判断した。)



写真1 佐久の1夏目の状況  
(ウリハダカエデ, ムラサキシキブ等に覆われている)



写真2 南牧の2夏目の状況  
(クマイザサからカラマツが抜け出している)

## 千葉県におけるスギ人工林内への広葉樹の侵入状況

千葉県農林総合研究センター 小林真生子・福島成樹

### 1. はじめに

千葉県では、森林所有者の高齢化や木材価格の低迷等により、経営的に成り立たない人工林が多く存在する。また、県の南部地域では、標高は低い谷が深く、崩れやすい地形が多く、人工林の維持管理や更新が難しい地域がある。そのため、経営が成り立たない人工林を広葉樹林や針広混交林化するための低コストで省力的な技術の開発が求められている。低コストに人工林を広葉樹林または針広混交林に誘導するためには既に人工林内に侵入している前生稚樹を把握することが重要となる（広葉樹林化研究プロジェクトチーム 2010）そこで、スギ林に自然侵入している広葉樹の樹種や本数について調査し、高木性広葉樹の本数と環境要因の関係について解析を行ったので報告する。

### 2. 調査地と方法

調査は 2018 年～2019 年にかけて千葉県内の 9 箇所（北部 2 箇所、南部 7 箇所）のスギ林に合計 30 の調査区を設置し行った（図 1）。林齢 40 年生以上を対象とし、林内に 10m×10m の調査区を 2～4 個設け、5 つの階層を設定し、階層ごとに樹種及び本数、植被率、胸高直径（ $\geq 5$  cm）を調べた。階層は、1.3m 未満を「地表層」、1.3m 以上 3m 未満のものを「稚樹層」、3m 以上 5m 未満のものを「低木層」、5m 以上で樹冠に達しないものを「亜高木層」、樹冠を形成しているものを「高木層」とした。

高木性広葉樹の侵入本数と環境要因との関係は、一般化線形混合モデル（GLMM）を用いて解析を行い、統計ソフトは R4.3.1（R Core Team 2023）を用いた。

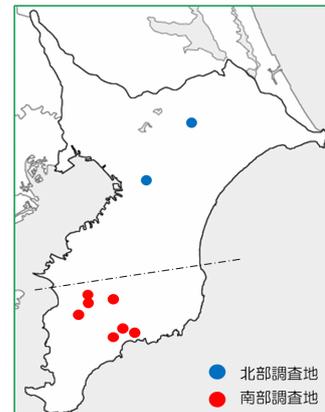


図 1 調査地

### 3. 結果と考察

調査区の平均立木密度は 993 本/ha（最大 1,333 本/ha、最小 333 本/ha）、平均樹高は 20.6m であった。また、調査区の標高は 35m～240m、スギの林齢は 40～65 年生であった。

県内 9 箇所の 30 調査区からは 72 種類の樹木が見つかり、一般的に樹高が 10m 以上となる高木種は 31 種含まれていた。表 1 に、高木種の調査区ごとの出現頻度を示す（出現頻度＝各樹種の出現調査区数／調査区数）。全県（北部と南部両方）で見られた高木樹種は 9 種で、シロダモは全県での出現頻度が高かった。南部のみで見られた樹種は 18 種で、ヤブニッケイやアラカシ、タブノキといった常緑樹の出現頻度が高かった。また、北部のみで見られた樹種は 4 種でシラカシ、イヌシデの出現頻度が高かった。千葉県は北部と南部で植生や地質が異なるが、スギ人工林内に侵入している高木種の樹種も異なっていた。

一般化線形混合モデルで高木性広葉樹の侵入本数と環境要因を解析し、モデルの当てはまり度が良かった式の結果を、表 2 に示す。稚樹層と地表層の低木種の本数が多いと、高木性広葉樹の侵入本数が増える傾向があった。これは、低木樹種が高木性広葉樹の侵入や生育を阻害する可能性は低く、低木樹種が林床に入り易い環境は高木性広葉樹も侵入しやすい環境であることを示していると考えられる。また、稚樹層と地表層の植被率の合計も高いほど、高木性広葉樹の侵入本数が増える傾向があった。特に南部地域の稚樹層や地表層の植被率が低い調査区で

は、調査区内の樹木にシカの食害が見られた調査区も多くあり、獣害の多いところでは、地表層や稚樹層の植生が貧弱になり、樹木の本数や植被率も減るため、稚樹層と地表層の低木種の本数や植被率は獣害の影響を表している可能性がある。

胸高断面積合計が大きいと高木性広葉樹の侵入本数が増え、スギの立木密度が大きくなると減る傾向がみられた（表2）。管理されずに、細いスギが多いスギ林よりも、立木密度が低く、大径木のあるスギ林の方が、高木性広葉樹の生育に適していると考えられる。

今回の調査地は千葉県南部に偏っているため、今後、県内全域で調査地を増やし、同じような傾向が見られるのかを調べる必要がある。また、獣害やスギ林の施業履歴、種子供給源となる広葉樹の母樹からの距離等の関係についても検討していく必要がある。

#### 引用文献

「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム（2010）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—。独立行政法人森林総合研究所

R Core Team（2023）R: A Language and Environment for Statistical Computing\_R Foundation for Statistical Computing, Vienna Austria. < <https://www.R-project.org>>

表1 高木種の出現頻度

（出現頻度＝出現調査区数／調査区数）

黒字：全県に出現した種

赤字：県南部にのみ出現した種

青字：県北部にのみ出現した種

樹種	全県	南部	北部
シロダモ	0.83	0.83	0.86
エノキ	0.23	0.26	0.14
ムクノキ	0.23	0.09	0.71
ヒノキ	0.20	0.17	0.29
ウワミズザクラ	0.13	0.04	0.43
コブシ	0.13	0.04	0.43
ニセアカシア	0.10	0.09	0.14
モチノキ	0.10	0.04	0.29
コナラ	0.07	0.04	0.14
ヤブニッケイ	0.33	0.43	0.00
アカメガシワ	0.20	0.26	0.00
アラカシ	0.20	0.26	0.00
タブノキ	0.20	0.26	0.00
スギ	0.13	0.17	0.00
スダジイ	0.13	0.17	0.00
ハリギリ	0.13	0.17	0.00
ホオノキ	0.10	0.13	0.00
モミ	0.10	0.13	0.00
アブラギリ	0.07	0.09	0.00
マテバシイ	0.07	0.09	0.00
ウラジロガシ	0.03	0.04	0.00
エゴノキ	0.03	0.04	0.00
カヤ	0.03	0.04	0.00
カラスザンショウ	0.03	0.04	0.00
キリ	0.03	0.04	0.00
フサザクラ	0.03	0.04	0.00
マルバアオダモ	0.03	0.04	0.00
シラカシ	0.10	0.00	0.43
イヌシデ	0.07	0.00	0.29
サワラ	0.03	0.00	0.14
ニガキ	0.03	0.00	0.14

表2 一般化線形混合モデルの説明変数と係数

説明変数	係数	p値	VIF
稚樹層と地表層の低木種本数(本/100m <sup>2</sup> )	1.1	<0.001	2.5
胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> /ha)	0.7	<0.001	4.0
スギの立木密度 (本/ha)	-0.7	<0.01	3.3
林齢 (年)	-0.6	<0.01	3.3
樹高 (m)	0.9	<0.05	7.8
稚樹層と地表層の植被率の合計 (%)	0.6	<0.05	4.2
傾斜 (度)	-0.3	0.2	2.9
標高 (m)	-0.2	0.3	4.6

## ホオノキの天然更新技術開発のための取り組み事例

富山県農林水産総合技術センター森林研究所 岡山侑子

### 1. はじめに

富山県内のコナラ林の多くは、コナラの高齢化やササ等の下層植生との競合により、伐採後のコナラによる更新が困難であることが報告されている(中島 2022)。県内の里山林において、出現頻度および蓄積がコナラに次いで多いことから、コナラ林伐採後の更新樹種としてホオノキの活用が期待されている。ホオノキの種子には休眠性があるため、埋土種子として数十年生存することが可能であり(石田 2023)、伐採を機に一斉に発芽する。この特徴は、伐採後の天然更新を促進するうえで有利である。本研究では、ホオノキの実生更新を促進する手法を検討するために、競合植生の刈払いによる実生更新促進効果を検証した。

### 2. 調査方法

2021年5月に、富山県氷見市仏生寺のチマキザサ(以下、ササ)が密生するコナラ林の伐採跡地(2019年に伐採および全面刈払いを実施)0.233haに調査地を設定した。ササ等の下層植生刈払い試験の処理区は、対照区(ササ刈払いなし)、1回刈払い区、2回刈払い区とした。1回目の刈払いとして、ササの葉下の高さでの高刈りを2021年6月に実施した。1回刈払い区を実生がおおよそ半数となるように2分し、一方で2022年6月に2回目の刈払いを実施した。各処理区の反復数は4とした。各処理区内に2m×2mのコドラートを12箇所ずつ計36箇所設置し、ササ高を測定した。また、調査地全体を5mメッシュで区分したときの交点に最も近い実生および全コドラートにおいて、2022年9月に地上高1.5mにおける全天写真を撮影し、相対散乱光を推定した。各年秋に実生の生残、成長、下層植生による被圧状態を調査した。被圧状態はa(競合植生を抜け出したもの)、b(競合)、c1(被覆50%未満)、c2(被覆50%以上)、d(完全に被陰)の5段階で評価した。

### 3. 結果と考察

対照区のササ平均高は、2021年春から2022年秋までに平均で25cm高くなった(図-1)。1回刈払い区のササ高は1回目の刈払いにより一度は抑制されたが、その後1年間で刈払い前と同程度まで回復した。2回刈払い区では1回目の刈払いの約1年後にも刈払いを実施したため、2022年秋時点でも引き続きササ高が抑制されていた。対照区の実生枯死率は時間経過に伴って増加し、2022年秋には28.9%となったが、特にササが高密度であった斜面下部で高く、ササ密度の低かった斜面上部では低かった。このことから、ホオノキ実生の生残には生育地のササ密度も影響すると考えられた。1回刈払い区および2回刈払い区における枯死率は2022年秋でも1.6%および3.0%と低く、多くのホオノキ実生が生残した(図-2)。

ササの刈払い回数が多いほどホオノキ実生の樹高と直径が大きく、形状比は低かった(図-3)。対照区ではホオノキ実生の多くがササに覆われており、2022年秋時点で生残していた実生で被圧状態がaである個体はなく、約60%が被圧状態dであった(表-1)。ササにより被圧された実生が光合成に必要な光を得るために直径成長よりも樹高成長を優先させたことで、形状比が高まったと考えられる。一方、1回刈払い区および2回刈払い区では実生の約半数が被圧状態aまたはbであり、多くの実生がササによる被圧を抜け出すことが期待された。ただし、被圧状態aの実生個体数は刈払いによりホオノキ実生周辺のササ高が抑制され続けた2回刈払

い区のみで増加した（表-1）。これらの結果から、ササが密な林床において伐採 2~3 年後に 2 年連続で刈払いを実施することは、ホオノキ実生をササによる被圧から抜け出させる効果が高いことが示された。

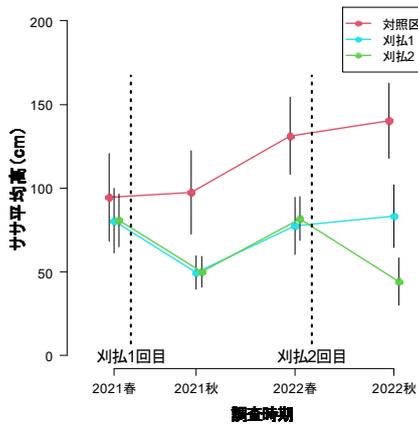


図-1 処理区別ササ平均高の推移  
各破線は刈払いを実施した時期を示す。  
エラーバー：SD

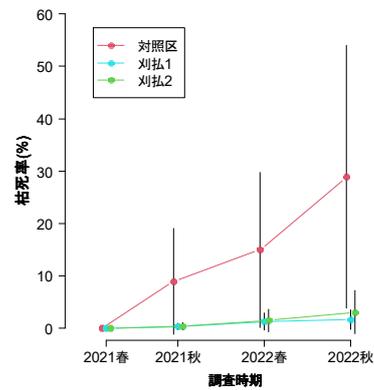


図-2 処理区別実生枯死率の推移  
エラーバー：SD

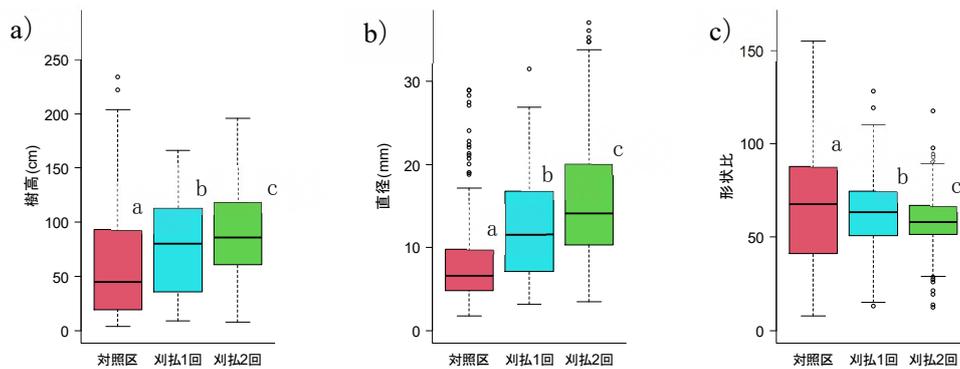


図-3 2022 年秋における処理区別の樹高、直径、および形状比

a) 樹高、b) 直径、c) 形状比

図中のアルファベットは U 検定による多重比較 (p 値の補正は Holm 法) の結果を示す。

表-1 各年におけるホオノキ実生の被圧状況

	a	b	c1	c2	d	合計
2021年秋 個体数	34	317	129	166	143	789
割合 (%)	4.3	40.2	16.3	21.0	18.1	100
(個体数内訳) 対照区	0	39	16	62	130	247
1回刈払い区	34	278	113	104	13	542
2022年秋 個体数	74	252	129	57	217	729
割合 (%)	10.2	34.6	17.7	7.8	29.8	100
(個体数内訳) 対照区	0	28	28	14	126	196
1回刈払い区	9	111	49	28	82	279
2回刈払い区	65	113	52	15	9	254

## 引用文献

石田 清 (2023) ホオノキ. (日本樹木誌 1. 日本樹木誌編集委員会編. 759pp. 日本林業調査会, 東京). 600-601.

中島春樹 (2022) 高齢コナラ林の伐採跡地にコナラ林を再生させるには—改訂版コナラ林更新伐のすすめ方—. 富山県農林水産総合技術センター森林研究所

## 【研究成果】

# ブナ苗木の被陰処理と根揚げによる成長抑制効果

新潟県森林研究所 伊藤幸介・塚原雅美

## 1. はじめに

ブナ (*Fagus crenata*) は冷温帯における主要優占種であり、種苗の活用場が広い樹種の一つである。しかし、豊作が5～7年間隔で広域に同調して起こり、種子生産量の変動が著しく、その長期保存が難しいことから、豊作後の数年間は新たな種子の供給が期待できない。そのため、その間苗畑において苗木の流通適正サイズを維持することが、ブナ種苗の利用に関する技術的課題となっている（塚原ら 2011）。

ブナ稚樹の成長は陽光下で良く、相対照度の低下に伴い苗高、根元直径などが減少する（橋詰 1982）。また、一般に、根の成長期に根が傷つくと、地上部の成長が減少し地下部が充実する傾向がある（海老原ら 1992）。そこで本報告では、ブナ種苗の継続的な生産システムを構築することを目的として、被陰処理及び根揚げがブナ苗木の成長に及ぼす影響について調査した。

## 2. 材料と方法

### (1) 調査地

調査は、新潟県十日町市の苗木生産業者が所有するブナ苗畑（東経 138° 43'、北緯 37° 03'、標高 338 m）で行った。最寄りの AMeDAS 観測地点（十日町）の平年値（統計期間 1991～2020）は、平均気温 11.8℃、降水量 2,537.0 mm である。2011 年秋期播種のブナ実生苗を供試個体とし、2012 年 6 月～2015 年 10 月の間、調査を行った。

### (2) 調査方法

調査区について、被陰処理として寒冷紗（ダイオクールホワイト、ダイオ化成）を用いて遮光率を 30%、70%とした被陰区と、全天条件（遮光率 0%）の対照区を設定した。被陰処理は 2012～2013 年の 6～9 月に行った。そして、被陰区及び対照区それぞれに、根揚げ鋤を用いて根揚げをした処理区と無処理区を設定した（図-1）。根揚げは、2012～2015 年の各年 1 回、根の成長期である 6～7 月に行った。

各調査区 100～110 本の苗木にナンバーテープを付し、2012～2014 年の各年、秋期に苗木の苗長及び根元直径を計測し、12～15 本を参考のため掘り取った。そして、4 年生時の 2015 年 10 月に残り全ての苗木を掘り取り、苗木の苗長、根元直径及び枝、葉、根の絶乾重量を計測した。なお、本報告における調査対象は、2012～2015 年まで計測を継続した苗木とした（図-1）。

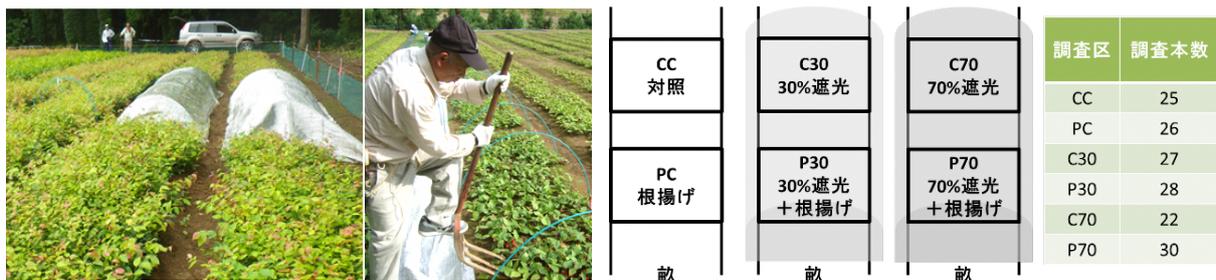


図-1. ブナ苗畑に設定した調査区の概要及び調査本数（写真右は根揚げの様子）

### (3) 解析

被陰処理及び根揚げが、2～4年生時の苗木サイズ及び4年生時の各器官の絶乾重量に及ぼす影響について、一般化線形モデル (GLM) を構築して評価した。応答変数を2～4年生時の苗長、4年生時の根元直径及び葉、枝幹、根の絶乾重量とし、応答変数の従う確率分布は正規分布とした。説明変数は根揚げ(なし、あり)及び被陰処理(0%、30%、70%)とした。link関数はidentityとした。統計解析には、R version 4.2.1 (R Core Team 2022) を使用した。

### 3. 結果と考察

各調査区における3年間の成長を比較すると、遮光率70%の被陰区及び根揚げ区において、苗長及び根元直径の成長が抑制される傾向があった(図-2)。しかし、遮光率30%の被陰区及び根揚げ区では、苗長及び根元直径の成長抑制効果が低く、2015年には対照を上回った(図-2)。

2～4年生時の苗長及び根元直径への各処理の影響について、GLMの係数推定値から、2、3年生時は被陰処理0%に対して、70%で負の影響が認められた(表-1)。しかし、4年生時では被陰処理30%で正の影響が認められた(表-1)。

4年生時の各器官の絶乾重量への各処理の影響について、GLMの係数推定値から、被陰処理において基準水準の0%に対し、30%で正の影響が認められた(表-2)。

調査期間中の生残率は、30%被陰区、70%被陰区、70%被陰及び根揚げ区で一部枯死が見られたものの、全体の生残率は8割以上であった(表-3)。

被陰処理及び根揚げがブナ苗木の成長へ及ぼす影響について調査した結果、遮光率70%で苗長及び根元直径が低く推移したが、4年生時のサイズへの成長抑制効果は確認できなかった。一方で、遮光率30%では成長促進効果が確認された。また、根揚げによる成長抑制効果は確認できなかった。すべての処理区で枯死のリスクが低かったことから、ブナ苗木が低い枯死率を維持しつつ、成長抑制効果を得るためには、被陰処理における遮光率、実施時期及び期間、そして、より影響力の高い根揚げの方法を検討する必要がある。

### 引用文献

- 海老原満・垂水秀樹・片岡寛純(1992) ブナ苗の成長に及ぼす根系切断の影響. 日林論 103: 451-452
- 橋詰隼人(1982) ブナ稚苗の生育と陽光量の関係. 鳥大農研報 34: 82-88
- 塚原雅美・松本麻子・金谷整一・西川浩己・吉丸博志(2011) ブナ苗の成長期における根系切断の影響. 日本森林学会大会発表データベース第122回日本森林学会大会: 482

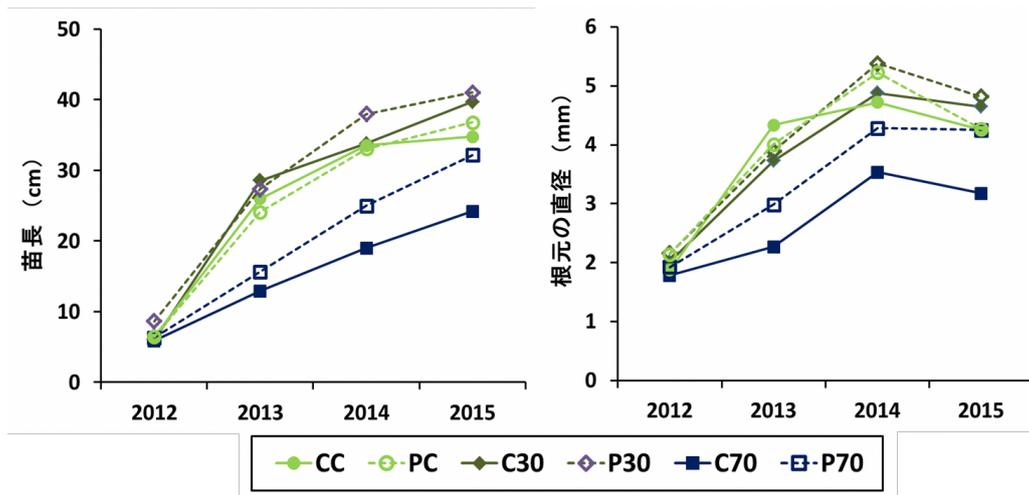


図-2. 調査区ごとの平均苗長（左）及び平均根元直径（右）

表-1. 2～4年生時の苗木サイズに及ぼす各処理の影響（GLM）

因子	根揚げ	被陰処理		切片	
		30%	70%		
2年生	苗長 (cm)	-1.43	3.73	-8.45***	24.18***
	根元直径 (mm)	0.05	-0.29	-1.26***	4.00***
3年生	苗長 (cm)	1.00	4.21	-8.70**	30.44***
	根元直径 (mm)	0.38	0.38	-0.78*	4.55***
4年生	苗長 (cm)	1.45	6.03*	-4.80	32.76***
	根元直径 (mm)	0.20	0.56*	-0.33	4.01***

※根揚げは基準水準のなしに対する根揚げありの係数推定値  
 ※被陰処理は基準水準0%に対する30%及び70%の係数推定値  
 ※有意水準：\*\*\* $p < 0.001$ ；\*\* $p < 0.01$ ；\* $p < 0.05$

表-2. 4年生時の各器官の絶乾重量に及ぼす各処理の影響（GLM）

因子	根揚げ	被陰処理		切片
		30%	70%	
葉重量 (g)	0.13	0.42***	0.04	0.26**
枝幹重量 (g)	0.28	1.03**	-0.14	1.44***
根重量 (g)	0.42	1.73***	-0.42	2.63***

※根揚げは基準水準のなしに対する根揚げありの係数推定値  
 ※被陰処理は基準水準0%に対する30%及び70%の係数推定値  
 ※有意水準：\*\*\* $p < 0.001$ ；\*\* $p < 0.01$ ；\* $p < 0.05$

表-3. 苗木の枯死数と生残率

調査区 (略称)	調査本数	枯死本数	生残率 (%)
対照区 (CC)	25	0	100
根揚げ区 (PC)	26	0	100
30%遮光区 (C30)	27	1	96
30%遮光 + 根揚げ区 (P30)	28	0	100
70%遮光区 (C70)	22	3*	86
70%遮光 + 根揚げ区 (P70)	30	1	97

※3本中2本の苗木が2012年の根揚げ時に埋まりその後枯死を確認

## 群馬県におけるミズキ造林地の初期成長・保育に関する研究

群馬県林業試験場 飯島民子

### 1. はじめに

現在、伐採時期に達した豊富な森林資源を活用するために主伐や皆伐が行われている。しかし、木材価格の低迷や再造林費用の負担が大きく、森林所有者等が林業経営に関心を持っていないことにより再造林が進まない状況である（林野庁，2020）再造林費用の低減に向けて、初期の樹高成長に優れ、伐期までの期間が短く収益性の高い早生樹に注目が集まっている。

早生樹と呼ばれる成長の早い樹種は多くあるが、どのような環境であってもその能力を發揮できるわけではなく、再造林に向けて樹種を選択する上で高成長の性質を發揮できる環境か、どのような初期保育が必要かといった基礎的な情報が必要不可欠である。

ミズキの材は、こけし、玩具、挽物漆器等に使われており、特に本県の草津、伊香保はミズキを使ったこけしの生産地として有名である。本県のこけし原木に適したサイズは芯持材で長さは1.8～2.1m、径は9～12cmを基準としている。そこで本研究では、県内に自生しており、木材加工品の原材料としての需要があるミズキを森林所有者等が再造林の際の樹種選択の候補として考えるための情報として植栽試験を実施し、植栽から3年間の成長量及び初期保育に関する基礎的なデータを収集した。また、再造林費用の低減のために大苗を植栽することの効果进行调查した。

### 2. 調査地と方法

群馬県高崎市上里見町142林班の山林内に0.25haの試験地を造成した。苗高規格1.0mの苗木と苗高規格0.5mの苗木をそれぞれ250本ずつ、計500本植栽した。調査対象は、苗高1.0mの苗木55本、苗高0.5mの苗木55本で、植栽間隔は2.2m、植栽密度は2,000本/haである。苗木は福島県の苗木生産者から購入した。試験地造成前は、梅林として使用されており、南東向き斜面で傾斜は10°以下の緩傾斜地である。

苗木の植栽は令和3年度4月20日に実施し、令和3年から令和6年の3成長期分の成長量調査、植生調査、成長過程に植栽木が受けた被害の記録、獣害対策の効果検証を行った。

### 3. 結果と考察

苗高規格1.0mの植栽木と苗高規格0.5mの植栽木の平均樹高の遷移を調査した結果を図-1に示す。3年間の調査期間中、苗高規格1.0mの植栽木の平均樹高が高い数値を示した。

植栽時の苗高がその後の樹高成長に影響を与えるか調査した結果を図-2に示す。植栽時の苗高は苗高規格のグループではなく植栽時に計測した苗高を使用している。今回の調査では、相関係数 $R=0.055$ のため、植栽時の苗高と樹高成長には相関がないことがわかった。

この調査結果から、植栽時の苗高にどれだけ差があっても樹高の成長量は変わらない傾向があることが分かった。図-1から苗高規格1.0mの植栽木の樹高の優位が3成長期を経ても変わらないことが分かり、図-2からは、植栽時の苗高は樹高成長量には影響しないことが分かった。このことから、植栽時の苗高が高い苗木の方がその高さの分だけ目標樹高に早く到達することが分かる。

以上の結果から、苗高の高い苗木を植栽することは、早く下草の被圧から抜け出すことができ、下刈り回数の低減に貢献することが分かった。

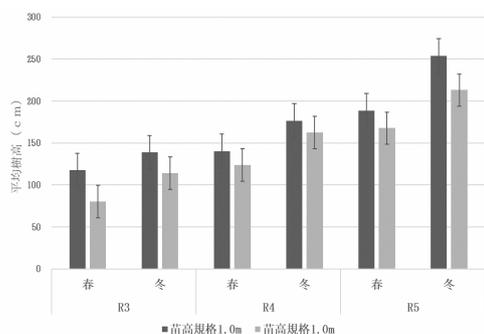


図-1 平均樹高の遷移

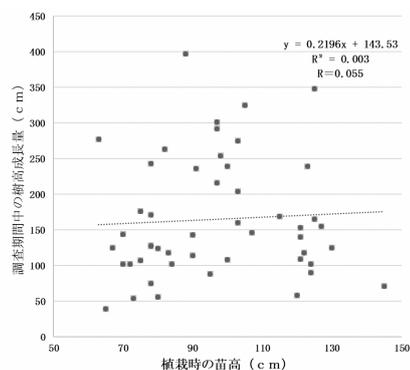


図-2 植栽時の苗高と樹高成長量の関係

初期保育方法を決定する上で重要な下草の植生を調べるため、Br-B1 の方形枠法による植生調査を行った。1m×1mの方形枠を試験地内に2プロット設置し、プロット内の出現種数、種名、被度、群度等を記録した。

地拵え後の試験地には草本層（K）のみが出現し、調査区1の群落の出現数は5種、群落高の平均は1.2m、被度は100%である。コセンダングサ優先して出現しており、他にガガイモ、カナムグラ、タケニグサ、ニガイチゴなどがみられた。調査区2の群落の出現数は5種、群落高の平均は1.0m、被度は100%である。調査区1と同様にコセンダングサが優先して出現した。両調査区で共通してコセンダングサが繁茂しており、ツル性植物が出現していた。

		調査区 1				調査区 2			
		階層：K（草本層）				階層：K（草本層）			
		植被率：100%				植被率：100%			
		群落高：1.2m				群落高：1.0m			
		優先種：コセンダングサ				優先種：コセンダングサ			
		出現種数：5				出現種数：5			
No.	階層	被度	群度	種名	階層	被度	群度	種名	
1	K	5	5	コセンダングサ	K	5	5	コセンダングサ	
2	K	1	2	カナムグラ	K	3	3	ガガイモ	
3	K	+	1	ニガイチゴ	K	+	1	スギナ	
4	K	3	3	ガガイモ	K	1	2	カナムグラ	
5	K	+	1	タケニグサ	K	+	1	アキノエノコログサ	

調査期間中発生した被害は、下草による被圧、シカの食害、ツルによる被害の3種類であった。表-1、表-2に発生した被害の推移と被害本数を示す。

表-1 調査期間中に確認した諸被害と対処

被害の種類	被害の推移状況			被害形態	対処
	R3	R4	R5		
下草による被圧	○	○	○	遮光	下刈り
シカの被害	○	○	○	枝葉、食害	獣害柵
ツル	○	○	○	遮光、主軸や枝の曲がり、折れ	ツル切り

表-2 被害本数一覧

植栽本数	苗高規格 (m)	調査本数	枯れ本数	折れ本数	食害本数	被害なし本数
500	1.0	55	0	19	15	21
	0.5	55	0	11	16	28

本試験地では、コセンダングサやツル性植物が優先し、日光を遮る被害や植栽木への巻き付きなどが多く発生した。植栽木が下草に覆われると、そこが病害虫の発生源にな

ってしまうため、対処として、刈用の鎌とせん定バサミで単木柵内の下草の除去を行った。

シカによる食害を受けた植栽木を調査した結果を表－3に示す。獣害対策として、単木柵を設置した。(坂和, 2021) 通常、単木柵の柵高は 1.0m であるが今回は苗高 1.0m の大苗も植栽しているため、通常の柵高に 0.5m のかさ上げを実施した単木柵も設置し、かさ上げの効果も検証した。

表－3 食害調査結果

調査項目	植栽木	対策	苗高規格 (m)	調査本数	柵高 (m)	調査本数	被害本数
シカによる 食害	500	単木柵	1.0	55	1.0	11	11
					1.5	44	4
		単木柵	0.5	55	1.0	13	13
					1.5	42	3

苗高規格ごとに柵高 1.0m の単木柵と柵高 0.5m の単木柵を設置したところ、どちらの苗高規格であっても柵高 1.0m の単木柵で保護した植栽木は全て食害にあった。柵高 1.5m の単木柵で保護された植栽木はそれぞれの苗高規格別で 10%以下の被害となった。

この結果から、苗木の保護資材に単木柵を設置する場合は、苗木規格に合わせて頂芽を守れるようにかさ上げを行うこと効果的であることが分かった。



図－3 単木柵 (柵高 1.5m)

群馬県では特にこけし原木として需要のあるミズキだが、地場産業等に供給されるミズキの原木は山野に自生しているものに依存していたため、材が大量に生産されることはなかった。天然林からの供給が減少傾向の中で、材を安定供給し、地場産業の保護、育成のためにも、ミズキの生産供給体制を維持することは非常に重要である。

今回の調査でミズキの初期成長、初期保育、大苗植栽の効果、初期保育における下草の影響力、獣害対策に関するデータを蓄積することができた。

## 引用文献

林野庁 (2020), 再造林の推進, 201012si-18.pdf (maff.go.jp)

坂和辰彦 (2021), 新たな獣害防止資材「単木柵」の開発, 群馬県林業試験場研究報告第 25 号

## シカ食害発生地における下刈り（坪残し刈り）について

埼玉県寄居林業事務所 中村葉子

埼玉県寄居林業事務所（現 埼玉県秩父農林振興センター） 谷口美洋子

### 1. はじめに

埼玉県では、森林の循環利用を図るため、皆伐・再造林を促進する事業を実施しているが、森林所有者から伐採跡地の広葉樹林化を求められることも少なくない。広葉樹造林は、針葉樹に比べ技術的に確立されておらず、コスト軽減も課題であり、保育に係るコストの中で大きな割合を占める下刈作業を省力化し、出来るだけ短期間で完了させることが望まれる。そこで、当研究室では伐採跡地を低コストに広葉樹林化するため、植栽木の周囲のみ下刈りを行う坪刈りを試験したが、シカの被害率が高く、坪刈りはかえってシカの通り道を作って誘導している結果となった。そこで坪刈りをやめ、代りに坪残し刈りという新たな手法等による効果試験を実施した。

### 2. 方法

調査は埼玉県秩父郡横瀬町芦ヶ久保地内にある人工林皆伐跡地（約1ha（約100m×100m）、標高670～750m、南東向き斜面）で行った。

2016年4月に植栽したミズナラ110本、及び2019年3月植栽のミズナラ50本を対象に、2019年4月、坪残し刈り区と防草シート区、及び対照区（下刈り無）を設定した。

2016年植栽木の各本数は、坪残し刈り区10本、対照区①（下刈り無）100本である。2019年植栽木の各本数は、防草シート①（ポリプロピレン不織布：ザバーン®・透水性高）（図-1）14本、防草シート②（ポリエステル織布：黒シート・透水性低）（図-2）17本、対象区②（下刈り無）19本である。

坪残し刈りとは、苗木の梢端部分周辺半径1m程度のみを刈り、苗木の梢端部以下および外側はシカが近づきにくくなるのを期待し、刈り残す方法(1)で山川ら(2)による植栽木と雑草木との競合状態の指標C2を作り出すものである（図-3）。

植栽木は、調査区設定時、成長期間の期末に樹高、根元直径を測定した。また、成長期末には、枯死本数と食害の有無についても調査した。

### 3. 結果および考察

成長期末の枯死率、被害率は、坪残し刈り区と対照区①で低い傾向にあった。年間成長量については、坪残し刈り区と対象区①を比較すると、坪残し刈り区で樹高、根元径ともに成長量が大きかった（表-1）。

防草シート区で枯死率、被害率が高かった一因として、植栽木の周囲に雑草木（ススキ）が少なく、シカの影響を受けやすかったものと考えられた。

これらの結果から、考案した坪残し刈りは対照区①と比較して、被害率は同程度であったが、成長量が大きいことが分かった。坪残し刈りは、下刈り効果により樹高成長を促進させ、保育初期段階の経費及び労務を削減できる手法の一つであると考えられた。



図-1 防草シート①  
(ポリプロピレン不織布：ザバーン®)



図-2 防草シート②  
(ポリエステル織布黒シート)

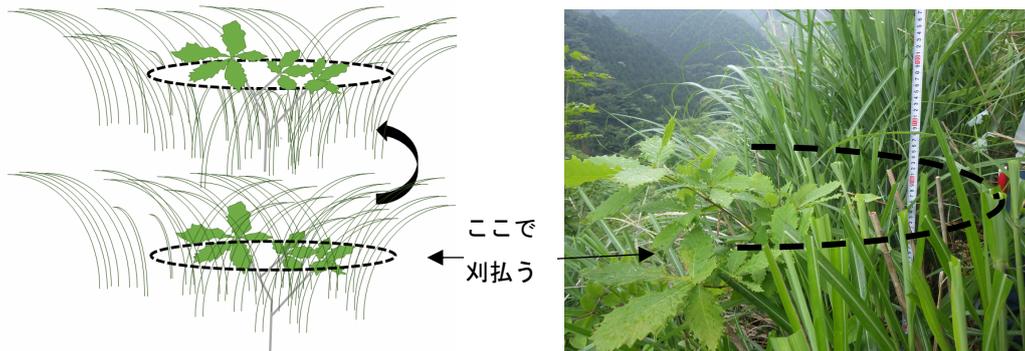


図-3 坪残し刈りのイメージ及び例

表-1 植栽木施業別生育状況

植栽年	調査区	年間成長量(cm)		n	枯死数	被害数	枯死率	被害率	備考
		樹高	根元径						
2016	坪残し刈り	22.9	3.6	10	0	8	0%	80%	
	対照区①	12.5	2.0	100	4	77	4%	77%	下刈り無し
2019	防草シート①	1.2	0.8	14	2	13	14%	93%	ポリプロピレン不織布 ザバーン®・透水性高
	防草シート②	-2.1	1.2	17	2	16	12%	94%	ポリエステル織布 黒シート・透水性低
	対照区②	-1.4	0.2	19	2	18	11%	95%	下刈り無し

## 引用文献

- (1) 谷口美洋子 (2022) シカ食害がみられる広葉樹造林地における下刈り (坪残し刈り) の効果. 関東森林研究 73 : 155-156
- (2) 山川博美・重永英年・荒木眞岳・野宮治人 (2016) スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響. 日林誌 98 : 241-246

## 食害されにくい苗木でノウサギの被害は防げるか？

静岡県森林・林業研究センター 鷲山立宗・袴田哲司

### 1. はじめに

コンテナ苗は皆伐後の再造林コスト削減に貢献できると期待されており(梶本・宇都木 2016)、その普及が進められている。一方で、コンテナ苗植栽後の獣害が大きな問題となっており、柵を設置しているにもかかわらずノウサギが柵内に侵入する場合や、柵内にノウサギが生息している場合もあり、植栽木の主軸を切断する被害が増加している(佐藤 2022)。柵で防ぎきれない場合は単木資材の活用も考えられるが、資材費がかさみ低コスト化を阻む要因ともなるため、別の視点から対策を講じる必要がある。過去には、スギ挿し木苗は実生苗より食害を受けにくいことが報告されているため(谷口 1986)、スギコンテナ苗の増殖方法の違いがノウサギによる主軸切断被害に与える影響を調査し、ノウサギに食害されにくい苗木について検討した。

### 2. 方法

調査地は静岡県藤枝市瀬戸ノ谷(北緯 34°59'、東経 138°10')の主伐後の再造林地である。標高約 800~820m、南西向き斜面(0~15度)で、最寄りの観測所(気象庁川根本町地域気象観測所)のデータによると、当該地域における 2021 年の年平均気温は 14.5°、年降水量は 3,331mm であり、積雪は認められなかった。周囲は 10cm 目合いの防鹿柵が設置されているにもかかわらず柵内でノウサギの食害が発生しており、本試験では補植を兼ねて植栽を行った。

スギコンテナ苗として、挿し木苗 132 本(2年生)、実生苗 32 本(2年生)を準備した。合わせて、別の研究で得られた組織培養で増殖した苗(2年生) 112 本も試験材料とした。これら 3 種類の苗(計 276 本)について、2021 年 5 月下旬に 2,500 本/ha の密度で、各種類がランダムに配置されるよう植栽した。その後、6 月上旬に苗高と根元径を測定した(図-1、2)。

2021 年 11 月下旬に、枯死した個体を除く、挿し木苗 112 本、実生苗 28 本、組織培養苗 105 本の計 245 本を対象として苗高及び根元径を測定した。この時点で調査対象木にはノウサギの被害は確認されなかった。その後、2021 年 12 月から 2022 年 2 月上旬にかけてノウサギによる主軸切断被害が発生したため、2022 年 2 月中旬に、被害を受けた苗木を調査した(図-1、2)。

### 3. 結果と考察

2022 年 2 月中旬の主軸切断被害の調査では、挿し木苗の被害率が最も低く、112 本のうち 30 本(26.8%)が被害を受けていた。次いで組織培養苗の被害率が低く、105 本のうち 64 本(61.0%)であった。最も被害率の高い実生苗は、28 本のうち 23 本(82.1%)であった(図-3)。

得られたデータを用いて、一般化線形モデル(誤差分布:二項分布、リンク関数:ロジット)による解析を行った。主軸切断被害の有無に影響する可能性のある要因として、増殖方法のほかに苗のサイズが考えられるため、苗のサイズを代表する変数として根元径を選定した。目的変数を主軸切断被害の有無とし、説明変数を増殖方法、根元径、交互作用としたモデルについて逸脱度分析を行ったところ、苗の増殖方法は主軸切断被害の有無に有意に影響していたが、根元径による影響は認められなかった(表-1)。

また、増殖方法と根元径の交互作用が有意に影響していることから、目的変数を主軸切断被害の有無とし、説明変数を根元径として、増殖方法別に逸脱度分析を行ったところ、挿し木苗のみで根元径が主軸切断被害の有無に対して有意に影響しており(表-2)、根元径が大きいほど被害の発生する確率が低くなった(表-3)。

増殖方法別の被害の割合について、Fisher の正確確率検定 (Bonferroni 補正) により多重比較を行ったところ、実生苗と組織培養苗では有意な差は認められなかったが、挿し木苗は他の増殖方法に対して有意な差が認められた (表-4)。

以上により、スギコンテナ苗の増殖方法の違いは主軸切断被害に影響しており、実生苗と組織培養苗に比べて、挿し木苗は被害を受ける割合が低かった。また、根元径による主軸切断被害への影響は挿し木苗のみで確認され、根元径が大きいほど被害の発生する確率が低かった。

植栽するスギ苗として、組織培養苗は一般的では無いが、実生苗と挿し木苗では被害に顕著な差が見られ、挿し木苗の植栽はノウサギによる食害対策の一つになることが示唆された。

引用文献

梶本卓也・宇都木玄 (2016) プロジェクト「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」の紹介. 森林遺伝育種 5(2):101-105  
 佐藤重穂 (2022) 温故知新と不易流行—再造林地の直面する課題—. 森林技術 967:2-6  
 谷口 明 (1986) 鹿児島県におけるノウサギによる造林木の被害とその個体群生態に関する研究. 鹿児島県林業試験場研究報告 2:1-38

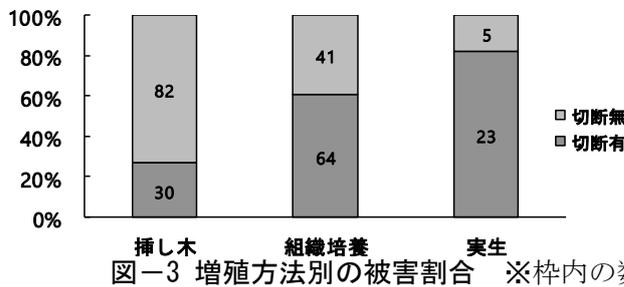
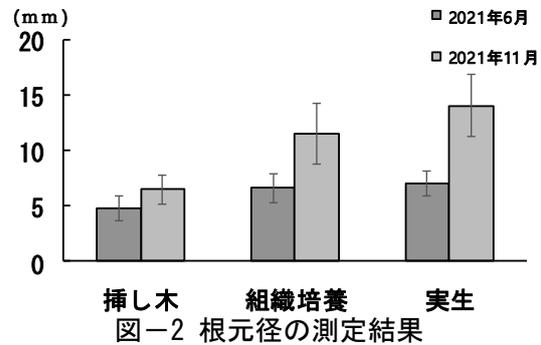
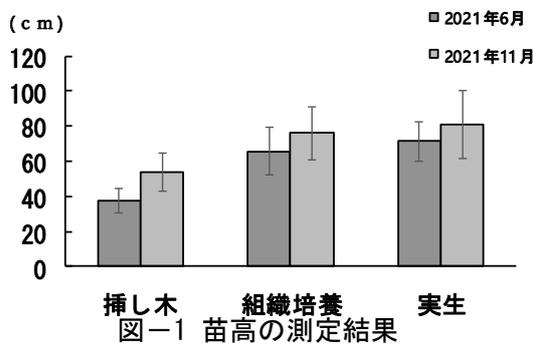


表-1 一般化線形モデルによる逸脱度分析

目的変数	説明変数	逸脱度	自由度	p 値
主軸切断	増殖方法 (A)	17.66	2	***
	根元径 (B)	0.13	1	0.721
	A×B	10.53	2	**

\*\*\*p < 0.001、 \*\*p < 0.01、 \*p < 0.05

表-3 挿し木苗の一般化線形モデル

目的変数	説明変数	係数	標準誤差	z 値	p 値
主軸切断	根元径	-0.55	0.19	-2.87	**
	(定数項)	2.51	1.21	2.07	*

\*\*\*p < 0.001、 \*\*p < 0.01、 \*p < 0.05

表-2 一般化線形モデルによる増殖方法別の逸脱度分析

モデル	目的変数	説明変数	逸脱度	自由度	p 値
挿し木	主軸切断	根元径	9.35	1	**
		根元径	1.16	1	0.282
組織培養	主軸切断	根元径	1.16	1	0.282
実生	主軸切断	根元径	0.16	1	0.694

\*\*\*p < 0.001、 \*\*p < 0.01、 \*p < 0.05

表-4 Fisher の正確確率検定 (Bonferroni 補正) による増殖方法別の被害割合の多重比較

増殖方法	補正 p 値
実生×組織培養	0.132
挿し木×実生	***
挿し木×組織培養	***

\*\*\*p < 0.001、 \*\*p < 0.01、 \*p < 0.05

## 岐阜県下に植栽したコウヨウザンの初期成長

岐阜県森林研究所 宇敷 京介

### 1. はじめに

戦後の拡大造林により植栽された林分の主伐再造林が進む中、初期保育にかかるコストの削減や伐期短縮の目的で、早生樹が注目されている。その1つにコウヨウザンが挙げられる。岐阜県では、面的に植栽された事例はなく、植栽後どのくらいの獣害が生じるのかは不明である。また、コウヨウザンの植栽可能地域は年平均気温 12℃以上、WI90℃・月以上、CI-15℃・月以上である（山田ら 2016）と報告されており、岐阜県では、県南部を中心とした平野部が該当するが、県内でのコウヨウザンの成長は不明である。ここでは、食害の発生傾向と植栽可能地域を明らかにするため、県下各地域に設定した植栽試験地において、その後の初期成長を比較した。

### 2. 調査方法

獣害対策の方法によるノウサギの食害の発生状況の違いを確認するため、植栽後に Tubex を設置した区（Tubex 区）、忌避剤を散布した区（忌避剤区）、無処理区の3区を用意した試験地を設定し、1 成長期末に食害の有無を調査した。この試験地では、周囲に防鹿柵（目合い 10 cm）が設置されているが、ノウサギは柵内外に出入りできていた。

初期成長の比較調査は、岐阜県内 5 か所に設けた試験地で行った。植栽可能地域の条件を満たす場所に3か所（土岐1、土岐2、郡上1）、満たさない場所に2か所（郡上2、高山）試験地を設定した（表.1）。各試験地で、植栽時（0年）と1～（4）5年目の成長休止期に対象個体（枯死個体、梢端の食害、誤伐個体等を除く）の樹高、根元直径を計測した。どの試験地にも、獣害対策として単木保護資材（Tubex）を設置した。

### 3. 結果と考察

獣害対策別のノウサギによる食害の発生状況を図.1 に示した。無処理区では、100%の個体で、忌避剤区でも 60%の個体で食害が発生した。このことから、既報（鶴川ら 2020）のとおりに、ノウサギのコウヨウザンに対する嗜好性は高いと考えられる。一方で、Tubex 区は、コウヨウザンが完全に資材に覆われているため食害は発生しなかった。そのため、Tubex は、ノウサギの食害を防止する点で、効果が高かった。しかし、防鹿柵がない成長試験地では、Tubex の高さ（150 cm）を越えて展開した枝葉に、採食跡があり、シカ類にも採食されていると考えられた。また、成長試験地も含め、一部の個体では樹形異常や倒伏が確認されたことから、単木保護資材は適当な獣害対策とはいえない。そのため、コウヨウザンの早い成長を十分に活かすためには、ノウサギへの対策に加え、シカ対策もする必要があり、その方法についても考える必要がある。

続いて、コウヨウザンの成長を図.2 に示した。植栽可能地域の条件を満たす試験地と満たさない試験地間の樹高、根元直径の平均値の差は、2 成長期末から生じ、年々拡大していた。また、植栽後の4年間の成長量を図.3 に示した。樹高では、条件を満たす試験地と満たさない試験地間、さらに、条件を満たす試験地間でも、有意差（ $p < 0.05$ ）がみられ、郡上1 > 土岐2 > 土岐1 > 郡上2、高山となった。根元直径では、条件を満たす試験地と満たさない試験地の間に有意差（ $p < 0.05$ ）がみられた。以上から、コウヨウザンの成長を期待するのであれば、まずは、植栽可

能地域の条件を満たす場所で植栽すべきだといえる。さらに、同じ条件を満たす試験地の間でも成長に差が生じていたことから、立地条件等にも配慮して植栽場所を選択する必要がある。

### 引用文献

鶴川信・藤澤義武・大塚次郎・近藤禎二・生方正俊 (2020) ニホンノウサギによる食害とその防除がコウヨウザン 1 年生苗の生残 および成長に与える影響. 日林誌 102 : 317-323  
 山田浩雄・安部波夫・埴栄一・大塚次郎・磯田圭哉・生方正俊 (2016) コウヨウザンの所在地データベースの作成. 日林学術講 127 : 142

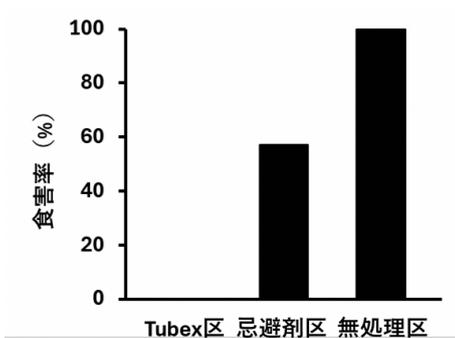


図.1 処理別の食害状況

表.1 各試験地の概要

試験地	植栽年	標高(m)	斜面位置	斜面方位	年平均気温	WI	CI
土岐1	2018	70	造成地	—	12.4	98.2	-9.5
土岐2	2018	80	斜面中腹部	北	12.2	95.8	-10.2
郡上1	2018	280	山脚部	西	12.4	98.3	-10.1
郡上2	2018	650	斜面上部	北西	10.8	88.4	-19.1
高山	2020	1050	斜面下部	西	7.5	62.9	-33.2

灰色の着色は、植栽可能地域の条件を満たさない

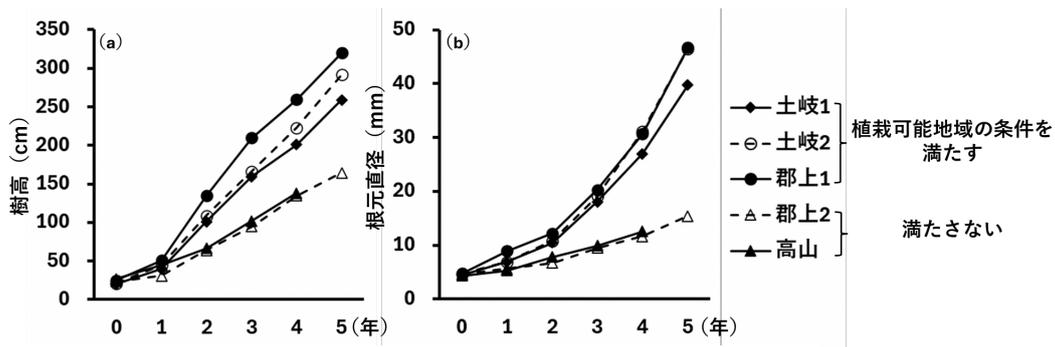


図.2 各試験地の初期成長 (a) 樹高 (b) 根元直径

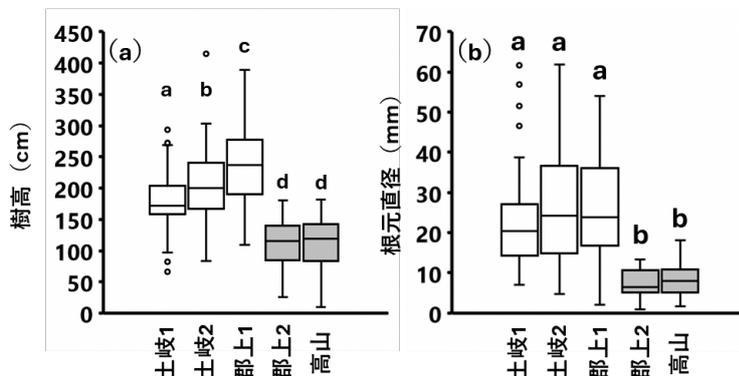


図.3 各試験地の成長量 (a) 樹高 (b) 根元直径

成長量=4 成長期末の測定値-植栽時の測定値

steel-dwass 検定 肩文字が異なる区間で有意差 ( $p < 0.05$ ) がみられた

## 植栽初期のヒノキ・コンテナ苗の成長と下刈り期間短縮の可能性

岐阜県森林研究所 渡邊 仁志

### 1. はじめに

多点調査データに基づいたこれまでの成長比較調査によって、植栽後のコンテナ苗の樹高成長は裸苗を上回ることなく、成長の優位性はない（または小さい）とされている。対して、培土付きで山出しされるというコンテナ苗の特性を活かして、溶出期間が育成期間より長い肥料（以下、緩効性肥料）を元肥に用いれば、初期成長の促進に有効だという報告がある（渡邊ら 2017）。本報では、このコンテナ苗が下刈り年数の短縮に寄与するか検討するため、植栽後4年間のサイズや成長量を裸苗と比較し、雑草木との競争関係を評価した（渡邊ら 2021）。

### 2. 調査方法

供試苗木はヒノキの2年生裸苗と1年生苗をマルチキャビティコンテナ（JFA-300）に移植し、1年間育成した2年生コンテナ苗である。コンテナ苗の培地には、ココナツハスク 70、粃殻 30、粃殻炭 3 を約 10ℓ に調整した培土に、培土 1ℓ あたり 10g の緩効性肥料（N16-P5-K10、溶出日数 700 日）を元肥として混合した。この肥料は含有窒素の 80% が約 700 日で徐々に無機化されるため、育苗期間を経てもなお、植栽後に約 1 年間の肥効が期待できる。

調査は、岐阜県下呂市の高天良国国有林（標高 720~730m、土壌型 B<sub>D</sub>(d)）の北西向き緩斜面（平均傾斜 11 度）で行った。2014 年 4 月に、隣接する調査区（各約 350m<sup>2</sup>）にコンテナ苗、裸苗を 97 本ずつ植栽し、植栽時（0 年）と植栽 1 年目~4 年目までの成長休止期に、対象個体（枯死個体、食害や誤伐個体等を除く）の樹高、根元直径を計測し、形状の指標として比較苗高（樹高/根元直径）を計算した。さらに植栽 5 年目の下刈り実施前には、雑草木の構成や植栽木との競合状態を評価するため、植栽木の樹高、および植栽木に隣接する最も高い雑草木の種、植生高を記録し、山川ら（2016）の判定基準により競合状態を区分した。下刈りは植栽 1~5 年目（2014~2018 年）の 7~9 月に年 1 回行った。

### 3. 結果と考察

本研究で用いたコンテナ苗が、樹高や根元直径の相対成長率で裸苗を上回っていたのは、植栽 1 年目に限られていた（渡邊ら 2017）。しかし、その後の樹高、根元直径の実成長量は依然として裸苗と差がないか、それ以上であって（図省略）、実サイズにおけるコンテナ苗の優位性は植栽 2 年目以降も継続していた（図-1）。また、コンテナ苗は、植栽時の比較苗高が高かったにもかかわらず、実サイズにおける優位性を常に保ちつつ、植栽 3 年目には裸苗と変わらない水準の比較苗高に落ち着いていた（図-1）。

植栽 5 年目夏の時点で、裸苗の樹高は植栽時にあった差を含め、コンテナ苗より平均値で約 40cm 小さかった（図-1a、図-2 の破線）。裸苗区のヒノキは雑草木との樹高差が小さく、梢端が雑草木から抜け出していない個体が観察された。そのため、裸苗区には樹冠が雑草木と同等の高さにあり、競合状態が C3、すなわち雑草木との垂直的な競合状態が継続しているヒノキが存在した（図-2）。これに対し、コンテナ苗区では、全木が C1 または C2 の状態であり（図-2）、垂直方向の相対的な競争関係では、樹冠の一部（=C2）または半分以上（=C1）が雑草木より高い位置にあったため、すべてのヒノキが雑草木より優位な状態にあった。このように、コンテナ苗は、育苗時に施用した緩効性肥料の効果によって、植栽 5 年目まで一貫して裸苗より樹

高が高い状態にあったことによって、雑草木との競争関係が軽度となり、垂直方向の競合状態が裸苗より少なくとも1年早く緩和されたと考えられる。

植栽木と雑草木の成長速度によっては、下刈りの停止により植栽木が雑草木に再被覆される危険性があるが、本調査地は二代目の造林地であり、加えて連続した4年間の下刈りによって、植生はススキと落葉低木を主体とする単純な種組成になっていた。主要な競合相手であるススキの植生高を考え合わせると、コンテナ苗区のアシタカがこれ以降、強い被圧状態におかれることはないかと推測される。事業地の標準仕様に基づいて、実際には両区とも5年間の下刈りが行われたが、コンテナ苗区においては、雑草木の競争の緩和を目的とした植栽5年目の下刈りは不要であり、下刈り年数が1年短縮できていた可能性が示唆された。

## 引用文献

- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博（2017）ヒノキにおける実生裸苗と緩効性肥料を用いて育成した実生コンテナ苗の初期成長. 日林誌 99 : 145-149
- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博（2021）ヒノキ実生コンテナ苗の4年間の成長と下刈り年数短縮の可能性. 日林誌 103 : 232-236
- 山川博美・重永英年・荒木眞岳・野宮治人（2016）スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響. 日林誌 98 : 241-246

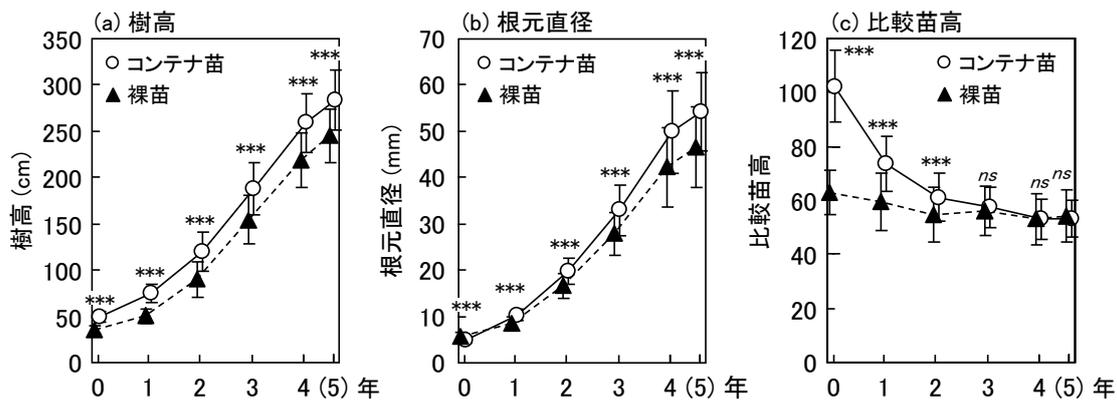


図-1 苗木の樹高 (a)、根元直径 (b)、および比較苗高 (c) の推移

植栽2年目までは公表済みの数値（渡邊ら 2017）を利用した。パーは標準偏差、アスタリスクは苗種間の平均値に有意差（Welch の t 検定、 $p < 0.001$ ）があることを示す。

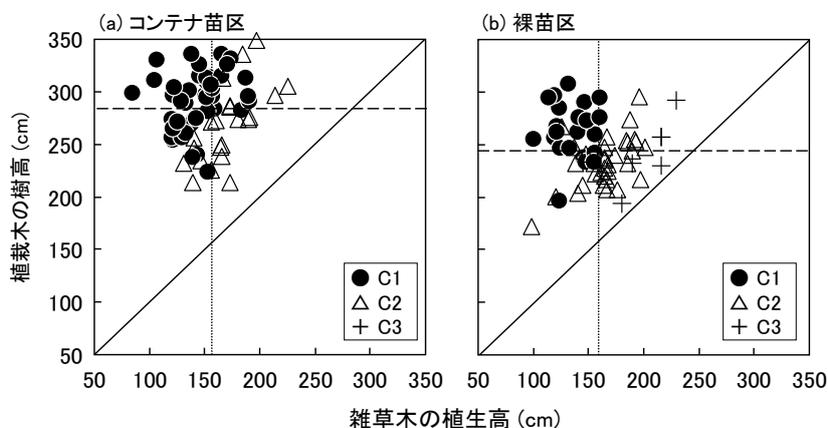


図-2 競合状態別の植栽木と雑草木の高さの関係

植栽5年目夏の調査に基づく。裸苗区のC3個体において、同値のため完全に重なってプロットされている個体がある。図中  $y = x$  の実線は植栽木=雑草木、X軸に平行な破線は植栽木の平均樹高、Y軸に平行な点線は雑草木の平均植生高を示す。

## 省力下刈が実施された 8 年生造林地の植栽木の状況と

### 5 年生時からの樹高成長

山梨県森林総合研究所 長谷川喬平

#### 1. はじめに

下刈は育林作業の中で経済的・身体的負担が大きく、低コスト・省力化が求められている。最も単純な方法としては下刈をしない、あるいは回数を減らすことが考えられる。山梨県では通常カラマツは年一回の下刈を 4 回、ヒノキは 6 回実施されているが、この回数を減らした試験地の 5 年生時の調査から、回数を半分にしても問題ないことが示唆された（長谷川ら 2020）。今回はその試験から 3 年が経過した、8 年生時の追跡調査の結果から、省力下刈実施後の植栽木の状況について報告する。

#### 2. 調査方法

2015 年に造林された植栽地にカラマツ 3 箇所、ヒノキ 4 箇所の試験地を設定した（図-1）。各試験地に一度も下刈をしない「無下刈」、標準回数の半分-1 回（ヒノキ 2 回、カラマツ 1 回）、標準回数の半分（ヒノキ 3 回、カラマツ 2 回）の処理区を設定した。処理区に隣接する通常通りに下刈が実施された箇所を対照区とした。2019 年、2022 年に植栽木の調査を実施した。2022 年の調査では植栽木の競合状態を山川ら（2016）の基準を参考に判定した。

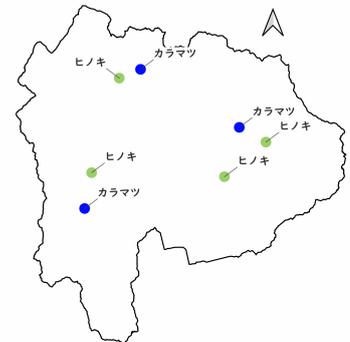


図-1.調査地位置図

#### 3. 結果と考察

生存率は 5 年生時に比べ全体的に落ち、特にカラマツの無下刈で枯死が増加した。しかし、それ以外の処理区では微増した程度であり、下刈の回数を減らしても枯死が激増する傾向は見られなかった（図 2）。樹高は下刈の回数を減らしたほど成長が落ちている傾向は見られるが、無下刈でも平均 1m の成長は見られた（図 3）。生存率や樹高のみで見れば無下刈でも問題なさそうだが、図 4 に示す競合状態を見ると、ヒノキの無下刈では 8 割以上の個体が被圧下（C4）にあった。カラマツ無下刈は平均 2 割ほどだが、大部分が C4 という調査地も見られた。したがって、木材生産を目的とした一斉林を目標とするならば、無下刈では難しいと考えられる。一方で回数を減らしたが下刈を行った処理区では、通常の半分より 1 回少なくても、両樹種とも 6 割以上の個体は C1 と被圧から脱出していた。以上のことから、一斉林の成林のためには無下刈は難しいが、通常実施される回数ほど下刈をしなくとも問題無いことが改めて確認された。

#### 引用文献

- 長谷川喬平・田中 格・大地純平（2020）下刈り期間が短縮されたヒノキ・カラマツ植栽木の 5 年後の成長. 第 131 回日本森林学会大会講演要旨 P2-125
- 山川博美・重永英年・荒木眞岳・野宮治人（2016）スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響. 日林誌 98:241-246

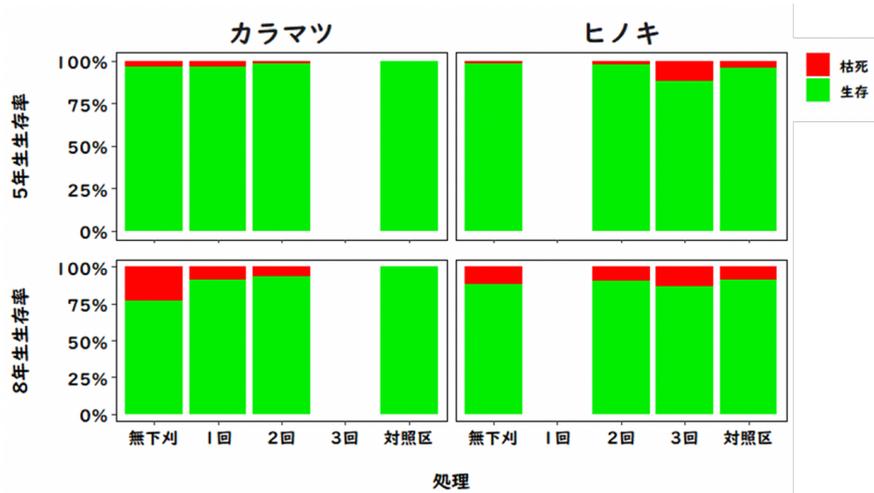


図-2.5年生および8年生時の生存率

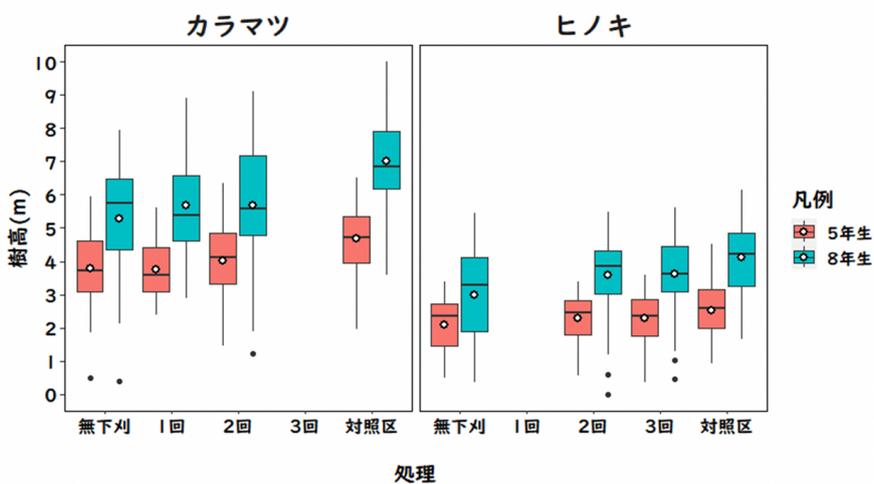


図-3.5年生および8年生時の樹高

箱中の横線は中央値、白丸は平均値、箱外の黒丸は外れ値を示す

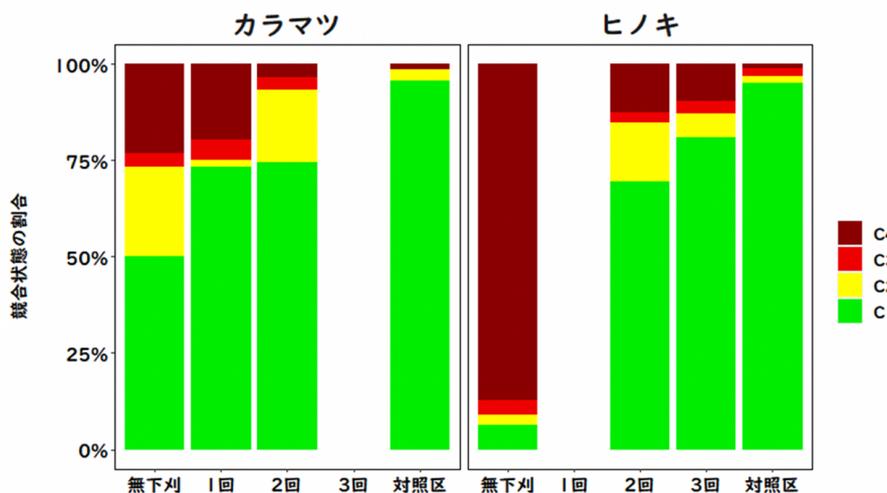


図-4.8年生時の植栽木の競合状態

- C1 は植栽木の樹冠の半分以上が周囲の植生より高く被圧を受けていない
- C2 は植栽木の樹冠の半分以上被圧を受けているが梢端は抜け出ている
- C3 は植栽木の梢端と周囲の植生の高さが同じ
- C4 は植栽木が周囲の植生に完全に被圧されている

## 【研究成果】

# センダンの育林技術に関する研究

愛知県森林・林業技術センター 長谷川規隆

## 1. はじめに

本県では、早生樹への関心が高まっており、造林樹種の1つとして早生樹であるセンダンの導入を目指している。本研究では、センダンの育林における県内での植栽条件や初期施業方法の確立を図るため、県内に複数の試験地を設け、センダンの成長状況を調査した。また、センダンを加害する病害虫であるゴマダラカミキリへの対策も検討した。

## 2. 方法

2021年4月に当センター内の苗畑に播種し育苗した苗木を、2022年2～5月に県内5試験地において植栽し、四半期毎に樹高と根元径を計測した。また、目視により病害虫による被害状況を確認した。

各試験地は、新城市玖老勢（植栽本数60本、標高125m）、豊田市小渡町（植栽本数240本、標高245m）、岡崎市大代（植栽本数20本、標高190m）、森林・林業技術センター試験林（以下、センター試験林）（植栽本数50本、標高295m）、設楽町田峯（植栽本数44本、標高990m）である（図-1）。各試験地においては、植栽後1年目と2年目の5月と9月に芽かきを実施した（計4回）。なお、芽かきは「センダンの育成方法」（熊本県林業研究指導所 2015）に基づき実施した。また、植栽前に土壌調査、データロガーによる気温・照度の計測、施肥（ウッドエース4号、ジェイカムアグリ株式会社製）を行った。なお、施肥には各試験地で1本あたり0g、50g、90gの3区分を設けた。更に、植栽位置を斜面の位置によって上部、中部、下部と分類した。



図-1 試験地の位置

## 3. 結果と考察

### (1) 試験地毎の成長状況

試験地毎の樹高及び根元径の調査結果は、図-2及び図-3のとおりとなった。センダンの樹高成長の傾向として、3～9月の春期から夏期が成長期間であった。9～3月の秋期から冬期は樹高の成長は停滞する一方、根元径の成長は鈍化するものの継続していた。試験地別に2022年6月から2023年12月まで2成長期分の平均樹高成長量を見ると、新城市玖老勢+290cm、豊田市小渡町+210cm、岡崎市大代+79cm、設楽町田峯-62cmとなった。ゴマダラカミキリ被害を受けたセンター試験林では、萌芽更新を図るため2023年3月に地際伐採を行ったため、他試験地と同様に評価することはできなかった。設楽町田峯の試験地は、標高が990mで冬期に積雪があるため、ほとんど成長は見られず、植栽した44本のうち77%にあたる34本で先枯れが発生し、そのうち6本が枯損した。このような現場では、冬季に寒害を受けやすいため、その後の生存・成林は困難であると考えられた。

### (2) 根元径と樹高の関係について

計測した全個体の2023年12月時点の根元径と樹高の関係は図-4のとおりとなり、相関係数

は0.94となった。このことから、植栽2年目において強い正の相関を示すことを確認し、センダンを通直で安定した形状に仕立てる上で、植栽後2年間の芽かきは重要であると考えられた。

### (3) 成長への影響因子

成長への影響因子として、土壌、植栽位置、施肥量、照度を評価した。土壌は、成長への影響が最も大きく、特に良好な成長を示した新城市玖老勢と豊田市小渡町は、A層が発達し、湿潤で、適度な透水性を持っていた。植栽位置については沢に近いほど、施肥量については多いほど成長量が大きくなる傾向が見られた。また、植栽位置に関係なく良好な成長を示した個体があり、これは照度が影響したものと考えられた。このため、育林においては各環境条件の考慮が重要であると考えられた。

### (4) 病害虫被害とその対策

2022年8月、センター試験林において、ゴマダラカミキリによる樹皮への被食被害が発生した。被害は91%（45本/49本、1本は誤伐）で発生し、樹皮全体がえぐられ、中には自重で倒れる個体も見られた。

2023年3月、被害の大きい個体43本を地際から3~4cmの高さで伐採したところ、72%にあたる31本で萌芽更新した（写真-1）。萌芽更新個体の平均樹高は同年12月で107.41cmとなり、木化も進んでいた。なお、対策として果樹や農作物に対して有効な薬剤（ダントツ水溶剤、住友化学株式会社製）を2023年5月及び6月に散布したところ、この年はゴマダラカミキリの被害は確認されなかった。

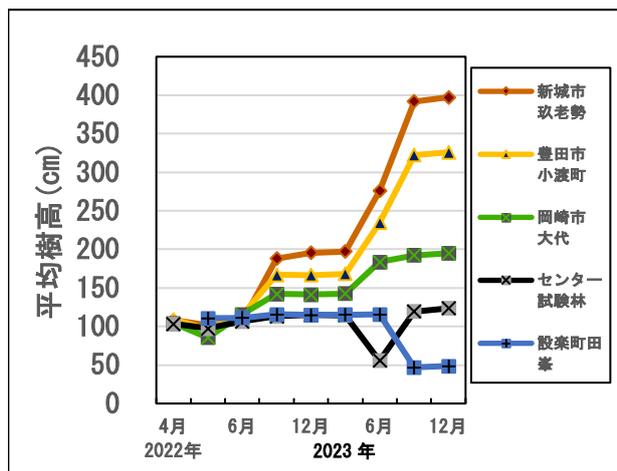


図-2 試験地別 平均樹高の推移

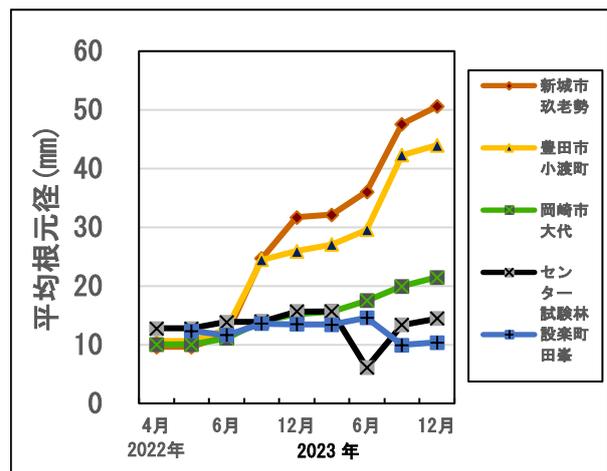


図-3 試験地別 平均根元径の推移

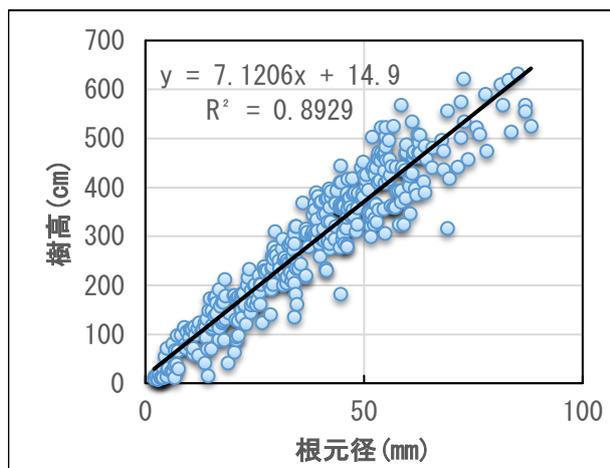


図-4 根元径と樹高の関係



写真-1 地際伐採し萌芽更新した状況

## 研究プロジェクト「管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発」について

森林総合研究所 壁谷 大介

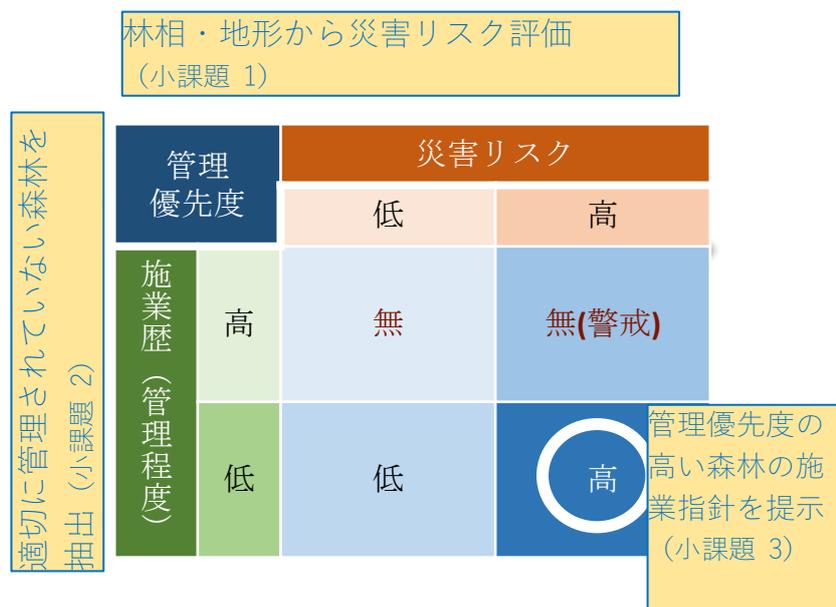
### 1. プロジェクトの背景と概要

我が国の森林面積の約 1/4 を占める私有林人工林は、その 2/3 で適切な経営管理が行われていない恐れがあるとされ、管理不足に伴う山地災害の頻発化・激甚化による地域住民の被害の甚大化が危惧される。行政施策としては、平成 31 年 4 月に開始された「森林経営管理制度」により、適切に管理されていない私有林を市町村が所有者に代わり管理することとなった。しかしながら人材・資金的に制限の大きい市町村においては、行政処理能力の範囲内で効率的にこの制度を運用する必要があり、そのためには、都道府県等が進めている航空機レーザ計測(ALS)の成果を活用した森林管理の必要性（管理優先度の高低）の判断を支援する仕組みを整える必要がある。ここで管理優先度が高い森林とは、現状では山地災害発生危険度が高く適切に管理されていない人工林であり（図右下）、かつ森林管理による林相の改善によりリスク増大の抑制が見込まれる森林である。これらの林分に対する施業の実施においては、施業自体が災害危険度を高めることがないように注意を払いつつ、その林況や地形に応じて将来の危険度を低減させるために適切で効率的な施業を行う必要がある。

以上の課題を解決することを目的として、森林総合研究所は福岡県、茨城県とコンソーシアムを形成し、プロジェクト研究「管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発」を実施している（令和 3～7 年度、主査：鷹尾元）。プロジェクトでは 3 つの小課題において、山地災害の発生メカニズムを解明し（小課題 1）、その危険性を ALS で得られた地形や林況の情報で評価する（小課題 2）ことにより、市町村が管内の私有林人工林の中で経営管理が行われておらず山地災害の危険性の高い森林を抽出して施業方針を示す（小課題 3）ことを目的としている（図）。

### 2. 課題の進捗と成果

森林災害リスクの評価技術の開発を目指す小課題 1 では、プロジェクトモデル地域（福岡県久留米市、茨城県常陸太田市）における多点調査を通して、表層崩壊発生の基盤因子となる土層厚推定モデルの精度向上に繋げている。また、地形の自動判読による 0 次谷抽出技術を開発し、山地災害危険度マップの作成を進めている。加えて、風洞実験に



図：災害リスク・管理程度のマトリクス

よる施業に伴う樹冠空隙が周囲林分に与える風害リスクの評価や、水路実験による流路沿いの立木による流木捕捉効果の検証を通じて、施業と災害リスクの関連性についても検証を進めている。

管理優先度を判断するための空間情報解析・表示技術の開発を目指す小課題 2 では、プロジェクトモデル地域で取得されている ALS データを利用して、推定が困難な個体密度を介さずに人工林の管理状況を表す指標として、ALS のエリアベース解析を進めている。これまでに、メッシュ単位での樹冠閉鎖率と平均樹冠長率に任意の閾値を設定して重ね合わせることで、人工林の経営管理実態を表現可能なマップを作成する一連の手順を構築している。また、林道・作業道のデータと搬出間伐林分との関係の分析結果が、施業が適切に行われていない可能性が高い場所の特定に寄与するか否かについて検討している。

小課題 1・2 で開発された手法で抽出された管理優先度が高い森林に対する施業指針を検討する小課題 3 では、間伐による個体成長・葉量回復（間伐効果）が見込める林分の抽出手法の確立を目的として、収集した既存の文献情報を精査し、間伐の有無および間伐からの経過時間に伴う形状比等の変化状況の評価を進めている。また、熊本県人吉市と福岡県に設定された間伐試験地のデータを基に、施業の速やかな効果を表す指標として間伐に伴う樹冠長の変化量について解析することで、林齢増加と共に間伐に伴う樹冠長変化量の低下を明らかにしており、施業効果の予測に繋げることを目指している。さらに高知県の既設の間伐試験地における長期間の毎木調査を通して、間伐効果の継続性について検証を続けている。

3 つの小課題に加えて、成果の効果的な社会実装を図るため都道府県に対してアンケートを行い、森林管理経営制度への対応に関する現場の対応状況や、本プロジェクトで開発予定のツールに対するニーズに関する情報の収集も進めている。

### 3. 今後の課題

本プロジェクトは、成果として市町村等に管理が求められている森林の管理優先度を評価し、適切に管理するための、一連の流れと技術を説明する「手引き」を作成する。手引きでは読者対象として、1. 森林経営管理制度の担い手である市町村の担当者、2. 市町村から受託し管理優先度・施業オプションを実際に示す事業者および市町村に技術的指導や助言を行う都道府県の林務担当者、を類想定している。手引きは、概要編と技術編の二部構成を予定しており、概要編では管理優先度の判断と施業技術の選択についての考え方と一連の流れをそこから得られる情報例と共に示し、技術編では一連の流れを形づくる個別の技術の詳細を概要編と関連付けて解説する。一連の技術を実施して人工林の管理優先度・施業技術を示せる、または実施に向けた助言を行えるようになることを目指していく。

### 引用文献

農林水産技術会議、現場ニーズ対応型研究（令和3年度開始）

<https://www.affrc.maff.go.jp/docs/project/jisseki/2021/index.html>

おわりに

この報告書は、関中林試連の「持続的かつ効率的な更新・保育技術の開発に関する研究会」に参画した全12機関の研究成果をまとめたものである。研究期間の2019年度から2023年度（令和元年から5年度）までの5年間において、各参画機関は低コスト再造林や広葉樹林化など、社会の要請に応えた森林造成技術に関する研究を行ってきた。研究期間のうち3年間は新型コロナウイルス感染症対策により対面での会議や現地検討がかなわなかったが、リモート開催により同じ課題を担当する研究員間での情報共有や連携を続けることができた。そして、本研究会の活動によって、これまでの針葉樹人工林の施業から広葉樹利用も含めた多様な目標林型に応じた樹種の選定や植栽密度、保育等の施業技術に関して研究の必要性が生まれてきた。

そこでこれらの情報交換を図ることを目的として2024年（令和6年）からは「多様な目標林型に対応した森林施業技術に関する研究会」がスタートする予定である。本研究会の成果の一端を本報告書で共有する機会を得たことに感謝するとともに、これらの成果が多くの方々の参考となり、次期研究会による研究の進展につながることを期待している。

令和6年3月

新潟県森林研究所 塚原雅美

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会  
持続的かつ効率的な更新・保育技術の開発に関する研究会  
参画機関

群馬県林業試験場  
埼玉県寄居林業事務所森林研究室  
千葉県農林総合研究センター森林研究所  
東京都農林総合研究センター  
新潟県森林研究所  
富山県農林水産総合技術センター森林研究所  
山梨県森林総合研究所  
長野県林業総合センター  
岐阜県森林研究所  
愛知県森林・林業技術センター  
静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター  
国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

【連絡先】

<関東・中部林業試験研究機関連絡協議会事務局>  
国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部研究管理科地域連携戦略室  
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1 電話 029-829-8121  
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/kanchu/index.html>

<裏表紙写真>

左上：筑波山山頂付近のブナ天然林  
左下：コウヨウザン高齢林（愛知県）  
右上：筑波山山頂からの眺望  
右中：筑波山国有林複層林試験地  
右下：更新補助作業で発生成長したホオノキ個体

