

令和7年度  
造林作業の機械化に向けた  
施業体系の検討に関する  
調査委託事業  
報告書

令和8（2026）年3月

林野庁

## 目次

第1章 事業の概要	1
1-1. 事業名	1
1-2. 事業の目的	1
1-3. 事業の内容	1
1-3-1. 全体事業計画	1
1-3-2. 事業の具体的な内容	1
1-4. 履行期間	2
第2章 全体事業計画	3
2-1. 全体事業計画	3
2-2. 本事業で対象とする機械等	4
第3章 先進事例調査	6
3-1. ヒアリング調査	6
3-1-1. ヒアリング項目	7
3-1-2. ヒアリング結果	8
3-2. 文献調査	25
3-3. まとめ	32
3-3-1. 下刈り機械を導入できる条件	32
3-3-2. 下刈り機械を導入するための施業方法・施業のポイント	33
3-3-3. 下刈り機械を使用する際の留意点等	35
3-3-4. 下刈り機械に必要となる機能等	36
3-3-5. 下刈りの機械化による労働負荷軽減効果と低コスト化効果	36
第4章 刈残し幅に関する調査	37
4-1. 文献調査	37
4-2. 現地調査	40
4-2-1. 調査の概要	40
4-2-2. 調査方法	41
4-2-3. 調査結果① スギ試験地（宮崎県都城市）	45
4-2-4. 調査結果② ヒノキ試験地（熊本県菊池市）	58
4-3. まとめ	66
第5章 知見の整理・成果物の作成	67
5-1. 「省力・低コスト造林技術指針」の改定に向けた知見の整理	67
5-1-1. 下刈り機械の導入可能な条件について	67
5-1-2. 下刈り機械を導入するための施業体系（主伐・搬出）	69
5-1-3. 下刈り機械を導入するための施業体系（地拵え）	70
5-1-4. 下刈り機械を導入するための施業体系（植栽）	71

5-1-5.	機械を用いた下刈りにおける留意事項.....	73
5-1-6.	下刈りの機械化における労働負荷軽減・低コスト化の効果.....	74
5-2.	下刈り機械の開発・改良における「協調領域」と「競争領域」.....	75
5-2-1.	協調領域.....	75
5-2-2.	競争領域.....	77
第6章	検討委員会の設置・運営.....	79
6-1.	検討委員の構成.....	79
6-2.	検討委員会の実施時期及び実施内容.....	79
第7章	今後に向けた課題等の整理.....	81
7-1.	先進事例調査.....	81
7-2.	刈残し幅に関する調査.....	81
第8章	巻末資料 刈残し幅に関する調査 調査データ.....	82
8-1.	スギ試験地（下刈り前の調査 令和7年9月10～12日）.....	82
8-2.	スギ試験地（下刈り後の調査 令和7年11月6日）.....	86
8-3.	ヒノキ試験地（下刈り前の調査 令和7年9月2～3日）.....	90
8-4.	ヒノキ試験地（下刈り後の調査 令和7年11月5日）.....	94

## 第1章 事業の概要

### 1-1. 事業名

令和7年度造林作業の機械化に向けた施業体系の検討に関する調査委託事業

### 1-2. 事業の目的

森林の適正な管理と森林資源の持続的な利用のためには、主伐後の再造林の確実な実施が不可欠であるが、高い造林経費や造林作業手の不足が課題となっている。このため、林野庁では、令和5年度から令和6年度にかけて、造林作業の省力化・低コスト化を図るため、植栽、下刈り等の再造林に関する各種施業の個別技術を体系的に整理し、令和7年3月に「造林に係る省力化・低コスト化技術指針」としてとりまとめた。

造林作業の省力化・低コスト化に向けては、下刈り機械等の技術開発が進展しており、造林地を走行可能な下刈り機械の実用化及び、それらを活用して施業を機械化する先進的な取組が実施されている。今後、下刈り機械等の活用を一般的な施業技術として普及するためには、機械の更なる開発・改良とともに、伐採・搬出、地拵え及び植栽の施業後に下刈り機械を運用できる林内へ転換していくことが求められるが、そのための具体的な施業方法は明らかでない。このことは、林業事業者による造林作業の機械化を困難にすると同時に、林業機械メーカーによる林業機械の機能追加や性能向上の目標水準の設定を困難にし、開発・改良の遅れや過剰スペックによる高コスト化につながる懸念される。

そこで本事業では、造林作業の機械化に適した施業体系を明らかにし、「造林に係る省力化・低コスト化技術指針」の改定に向けて知見を整理するとともに、下刈り機械の開発・改良における「協調領域」と「競争領域」について取りまとめることを目的とする。

### 1-3. 事業の内容

#### 1-3-1. 全体事業計画

本事業は、令和7年度から3年間の実施を予定していることから、検討委員に意見を聴取した上で、3年間の全体事業計画を策定した。

#### 1-3-2. 事業の具体的な内容

##### (1) 先進事例調査

下刈り機械を活用した先進事例において、下刈り機械を導入するための造林地の条件と一連の施業方法、活用されている下刈り機械のスペック等について、国内の研究成果、調査報告等の文献調査及び現地調査等を行った。なお、調査対象は林野庁担当者と調整の上で決定した。

## (2) 刈残し幅に関する調査

下刈り機械による刈払い時に、植栽木周辺の雑草木をどの程度まで刈残しても下刈り効果が得られるかを明らかにするために、国内の研究成果、調査報告等の文献調査及び現地調査等を行った。なお、調査対象及び現地調査地については、林野庁担当者と調整の上で決定した。

## (3) 知見の整理・成果物の作成

(1) 及び (2) の成果を踏まえ、以下2点の成果物を作成した。

- ・今後の「省力・低コスト造林技術指針」の改定に向けて、必要となる知見（機械化に適した施業体系、機械化による労働負荷軽減や低コスト化に係る効果を含む）を整理したもの
- ・下刈り機械等の製造者向けに、開発・改良における「協調領域」と「競争領域」及び、「協調領域」における具体の仕様・水準等を整理したもの

## (4) 検討委員会の設置・運営

学識経験者、林業機械メーカー等で構成される検討委員会を設置し、(1)、(2) の調査・分析方法等に関する技術的助言や指導を受けるとともに、(3) を取りまとめるに当たっての検討を行った。検討委員会の開催回数は3回とし、開催時期や開催方法等の検討委員会の具体的な運用は、林野庁担当者と調整の上で決定した。

### 1-4. 履行期間

始期 令和7年6月24日（火）

終期 令和8年3月13日（金）

## 第2章 全体事業計画

本事業は令和7年度から3年間の実施を予定していることから、始めに3年間の全体事業計画を策定した。なお、全体事業計画については令和7年7月22日に開催された第1回検討委員会において、検討委員からの諮問を受けた上で決定した。

### 2-1. 全体事業計画

3年間の全体事業計画を表2-1に示す。

令和7年度は、「(1) 先進事例調査」及び「(2) 刈残し幅に関する調査」を実施し、調査により得られた知見を整理した上で、「(3) 成果物の作成」を行うこととした。

令和8年度及び令和9年度は、「(1) 先進事例調査」及び「(2) 刈残し幅に関する調査」の追加調査を実施して不足する知見を補完するとともに、「(2) 刈残し幅に関する調査」については実証試験における調査結果の分析を行い、各年度までに得られた知見を取りまとめて「(3) 成果物の作成」を行うこととした。なお、年度ごとに「(4) 検討委員会の設置」を行い、検討委員からの指導・助言を得ながら事業を推進することとした。

表 2-1 3年間の全体事業計画

事業内容	令和7年度	令和8年度	令和9年度
(1) 先進事例調査	✓ 文献調査 ✓ ヒアリング調査	✓ 文献調査 ✓ ヒアリング調査	✓ 文献調査 ✓ ヒアリング調査
(2) 刈残し幅に関する調査	✓ 文献調査 ✓ 実証試験（調査地決定、試験区設置、初回調査）	✓ 文献調査 ✓ 実証試験（植栽木の成長等の追跡調査、分析）	✓ 文献調査 ✓ 実証試験（植栽木の成長等の追跡調査、分析）
(3) 知見の整理・成果物の作成	✓ 令和7年度における調査結果の整理 ✓ 成果物の作成	✓ 令和7～8年度における調査結果の整理 ✓ 成果物の作成	✓ 令和7～9年度における調査結果の整理 ✓ 成果物の作成
(4) 検討委員会の設置・運営	✓ 調査方法や調査結果の取りまとめに係る指導・助言	✓ 調査方法や調査結果の取りまとめに係る指導・助言	✓ 調査方法や調査結果の取りまとめに係る指導・助言

## 2-2. 本事業で対象とする機械等

本事業で対象とする下刈り機械の種類について、「下刈り作業省力化の手引き（令和5年3月 林野庁発行）」を参考にして以下の2つに区分した。

### （1） 刈刃機械一体型

元は農業分野等で使用されていた草刈り用の機械をベースにして、造林地を走行して下刈り等の造林作業を行うために開発された機械。主に車両の前面に刈刃を装着している。作業者が直接乗車して操縦する「乗用型」（操縦者が手で押して操縦するタイプを含む）と、作業者が離れた場所から遠隔操作を行う「リモコン型」の2つがある（図 2-1）。

比較的小型のため造林地内で小回りが利き、植栽列と植栽列の間を走行することができる。また、機械の重心が低いため、多少傾斜のある斜面でも走行が可能となる。一方で、機械が小型で最低地上高が低いことから地表面の石、伐根等の障害物に弱く、走行路上の伐根処理や通常よりも丁寧な地寄せが求められる。

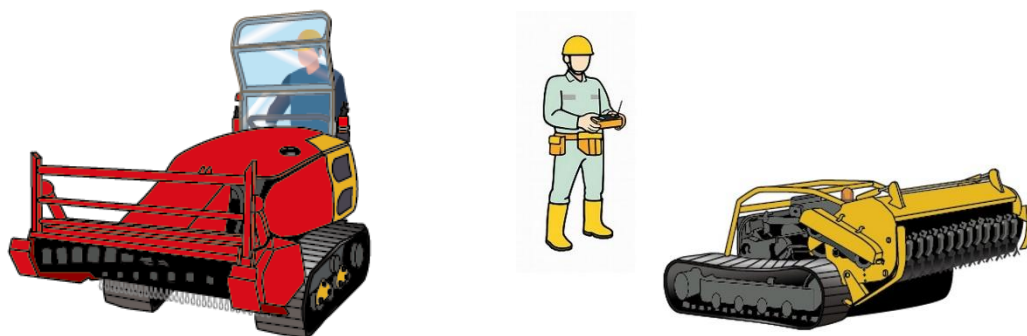


図 2-1 刈刃機械一体型（左：乗用型、右：リモコン型）

### （2） 刈刃アーム装着型

林業の現場で造材や搬出に使用されるグラップル等のベースマシンの先端に、刈払い用の刈刃アタッチメントを装着した機械。造林地内に設定した走行路上を走行し、アームを伸ばして届く範囲の雑草木を刈払う（図 2-2）。

刈刃機械一体型と比較した場合、複数の植栽列に対し走行路は一行でよいため、走行路内の伐根等の障害物を処理する手間が減少する。一方でベースマシンのサイズが大きいことから小回りが利きにくく、重心が高いことから斜面に対して平行方向の走行時には横転に留意する必要がある。

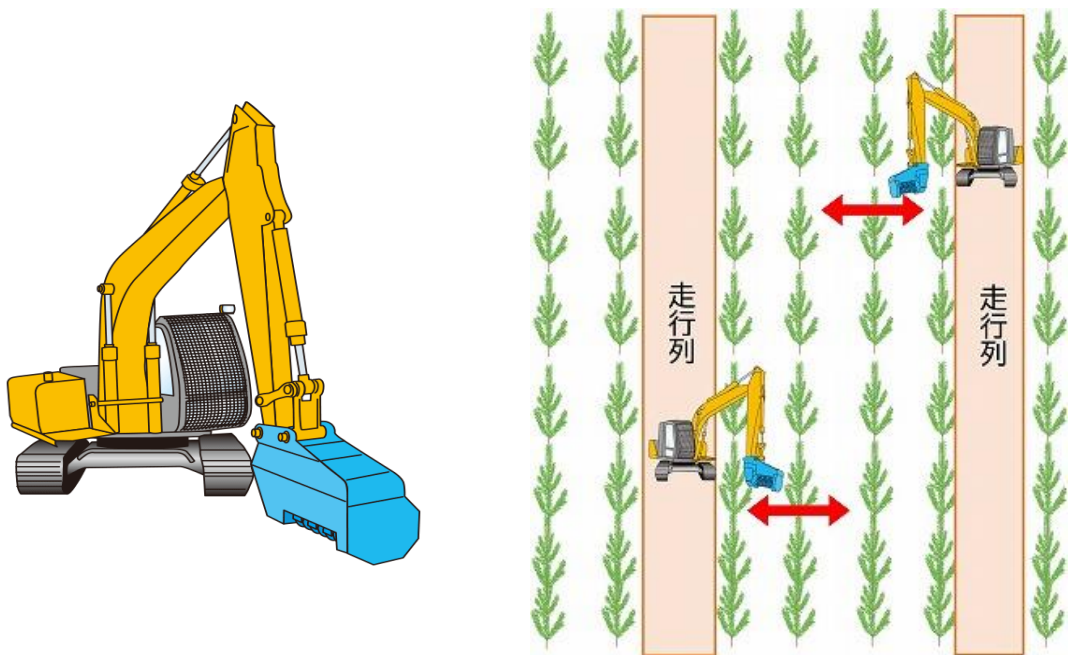


図 2-2 刈刃アーム装着型（左：マルチャー型、右：刈刃アーム装着型における走行路）

第1回検討委員会における議論の結果、本事業では主に刈刃機械一体型（乗用型・リモコン型）を中心として施業体系等を検討する一方で、刈刃アーム装着型についても情報を収集することとした。

また、下刈り機械に関する技術や機能については、すでに実用化されているものだけでなく、現在は検証の段階にある新技術や新機能についても情報を収集し、それらの技術や機能が導入された際にはどのようなことができるようになるかといった点も含めて整理していくこととした。

### 第3章 先進事例調査

下刈り機械を導入できる造林地の条件や導入のための施業方法（伐採・搬出、地拵え、植栽、下刈り等）、実際に活用されている下刈り機械のスペック等を整理するため、下刈り機械を既に活用している先進事例に関するヒアリング調査及び研究成果・調査報告等の文献調査を行った。

なお、本項目以降、下刈り機械の走行方向については、斜面に対して垂直方向（斜面を登坂する方向）を「縦方向」、斜面に対して平行方向（等高線に沿った方向）を「横方向」と記載する。

#### 3-1. ヒアリング調査

下刈り機械に関する知見を収集するため、下刈り機械を開発しているメーカー、下刈り機械を導入している林業事業者及び下刈り機械に関する研究実績を持つ研究機関等にヒアリング調査を行った。ヒアリングの実施日や対象者、保有する主な下刈り機械等は表 3-1 のとおりである。

表 3-1 ヒアリング調査の実施状況

実施日	対象者	区分	所在	主な機械
7/23	筑波フォレスト株式会社	林業機械メーカー	岩手県 洋野町	リモコン型（ハイドロマチック・モア）
7/24	有限会社 丸大県北農林	林業事業者	岩手県 洋野町	乗用型（山もっとモット） リモコン型（Raptor100、LV500）等
10/1	北海道立総合研究機構 林業試験場	研究機関	北海道 美唄市	—
10/2	千歳林業株式会社 岩見沢支店	林業事業者	北海道 岩見沢市	乗用型（山もっとモット）
10/7	三八地方森林組合	林業事業者	青森県 五戸町	リモコン型（ハイドロマチック・モア）
10/8	株式会社 柴田産業	林業事業者	岩手県 一戸町	乗用型（ブッシュカッタージョージjr、 Bull Mower）等
11/17	久大林産株式会社	林業事業者	大分県 九重町	刈刃アーム装着型（HC-150）等
11/18	株式会社 筑水キャニコム	林業機械メーカー	福岡県 うきは市	乗用型（山もっとモット） リモコン型（山なみ傾子）等
11/25	株式会社 NTTドコモ 経営企画部	技術開発	東京都 千代田区	（苗木の位置情報取得・自動走行技術）
1/15	南那珂森林組合	林業事業者	宮崎県 串間市	リモコン型（山なみ傾子）
1/30	松本システムエンジニアリング株式会社	林業機械メーカー	福岡県 篠栗町	刈刃アーム装着型（アマルガロボ）等

### 3-1-1. ヒアリング項目

ヒアリング調査では、以下の項目について情報を収集した。

表 3-2 ヒアリング項目

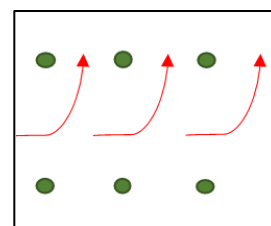
(1) 下刈り機械を導入できる（あるいはできない）造林地の条件について
✓ 下刈り機械を「安全に」走行できる傾斜はどのくらいか。
✓ 傾斜以外に、下刈り機械の走行が困難となる条件や留意すべき条件はあるか。
(2) 下刈り機械を導入するための施業方法・施業のポイントについて
✓ 【主伐】下刈り機械が走行する際に支障とならない伐根の高さはどのくらいか。また、主伐の段階では伐根をどのように処理すべきか。
✓ 【主伐】主伐時に発生した林地残材はどのように処理すべきか。
✓ 【搬出】下刈り機械が搬出路を走行することを想定した場合に、搬出路はどのような設計にすべきか。
✓ 【地拵え】地拵えの段階では伐根をどのように処理すべきか。
✓ 【地拵え】地拵えで発生する枝条等はどのように処理すべきか。
✓ 【植栽】下刈り機械が植栽列の間を走行するためには、どの程度の植栽間隔（植栽密度）にすべきか。
✓ 【植栽】植栽時に留意すべき点はあるか。
(3) 下刈り機械使用時の留意点について
✓ 下刈り機械の走行経路はどのようなものとなるか。
✓ 機械下刈り時に発生する雑草木の刈残しについて、どの程度の幅で残しているか。
✓ 苗木の誤伐対策や、下刈り機械を安全に運用するための留意点はあるか。
✓ 下刈り機械にはどのような機能が必要か。また、現状における課題等はあるか。
✓ より効率的に機械下刈りを行うためには、どのような機能があればよいか。
(4) その他
✓ 意見や情報提供等

### 3-1-2. ヒアリング結果

ヒアリング調査で情報を収集した項目ごとに、結果を以下に整理した。

#### (1) 下刈り機械を導入できる（あるいはできない）造林地の条件について

下刈り機械を「安全に」走行できる傾斜はどのくらいか。	
林業事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 縦方向は、通常は 20 度程度にしている。30～40 度は危険だと思う。そのような場所は、リモコン型だと一緒に歩くのも大変。横方向については、平坦であれば走行できる。（丸大県北農林）</li> <li>✓ 縦方向については、約 30 度までであれば作業可能。横方向については、約 20 度までなら安全に作業可能だが、それ以上になると横転のリスクがあり心理的にも難しい。（千歳林業）</li> <li>✓ 縦方向は 20 度程度、横方向は 15 度程度であれば走行できる。縦方向については、路面がやや湿っていても登坂自体は 30～35 度程度まで可能だが、下刈り作業を伴うとスリップするため、安全面から 20 度程度までを運用上の限界と考えている。横方向についても、機械スペックとしてはそれ以上でも対応可能と思われるが、転倒リスクを考慮して操作者が恐怖感を覚えない 15 度程度を目安としている。（三八地方森林組合）</li> <li>✓ 縦方向は 20 度前後まで走行できるが、斜面に凸部分があると横転する。また、路面の状況（土質やグリップのしやすさ）によっても異なる。横方向の走行は考えていない。（柴田産業）</li> <li>✓ 縦方向であればせいぜい 30 度程度（平均傾斜ではなく、局所的な凹凸による傾きも考慮した場合の最大傾斜）。ちょっとした灌木に乗り上げただけでも機械が傾くため、ぎりぎりの傾斜までは運用しない。 横方向の植栽が基本のため、機械の走行も横方向が基本。ただし、20 度を超える傾斜だと難しい。緩傾斜の斜面では直線的に横方向に走行をすることはあるが、ある程度の傾斜がある斜面では、できるだけ縦方向になるような経路を取る（右図）。なお、平坦に近い条件であれば走行方向は大きな問題にならない。（南那珂森林組合）</li> <li>✓ 縦方向については、安全に作業できるのは概ね 20 度以下。それ以上になると、アシストが無いと登れない。特に土質（黒ボク土など）によってはクローラーが空転してしまい、登坂が困難となる。傾斜地での横方向の走行は転倒リスクが高いため、考えていない。（久大林産）</li> </ul>
林業機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 縦方向は 35 度くらいが限界。それ以上だとスリップする。横方向についても 35 度でも走行できるが、岩などに乗ると横転してしまう。（筑波フォレスト）</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 乗用型の山もつとモットは30度くらいでも走行できる。25度以上で警報が鳴り始め、30度以上（横方向の場合は28度以上）で警報が高速作動する。さらに、35度以上（横方向の場合は30度以上）でエンジンが強制的に停止する。 リモコン型の山なみ傾子は、35度程度までは安定して走行できるが、下りでは滑ることがある。クローラーを左右に開くことができ、その状態であれば転倒角が60度くらいになる。（筑水キャニコム）</li> <li>✓ バックホウは縦方向の走行のみで、傾斜は25度くらいまで走行できる。（松本システムエンジニアリング）</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ スペック的には40度以上の傾斜でも走行可能な機械もあるが、滑ってしまう危険性があるため、現実的には30度が限界。横滑りには特に注意が必要。 また、表層土の状態が影響しやすい。崩れやすい土壌、粘土質な土壌の場合、降雨後の場合は上記よりもさらに条件が厳しくなる。林地に凹凸があると、機械と地面の接点が小さくなって滑りやすくなるため、凹凸は少ないほうが良い。 刈刃アーム装着型や大型機械では、縦方向30度以下、横方向10度以下。旋回すると重量バランスが崩れて非常に不安定になりやすいため、リモコン式等とは分けて考える必要がある。（北海道立総合研究機構）</li> </ul>
傾斜以外に、下刈り機械の走行が困難となる条件や留意すべき条件はあるか。	
林業事業体	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 凹凸や岩が多いと走行できなくなる。また、湿地帯や沢地では導入できない。（丸大県北農林）</li> <li>✓ 造林地の土質が影響し、特に砂状だと走行が困難になる。石が多い林地では、刃の損傷が激しくなってしまう。出入口が確保されていない造林地や、凹凸・段差が多い造林地では機械が走行できない。（千歳林業）</li> <li>✓ 湿地帯には導入できないと思われる。また、岩盤や転石が多い箇所や、前日までの降雨等で常時ぬかるむ土壌では、キャタピラの沈下やスタック時の救出の困難さ、滑りによる逸走リスクが高いため、現状では極力使用を避けている。伐根の幅が50cm以上、または高さが50cm以上だと走行しにくい。（三八地方森林組合）</li> <li>✓ 転石が多い場所では、刈刃が石を巻き込んだり、キャタピラが滑る恐れがある。粘土質の場所は、キャタピラが滑ってしまう。沢や川を超えるような路線の場合、水没する可能性がある。灌木や伐倒木が林地に多く残っていると走行が困難となる。（柴田産業）</li> <li>✓ 搬出路が残っておりアクセスが確保できる現場であること、伐根処理がされている造林地であることが導入の条件。導入の判断基準としては、まずは場所がよく（アクセスがよく、機械の走行に問題ない地形であること）、1ha以下の小面積の場所が対象となる。大面積の造林地を人力で実施しており、その合間などで1つの作業班が1日仕事になるような小面積の場</li> </ul>

	<p>所を機械下刈りする運用をしている。年間下刈り面積が 1400ha と非常に大きいため、そのような条件に合う現場を確保できている。（南那珂森林組合）</p> <p>✓ 急傾斜地や、伐根・枝条が多く残っている造林地では導入が困難。また土質の影響も大きく、土質によりクローラー／ホイールの適否が変わる。クローラー型の方が安定しているが、車高が低いので走行路の伐根を低くする必要はある。ホイール型は車高が高く伐根を乗り越えやすいが、土が柔らかいと沈みやすい。林地残材や伐根を整理し、機械が通れる作業道・走行路を設計した配置図を事前に作成しておくことが重要。（久大林産）</p>
<p>林業機械 メーカー</p>	<p>✓ 斜面の凹凸起伏が大きな問題となる。（筑波フォレスト）</p> <p>✓ 石が多い場所や砂地では走行が難しくなる。搬出路に段差がある場合は、スロープ等の整備が必要となる。土質によっては、傾斜が 30 度くらいでも滑ってしまい走行できないことがある。（筑水キャニコム）</p> <p>✓ 現場の状況に応じた機械を開発しており、導入を阻む具体的な条件はないと考えている。（松本システムエンジニアリング）</p>
<p>研究機関</p>	<p>✓ 乗用型（山もつとモット等）を想定した場合、以下の優先順位で導入の条件があると考える。</p> <p>①植栽列の間隔が 2m 以上であること（乗用型である山もつとモットや LV 等の場合。これらの機械であれば、トラックに載せて運べる。）</p> <p>②太枝等の残材が整理されていること（効率的に破砕できる残材の径には限界があり、破砕するより一か所にまとめて整理したほうがよい。また、機械の走行方向に対して枝条が直角に置かれていると処理できない。）</p> <p>③伐根が処理されていること（最もパワーがある重機が林地にあるときに伐根処理することが理想である。一部残す場合は高さ 50cm 未満が推奨される。小型のリモコン型の場合は、植栽間隔を広めにとって伐根を回避する。）</p> <p>④斜度が 30～40 度未満であること（特に横方向は 30 度未満。）</p> <p>⑤造林地へのアクセスが確保されていること（1 か所でよいので、機械が林地に入れる口があること。また、その部分に溝がないこと。）</p> <p>⑥植栽仕様は方形型が望ましい（機械化のためには幾何学的な単純化が、動線の確保の面で望ましい。）</p> <p>⑦岩礫地ではないこと（地面に凹凸があると機械との接点が小さくなり、安定性が低下する。）</p> <p>（北海道立総合研究機構）</p>

(2) 下刈り機械を導入するための施業方法・施業のポイントについて

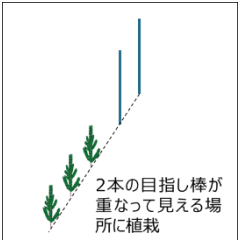
<p>【主伐】下刈り機械が走行する際に支障とならない伐根の高さはどのくらいか。また、主伐の段階では伐根をどのように処理すべきか。</p>	
<p>林業事業者</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 伐根の高さは10～15cm以下が望ましい。高さが40cmを超えると走行に支障がある。 ハーベスタによる伐採では、伐根の高さが40cmくらい残るのが一般的。そのため、チェーンソーによる追い切り又は山もつとモット等での伐根粉碎が必要となる。自動走行を実証した現場では、ハーベスタで伐採→チェーンソーで追い切り→山もつとモットで地際まで破碎という工程を実施した。(千歳林業)</li> <li>✓ 伐根の高さは10～20cm以下。 ハーベスタ等で伐採する場合、谷側(下側)の伐根が高く残りやすいため、一度で地際まで均一に伐採することは難しい。現状では伐倒後にチェーンソーで伐根を低く切り直す以外に有効な方法がないと認識しているが、作業員の手間が増える。(三八地方森林組合)</li> <li>✓ 伐根の高さは低ければ低いほど望ましいが、斜面下側と上側の平均値が10cm以下くらいだとよい。 伐採時に地際から伐ることは難しいが、伐採後の搬出作業にも影響してくるためチェーンソーで地際ぎりぎりまで伐っている。(柴田産業)</li> <li>✓ 伐根10cm程度でも乗り上げてしまうと厳しい場合があり、実際には地際ぎりぎりの高さである必要がある。 伐根を低く切ることは可能だが、機械化のために人力で重労働を増やすことは避けたい。機械走行が難しい箇所は早めに人力へ切替える。完全機械化は現実的でなく、機械と人力をどう融合するかが重要。(南那珂森林組合)</li> <li>✓ 伐根の高さが10cm程度であれば、現在使用している機械では乗り越えることが可能。 概ね10cm程度の高さを目標に低く伐採しているが、機械が走行する際に地表面が転圧されて相対的に伐根が高くなるため、機械の走行前に再度チェーンソーで切り直している。なお、伐根を処理するのは走行列だけでよいが、それ以外の列も伐根があまり高いと下刈りの際に支障が出るので、できるだけ低く伐る。低く伐ることは事業者にとって負担かもしれないが、そこは意識の問題だと思う。(久大林産)</li> </ul>
<p>林業機械メーカー</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 伐根の高さは10～15cm以下である必要がある。20cm以上だと走行が困難。(筑波フォレスト)</li> <li>✓ 伐根の高さは10cm以下が望ましい。山なみ傾子の最低地上高は18cmだが、地面が土の場合は走行時に車体が沈んでしまう。また、乗り上げた際の安全性も考慮する必要がある。</li> </ul>

	<p>低く伐採するに越したことはないが、土や石を嚙んでしまう。また、伐根は裾広がりやの形をしているので、低く切るのは時間がかかる。山もつとモットの最低地上高は 26cm であり、伐根が走行路の中央部にあればまたいで越えられる。ただし、走行路の側端にある場合はクローラー部分で乗り越える必要があり、その際に機体の傾きが大きくなるため注意が必要となる。（筑水キャニコム）</p> <p>✓ 伐根を破砕するとチップが地表面を覆ってしまい、地表面の状況が分からなくなる。伐根があっても林地に入れる下刈り機械が望ましい。（松本システムエンジニアリング）</p>
研究機関	<p>✓ 乗用型の場合、安全走行を確保するには伐根の高さ 5cm 以下が目標（林地の起伏は単純でないため、機械スペック上で仮に最低地上高 10～15cm とあっても、実作業では余裕が必要）。</p> <p>ハーベスタ等の高性能林業機械であっても、ヘッドの厚み等により地際付近での伐採は困難で、概ね地際から 15cm 程度の高さで伐採することが実用上の限界である。チェーンソーを用いての切り下げは可能だが、頻繁な目立て・交換が必要であり、作業効率が大きく低下する。専用アタッチメントによる伐根の掘り取りも可能ではあるが、直径 30cm 未満の伐根に限られる。また、周囲の掘削→伐根をつかんで揺すりながら引き抜き→土埋め戻しといった工程が必要で時間を要する。（北海道立総合研究機構）</p>
【主伐】主伐時に発生した林地残材はどのように処理すべきか。	
林業事業者	<p>✓ 林地残材はグラップルで集めておく。（丸大県北農林）</p> <p>✓ 素材生産と造林を一体化して計画する「伐造連携システム」を独自に作り、伐採・搬出工程の各段階で自社の素材生産班と造林班を交えた協議を行い、ドローンで取得した現場のデータ等を用いて状況を共有しながら路網整備や林地残材の整理方法等を決定している。</p> <p>機械下刈りを想定できる立地がある場合は、協議の中で棚の配置変更や残材の寄せ方等を造林班の意見も聞きながら計画に織り込んでいく。（南那珂森林組合）</p> <p>✓ 発生した枝条は造林地から持ち出す必要がある。間伐材や林地残材は、燃料用チップとして搬出できるものは極力搬出し、残りはアームの邪魔にならない場所に、向こう側が見通せる程度の高さに抑えて集積している。（久大林産）</p>
林業機械メーカー	<p>✓ 林地残材の残置状況はその後の作業効率に直結するため、全木集材が基本と考える。（松本システムエンジニアリング）</p>
研究機関	<p>✓ 造林地への侵入の障害となるため、作業道脇に残材を帯状集積しないことが必要。（北海道立総合研究機構）</p>

【搬出】下刈り機械が搬出路を走行することを想定した場合に、搬出路はどのような設計にすべきか。	
林業事業体	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 機械の侵入口に段差がある場合は、油圧ショベル等でスロープを作っておく。（丸大県北農林）</li> <li>✓ グラップルなどで段差を整形しておき、スロープ式の出入口を最低1か所以上設けておくとよい。（千歳林業）</li> <li>✓ 下刈り機械のために作業道の切土・盛土を均すことや、作業道から斜面へ専用スロープを設けることは特に行っていない。トラックで無理なくアクセスできる地点まで搬入したうえで、そこから下刈り機械を自走させて現場に向かう運用としている。（三八地方森林組合）</li> <li>✓ 水切りを深く幅を広くつけすぎると、機械そのものがはまってしまう。法面がある現場の場合、伐採区のいたるところに作業員が歩いて上がるためのスロープを機械のオペレーターが自分で判断して設置している。また、重機がぬかるみ等を渡るためにボサを敷くことがあるが、そのまま放置されると下刈り機械が引っかかって走行できないことがある。なお、機械によってクローラーの長さが違うため、ハーベスタが入れる林地であれば下刈り機械も入れるというわけではない（登坂できる高低差が異なる）ことに留意する必要がある。（柴田産業）</li> <li>✓ 「伐造連携システム」の協議の中で、造林班の意見も聞きながら計画する。（南那珂森林組合）</li> <li>✓ 搬出路網は等高線に沿って設計しており、下刈り時もこの路網をそのまま走行に利用できる。幅員は機械の幅と旋回を考慮して確保し、造林地の外周に作業道を設けることで旋回がしやすいようにしている。（久大林産）</li> </ul>
林業機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 搬出路には崖状の段差が生じないように、部分的にスロープを設ける必要がある。また、沢や窪地は埋め戻しておくか、走行ルートから外すことが望ましい。（筑水キャニコム）</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 林道や作業道と造林地の間に切土・盛土がある場合は、機械が出入りできるスロープを少なくとも一箇所設ける。機械幅や旋回を考慮した幅員・勾配設定、集材路との連結性を確保する。（北海道立総合研究機構）</li> </ul>
【地拵え】地拵えの段階では伐根をどのように処理すべきか。	
林業事業体	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ チェーンソーで伐根を低く切ろうとすると石を切ってしまうため、現状では粉碎処理するしかない。それができないような立地条件の場所では、そもそも下刈り機械を導入しない。（丸大県北農林）</li> <li>✓ ハーベスタ伐採後、必要に応じてチェーンソーで追い切りを実施し、地拵え時に粉碎処理する。伐根は走行列上だけ処理しても結局は全体の7割くらい処理することになるため、全面で処理するのが最も効率的になる。ただし、太い伐根だと1本あたり5～10分程度かかる。過度な地表かく乱</li> </ul>

	<p>を避けること、凹凸を均しておくこと、旋回のスペースを確保しておくことも重要。（千歳林業）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 地拵えの際に伐根が低くなるように切断する場合、端材が機械に巻き込まれる。地拵え時に改めて処理するのではなく、伐倒時に伐根が低くなるように切るのが望ましい。実際には、伐根を避けながら下刈り機械を走行させて作業を実施しており、避けられるくらい幅の狭い（1m以下）機械でないと下刈りには使えない。（柴田産業）</li> <li>✓ 伐採時か地拵え時に破碎、又は低く切断するのが理想。実際には、グラブプルやザウルスロボで通常の機械地拵えを行っている。少なくとも下刈り機械の走行路上の伐根は優先的に破碎・低く切断したいと考えているが、大半の伐根（感覚的には7割程度）を処理する必要があるとの認識であり、従来の地拵えと効率にどのくらい差が生じるか懸念がある。（三八地方森林組合）</li> <li>✓ 「伐造連携システム」の協議の中で地拵えの方法等を決定している。「やり過ぎない地拵え」を目的として、造林側の要望を具体的に聞き取りながら進める。（南那珂森林組合）</li> <li>✓ 機械の走行路となる部分についてのみ、伐採後にチェーンソーで伐根を切り下げている。機械が入るための外周作業道の設置、将来の植栽設計（列間・苗間、アームの到達範囲）を見据えた走行路の設置、傾斜や起伏に応じた植栽配置の検討など、後の機械作業を見据えた造林地設計をしておくことが重要である。そういった設計はドローンを飛ばして3D化して行うこともできるが、下草が生えてしまうと細かい凹凸等が隠れてしまうため、地拵え時などの地面の状況がよく分かる段階で行う必要がある。（久大林産）</li> </ul>
林業機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 伐根を粉碎していると時間がかかってしまうので、ハイドロマチック・モアに根切り用チェーンソー等のアタッチメントを取り付けた。直径50cmの伐根の場合、5秒で切断できる。要望としては、伐根処理にも補助金を設けて欲しい。（筑波フォレスト）</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 造材作業の最後に、造材で使用した重機のアタッチメントで伐根を潰すことが最も安全・効率的である。ただし、素材生産と造林を担う事業者が異なる場合、造林作業の省力化を目的として素材生産の段階で追加的作業や費用負担を求めることは、素材生産側のコストを増加させることにつながる。このため、素材生産の段階で重機を再投入する対応は行いにくい。解決方法の1つとして、重機を保持している素材生産業者による一貫作業（造材～地拵え）が考えられる。造林作業の機械化に向けては地拵えがポイントであり、素材生産者の力が必要となる。造林事業者は売り上げの多くが補助金であり利益が少ないため、造林時の伐根処理は現実的ではないと思われる。次善の策としては、植栽後の初回下刈り時に伐根処理を行う。</li> </ul>

	<p>なお、地拵え時には伐根を処理するだけでなく、同時に造林地の凹凸も均しておくといよい。（北海道立総合研究機構）</p>
<p><b>【地拵え】</b> 地拵えで発生する枝条等どのように処理すべきか。</p>	
林業事業体	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 枝条はスジを作って整理する。（丸大県北農林）</li> <li>✓ 枝条は外周部や等高線沿いに集積しておく。2～3m 間隔で通行用の開口を設けておく。（千歳林業）</li> <li>✓ 枝条は境界付近や機械での刈払いが不可能な急斜面の肩付近に寄せる。伐根よりも残材に乗り上げたり引っかかったりすることが多いので、集材の取りこぼしがないようにし、長物は細かく刻んで集積はできるだけ短くする。ボサから飛び出している枝条は飛び出している部分を切断する。枝条を集めてチップとして出荷をしているが、バイオマス用として出荷先には困らない。ただし、出荷先までの集荷コストがかかる。10cm 以上の生枝は巻き込むとエンジンが停止しやすく、つる植物はローターに絡まってしまう危険性があるので取り除いておくといよい。（柴田産業）</li> <li>✓ 地拵え段階でマルチャーにより伐根や枝条を可能な限り破碎し、棚を作らずとも植栽と下刈りまで一貫して対応できる現場づくりを理想としている。枝条を整理する場合は、（下刈り機械を縦方向に走行させる前提で）斜面に対して縦方向に棚積みする方が走行の邪魔にならない。（三八地方森林組合）</li> <li>✓ 林地残材は可能な限りチップ化して搬出し、現場に残さない取組を進めている。大型チップパー・大型トラックを導入しており、県の助成も活用しながら年間で約 2000t をバイオマスとして搬出している。枝条を外に出すことは、災害リスクの低減にも繋がる。（南那珂森林組合）</li> <li>✓ 林地残材は少なくとも地拵えの段階で整理する。（久大林産）</li> </ul>
林業機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 枝条整理は地拵え時にグラブプルがある段階で行う方が効率的。（筑水キャニコム）</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 末木枝条を残さないのが最良であるが、現実的な対応として末木枝条は離して整理して走行ルートを確認する。（北海道立総合研究機構）</li> </ul>
<p><b>【植栽】</b> 下刈り機械が植栽列の間を走行するためには、どの程度の植栽間隔（植栽密度）にすべきか。</p>	
林業事業体	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 基本的には列間 2.5m×苗間 2.0m の 2,000 本/ha 植栽がよい。植栽列間を広くしたうえで、補助金の対象本数となるように苗間を調整する。2.25m の方形植えだと、列間が狭くて苗木を巻き込んでしまう。（丸大県北農林）</li> <li>✓ 長方形植えで列間 2.5m、苗間 2.0m（約 2,000 本/ha の場合）。将来のハーベスタによる間伐を想定した時に、列間 2.2m だと根を踏んでしまう。今後の機械作業を考慮したときに、長方形植えが有利となる。（千歳林業）</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 下刈り機械の車幅は1.5mなので、2.0m×2.0m以上なら問題ないと思う。(三八地方森林組合)</li> <li>✓ 列間が2.2m幅として、その中に伐根がある可能性を考慮して車幅1メートル以内の機械を使うことを想定している。伐根はよけながら進んでいく。長方形植えだと列間と苗間で植栽間隔が異なるため、間隔を測るための物差しが2種類必要となり、混乱が生じやすいと考えられる。(柴田産業)</li> <li>✓ 列間が2.4m程度であれば走行しやすい。横植えを基本としているが、苗間も刈っているため苗間も一定の間隔が必要となる。列間2.5m×苗間2.0mであれば下刈り機械導入の選択肢になり得る。(南那珂森林組合)</li> <li>✓ 走行路については、0.1m<sup>3</sup>クラスの小型ベースマシンを前提とした場合は列間2.5m程度で試験してきたが、機体の能力が不足したことから、より大きいクラスの機械を想定している。その場合には列間3.0～3.3m程度の走行路が必要と考えている。走行路以外の列については特に制限はなく、植栽密度や刈り方(全刈りや坪刈りなど)に応じて考える。(久大林産)</li> </ul>
林業機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ハイドロマチック・モアの車幅が約1.5mであるため、列間は2.2mくらい欲しい。走行路の真ん中にある伐根を前述のチェーンソーアタッチメントで伐りながら走行したことがあるが、造林地内の全ての伐根のうち2.2m×2.2mだと3.5割くらい、2.5m×2.5mだと3割くらいの伐根を処理する必要があった。(筑波フォレスト)</li> <li>✓ 山もつとモットの場合は最低でも2.2mが必要。これ以下だと機械が左右に動けない。できれば2.5mあると、走行時に余裕が生じる。山なみ傾子の場合は小型なので狭くてもよいが、機体の刈幅が1mなので往復した際の無駄があまり生じない2.2mくらいが効率的。(筑水キャニコム)</li> <li>✓ コンマ1クラスのバックホウだと走行列が3.3m必要である。アームが4.5mまで届くので、列間2mなら2列目まで刈払える。(松本システムエンジニアリング)</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 列間は2m以上が必須である。(北海道立総合研究機構)</li> </ul>
<b>【植栽】植栽時に留意すべき点はあるか。</b>	
林業事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 排気口が横を向いている機械では、排気口からの熱気で苗木が焼けて死んでしまうことがあった。植栽列を真っすぐにするため、各列の上端にポールを指しておき、それに向けて植栽する。(丸大県北農林)</li> <li>✓ 最重要なのは「植栽列を真っすぐにする」ことである。北海道では縦植えが基本であり、2人1組で斜面上端に「目指し棒」を2本立て、2本が1本に重なるように位置を調整している(右図)。また、傾斜によっては植栽列の角度を微調整して対応する。</li> </ul>
	 <p>2本の目指し棒が重なって見える場所に植栽</p>

	<p>なお、植栽時に造林地の際まで苗木を植栽せずに、機械の旋回スペースを確保している。（千歳林業）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 走行時は苗木の直近まで機械を寄せず、列間中央を走行させることで誤伐リスクを低減している。進行方向の上方に竹杭等の目印を立て、作業員は縦方向の列を揃えることを優先してその目標に向かって一定間隔で植え進む方法を想定している。真っすぐになるよう気を付けていても、伐根などの障害物に当たって想定通り植えられないこともあるが、障害物の左右にずらして植栽するのではなく、苗間が変わったとしても前後にずらして植栽する必要がある。傾斜が入り組んだ地形は想定したことがないが、現地を見て直線的に走行可能な傾斜かどうかを判断して植栽計画を考える必要がある。（三八地方森林組合）</li> <li>✓ 機械化を考えるなら縦植えだが、上り下りの労働負荷が高いので横植えがよい。一度機械で走行した箇所であれば、走行路のイメージができるため植栽列を真っすぐにすることができる。伐根付近に植栽すると、機械走行時に避けることが困難になり、機械で苗木を傷つける可能性が高い。また、迂回するときに苗木を機械で踏んでしまうこともある。（柴田産業）</li> <li>✓ 縦植えは作業員の労力といった観点から難しく、横植えを基本としている。植栽列が尾根や沢などで曲がることについては、あまり考えずに地形に合わせて素直に列を作った方が上手くいくことが多い。（南那珂森林組合）</li> <li>✓ アーム装着型だと坪刈りも可能。機械走行路となる列はまっすぐ植える必要があるため、山割りの段階で傾斜に合わせて走行路を設定し、それに沿って植栽するようにしている。横列は地形に沿って列が多少曲がることはあるが、機械は問題なく使用できる。（久大林産）</li> </ul>
<p>林業機械メーカー</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 植栽列をはっきりさせ、必要などころだけ伐根処理することが重要。植栽列を真っすぐにするには、植栽列の上端と下端にポールを立て、作業員にはそのポールの中に苗木を植えてもらう方法がある。（筑波フォレスト）</li> <li>✓ 植栽列が整っていれば下刈り精度は向上するため、植栽時点で列を明瞭にしておき、植栽位置をずらす場合は縦方向にずらすことが重要である。（筑水キャニコム）</li> </ul>
<p>研究機関</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 植栽列の直線性が確保されていると、機械走行の誤伐リスク・操縦の負担が小さくなる。北海道では、列端に杭やテープを設置して直線の視準を取りながら植え付ける手法が一般的である。微地形による蛇行は避けにくいですが、列の識別性を保てば機械作業時の支障は小さくなる。（北海道立総合研究機構）</li> </ul>

### (3) 下刈り機械使用時の留意点について

下刈り機械の走行経路はどのようなものとなるか。	
林業事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 平坦であればUターンできるが、多少でも傾斜がある場合はUターンせずに刈りながらバックで戻る。(丸大県北農林)</li> <li>✓ 北海道では縦植えが主流のため、縦方向の走行が基本となる。乗用型は端でUターンして往復するが、リモコン型はバックで戻る場合もある。ただし、山もつとモットは自動水平制御機構を備えており、横方向への走行も可能(前述のとおり横方向20度以上は推奨しない)。造林地の外周や中央には、旋回のためのスペースを確保しておく必要がある。(千歳林業)</li> <li>✓ 傾斜地の場合は縦方向の走行。傾斜度15度程度の緩傾斜地であれば、横方向に走行することもある。(三八地方森林組合)</li> <li>✓ 基本は植栽列に沿って走行する。10度以下の緩傾斜地や法面を刈るときは横方向に走行することがあるが、10度を超えるような場所では上方に向かって走行する。まずは植栽列を確認し、苗と苗の真ん中を走行する。その後、Uターンして苗の際まで刈るように走行する(乗用型であればバック走行も可能)。(柴田産業)</li> <li>✓ 横植えが基本であるため、走行経路も横方向となる。無理をしないことが最重要である。(南那珂森林組合)</li> <li>✓ 傾斜次第だが、横方向の走行は作業道の走行を前提としており、等高線に沿って林内作業道を一定間隔で造成して走行させている。伐根やボサ、凹凸部分に乗り上げると横転する可能性がある。(久大林産)</li> </ul>
林業機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 縦方向の走行が基本。上から戻る際は、Uターンせずに刈りながらバックで戻る。(筑波フォレスト)</li> <li>✓ リモコン式で人が付いて歩く場合は、縦方向だと上下に歩く必要があるため横方向の方がよい。自動走行の場合は、基本的に縦方向の走行がよい。縦方向の直進では位置精度を高く保てるが、横方向だとずり落ちたりして多少精度が落ちることがある。(筑水キャニコム)</li> <li>✓ バックホウの場合は縦方向の走行のみ。(松本システムエンジニアリング)</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 横方向の走行は横滑りリスクが高いため、基本は縦方向。端でUターンし、往復して1列を刈払う。(北海道立総合研究機構)</li> </ul>
機械下刈り時に発生する雑草木の刈残しについて、どの程度の幅で残しているか。	
林業事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 最終的には人力で下刈りする(造林補助金の都合上、刈残したら検査時に不合格となる)ため、可能な限り植栽木のストレスまで刈っている。補助金の問題がなければ、人力での下刈りは不要である。(丸大県北農林)</li> <li>✓ 刈残し幅は片側約30~40cm、両側合計で約80cm。刈残し部分については、つるを切る必要があるため人力で補助している。北海道では最近、列間刈</li> </ul>

	<p>りが造林補助金の項目として設定された。ただし全刈りよりは単価が低い。(千歳林業)</p> <p>✓ 刈残し部分については人力で処理するが、近年では国有林で植栽後3年くらいから下刈りの仕様が筋刈(列間刈り)となり、その場合は機械下刈りだけで完結できる。刈幅の仕様は1.5mで機体の車幅と同じなので、列間を1回走行すれば済む。操縦時は主に機械右側の刈幅と苗木位置を注視しながら列間中央を走行しており、苗木直近まで寄せるような運転は行っていない。(三八地方森林組合)</p> <p>✓ 苗木を傷つけないように、片側10~20cmほどマージンを取って刈払いを実施するが、平地ではなるべく苗木の際に近づいて刈残しをしないようにする。刈残し部分については、カラマツの場合や帯状に残っている箇所は人力での刈払いを実施するが、伐根やボサでやむをえず残した場合はキックバックを防ぐためそのまま残す。(柴田産業)</p> <p>✓ つるの巻きつきもあるため、苗木の周囲は人力に頼らざるを得ない。機械運用の細かい精度を過度に求めるよりは早めに諦めて先へ進み、必要部分は人力で補う考え方がよい。人力での作業は必須であり、そのうえで機械の能力を十分理解して使用することが重要。(南那珂森林組合)</p> <p>✓ 植栽列上は筋状の刈残しが出るため、必要に応じて人力で刈払うこともある。最初は全刈りが主体だったが、最近は坪刈りや筋刈りなど要望に応じて刈り方を変えて対応している。(久大林産)</p>
林業機械メーカー	<p>✓ 片方20-30cmくらいの安全マージンをとって下刈りする。(筑波フォレスト)</p> <p>✓ 自動走行の場合は誤差が20cmくらい生じることを考慮して、苗木から片側30~40cm程度は離して走行する必要がある。(筑水キャニコム)</p>
研究機関	<p>✓ 刈残し幅は既往試験の知見で片側40cm程度は許容範囲であり、条件次第で50cmでもよい。刈残した部分を人力で刈払いするかどうかは現場判断(繁茂状況・樹種・安全性等を考慮して決定)。(北海道立総合研究機構)</p>
苗木の誤伐対策や、下刈り機械を安全に運用するための留意点はあるか。	
林業事業者	<p>✓ 乗用型だと作業中に苗木が確認しやすい。逆に刈刃アーム装着型だと足元が見えなくなる。リモコン型の場合は、機械の後ろにいと苗木が見えませんが、破砕物が前に飛ぶこともあるため機械の前に立つのは危険。家屋などがある方向には機械を向けないようにする。(丸大県北農林)</p> <p>✓ 下刈りは早期に、草丈が人の背丈を超える前に実施して視認性を確保する。視認性を確保するため、苗木にテープ等をつける場合もある。(千歳林業)</p> <p>✓ ハンマーナイフによる破砕物の前方への飛散リスクから、前方の至近距離に作業補助者を立たせることは避ける。仮にもう1名同行する場合は、離</p>

	<p>れた位置でツル植物の除去やトラブル時の補助に回ることを想定している。既往の植栽地では伐根や障害物を避けながらの走行となるため、操作者からは「手刈りの方が早い」との声もあり、回送の手間も重なり、機械導入に対し心理的なハードルとなっている。そのため、伐採・地拵え段階から機械の使用を前提にした現場設計を行い、機械が使用可能な区間と人力対応が必要な区間を明確に区分することが重要である。（三八地方森林組合）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 苗木の位置は目視で確認し、苗木があると想定される箇所に見当たらない場合は機械を止めて位置を確認してから走行を再開する。つるを巻き込みすぎると刃に引っかかってエンストするので、こまめに走行を一時停止し刻みながら作業を行う。（柴田産業）</li> <li>✓ 植栽木が視認しにくい1～2年目は人力での下刈りを行い、植栽木が雑草から抜け出して目視できるようになる3年目以降に機械化するという選択肢が現実的である。機械による下刈り作業は4～5年生程度が最も実施しやすいという感覚があり、逆に6年生以上では枝の引っ掛かりが生じる。（南那珂森林組合）</li> <li>✓ 苗木が見えれば問題ないが、植栽時に苗木にカラーテープを巻き付けておき、雑草が繁茂しても位置が分かるようにしているほか、場所によってはツリーシェルターを使用して苗木の位置を視認しやすくしている。（久大林産）</li> </ul>
林業機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 一度刈った列は、その隣を刈る際に操作者が歩くルートとして使える。（筑波フォレスト）</li> <li>✓ 位置情報を取得して走行させれば誤伐は大幅に減少するが、植栽位置が分かりにくい場合はガイド役が必要となる。誤伐は走行列の変更時に発生しやすく、特に下り斜面で旋回すると惰性で外側に膨らむため注意が必要となる。沢や穴など、機械が立ち入りできない箇所は地拵え時に確認して事前に地図化しておく。自動走行の場合は、迂回するルートを設定しておくことで避けることができる。また、最初にルート設定のための走行するのも効果的。最初は人間がリモコンで操作して、ルートを覚えさせる。2回目以降はそのルートを使って自動で走行させる。（筑水キャニコム）</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 旋回時の重量バランスに注意が必要。特に刈刃アーム装着型は重心が高くて不安定になりやすい。（北海道立総合研究機構）</li> </ul>
下刈り機械にはどのような機能が必要か。また、現状における課題等はあるか。	
林業事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 機体の耐久性が必要。特に足回りや、機体とアタッチメント部の接続部分の強度。（平地における草刈りの用途で作られているものは、山地が現場だと強度が足りない）。刈刃アーム装着型だと機体が大きすぎて造林地内を走行する際に苗木を踏んでしまうため、作業道からの使用になってしまう。（丸大県北農林）</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ エンジン部が鉄板で覆われている構造上、夏場には出力低下やオーバーヒート気味になることがあり、一定時間アイドリングさせて冷却するなど運転上の工夫が必要となっている。（三八地方森林組合）</li> <li>✓ オペレーターが機械から離れたら緊急停止する機能は必須。ハチの巣に近づいた際や機械の異常時に、その機能がないと機械が走行し続けてしまう。背丈の高い草が多い箇所では、外から伸びた棘やツルでケガをする恐れがある。ササは 20cm くらいの高さで刈るとトゲのようになって危険。（柴田産業）</li> <li>✓ 斜面を下る方向での走行では前に荷重がかかりやすく、凹凸で前につんのめって危険なことがある。なお、単純に機械を操縦するだけなら難しくないが、造林地の様々な状況に対応するためには経験と技量が重要となる。（南那珂森林組合）</li> <li>✓ ベースマシンはコンマ 1 やコンマ 2 のクラスを使用している。それ以上の大きさの機械だと緩傾斜でなければ登坂できない。一方で、コンマ 1 クラスの小型ベースマシンでは油量が不足し、アタッチメントを動かしながら旋回や伸縮といった複合動作を行うと刈刃が止まってしまう。コンマ 2 クラスの PC55 は同クラスの中では油量に余裕があり、現在のところ最も適していると感じているが、国内には林業専用のベースマシンが少なく、海外製のアタッチメントを導入しても性能を発揮できない。油量不足が生産性向上のネックとなっている。本体が動作するかどうかと、アタッチメントが動作するかどうかは別の話である。 アタッチメントについては、ヘッジカッター型だとササを一辺に刈ろうとした時に詰まって固まってしまうことがあった。（久大林産）</li> </ul>
林業機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 機体の重量は重要。重いとスリップして表土をはがしてしまうこともあるが、軽いとグリップしない。軽ければいいという訳ではない。アタッチメントを付けるとまた重量が変わってくる。機体のサイズについても、小さければいいという訳ではない。横幅 1m の機体だと縦方向が 30 度でもバランスが悪くなり、重心を下げる必要がある。 また、刈幅 1m だと刈れる範囲が少ない。刈幅 1.5m だと一往復で済むのが二往復必要となる。直径 5cm くらいまでの木は伐れるが、10cm だと刃が悪くなる。（筑波フォレスト）</li> <li>✓ 砂地など、土質によっては登坂できない場合がある。様々なパターンのスパイクを検討しており、できるだけ登れる土質を増やしたいと考えている。刈刃の耐久性向上と交換作業の容易化も課題であり、硬い樹種に対応するために改良中。（筑水キャニコム）</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 様々なタイプの機械がある中で、それぞれの機械が使える条件を整理しておく必要がある。小型のリモコン式ロータリー型は車高が低いため、山地で使用する場合には伐根が無いに等しい状況でなければ本領を発揮しにくい。伐根高がそれ以上の場合は、乗用型の一回り大きい機械の方が活用の幅が広がってくる。ただし乗用型は適用可能な条件が限定的で、稼働</li> </ul>

	<p>率が上がらない実情がある(公園の芝刈り等で補完する運用事例もある)。(北海道立総合研究機構)</p>
<p>より効率的に機械下刈りを行うためには、どのような機能があればよいか。</p>	
<p>林業事業者</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 植栽した苗木の位置を記録する機能。24 時間自動で草刈りしてくれるとさらによい。(丸大県北農林)</li> <li>✓ 自動走行機能(苗木の位置情報を取得して自動走行。苗木を検知したら自動停止)。スタック脱出・登坂補助のためのウインチ搭載。のり面草刈りや冬期の除雪などが兼用可能なアタッチメント。(千歳林業)</li> <li>✓ 機体左右の車高を独立して上げることが可能な機体だが、刈払い部もブルドーザーのようにチルトできる機能があると、横方向へ対応できる範囲がより広がるのではないか。マルチャーやフェラーバンチャ等のアタッチメントを交換装着できる仕様とし、地拵えから伐根処理、下刈りまで一台で対応できることが望ましいと考えている。メーカーによってはマルチャーよりフェラーバンチャを重視しているが、現場としては枝条・伐根を含めた破碎処理のニーズも大きい。(三八地方森林組合)</li> <li>✓ 伐根に乗り上げたときや斜面下部への滑落時など、機体にウインチ機能またはチェーンブロックやワイヤの収納機能があるとよい。刈払い部分の前方に刈幅より少し広い範囲の草も集められるフレームがあれば、棘によるケガを防げるのではないか。(柴田産業)</li> <li>✓ 刈刃アーム装着型よりもリモコン型の方が使用できる範囲は広い。自動走行については、機械が斜面走行時に滑ってしまう問題を解決する必要がある。(南那珂森林組合)</li> <li>✓ ベースマシンには、コンパクトで登坂性能が高く、かつ十分な油量を確保してアタッチメントを常に回転させたまま旋回・伸縮などの複合動作が可能な性能が必要。また、ロングリーチ化しても自重が過大にならないこと、伐根・障害物への当たりに強く、切りくずが飛散しにくい円盤式アタッチメントなどを備えた機械が望ましい。苗木の位置情報の取得も重要な機能。将来的には、取得した植栽位置のデータを機械側で参照し、苗木に近づいた際に警告音を鳴らす・機械を停止させるといった仕組みが望ましい。(久大林産)</li> </ul>
<p>林業機械メーカー</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 開発した植栽アタッチメントでは、植栽間隔をタイヤが動いた距離から検知できる仕組みを搭載している。例えばカウンターを 2.5m にセットしておけば、植栽ポイントでブザーが鳴る。機体にはポールがついており、斜面上に設置したポールと合わせて見ることで植栽列の軸を合わせることができる。また前後に GNSS を 2 つ付けており、機体の向きやスリップによる誤差まで取れるようになっている。加えて、破碎物が前に飛ぶため、飛散防止カバーを付けている。(筑波フォレスト)</li> </ul>

	<p>✓ 開発した植栽アタッチメントでは、穴掘り・苗を穴に落とす・苗木の位置取得という機能がある。植栽間隔をセットしておけば、勝手に止まってくれる。穴の位置に石があった場合など、まだ調整が必要な部分はあるが、植栽列を真っすぐに保つことができる。自動走行については、繰り返し時の精度向上が課題である。位置情報は車両についている GNSS (Ntrip を利用した RTK) で取得する。誤差は約 2～3 cm、最大で 10cm 程度。(筑水キャニコム)</p>
研究機関	<p>✓ 植栽木の位置が分かる機能があるとよい。現在は GNSS (RTK) による植栽位置の可視化を試験中。CLAS だと理論上は最大でも誤差 2cm 程度の測位精度が得られる。(北海道立総合研究機構)</p>
技術開発	<p>✓ 機械メーカーや林業事業者と連携して、苗木の位置情報取得技術や下刈り機械の自動走行技術の開発・実証を進めている。</p> <p>位置情報はネットワーク型 RTK による GNSS 測位を基本とし、山間部では Starlink を使用して苗木や機械の位置を測位している。</p> <p>測位の精度について、植栽ラインに対する位置誤差は 8 cm 程度に収まっており、2m 間隔の植栽でも精度を確保できている。また、機械の位置については、傾斜約 20 度の実際の造林地における実証で、事前に計画したルートと自動走行したルートの誤差が 8 割以上で 30cm 以内に収まった。ただし、雑草木が繁茂して伐根等の位置が確認できない造林地の場合は導入が困難となり、事前に造林地が整備されて見通しがよいこと、地形データ等がデジタル化していることが導入の前提となる。(NTT ドコモ)</p>

(4) その他

意見や情報提供等	
林業事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 主伐～搬出～地拵えの段階で「機械が入れる林地づくり」を行うことが重要。また、植栽は縦植え・列間 2.5m 以上を標準化すればよいのではないかと。都道府県・メーカー・事業者の連携による普及啓発の推進も必要である。伐根処理への補助導入や単価設定の見直しをしてほしい。(千歳林業)</li> <li>✓ 全ての現場で下刈り機械が使用可能とは思っていない。傾斜度を見て従来どおり人手による箇所と機械を使用する箇所を区分して設定したほうがよい。また、施業体系を構築するには、機械導入の意図や使用条件を現場作業員まで十分共有し、植栽や下刈りのやり方を含めた意識改革と人材育成が重要だと感じている。(三八地方森林組合)</li> <li>✓ 集材時に残材を出さないことが最も重要。伐根やボサについては目視で回避することができるが、残材は乗り越えたり迂回することに時間を要することがある。伐根を処理していれば作業効率が上がるが、その処理に時間がかかっては省力化にならないため、機械下刈りは作業路を中心にして人力刈払いの作業者が作業しやすい状況を作り、伐根を避けながらある程度は機械下刈りを実施して人力でフォローすれば良いと考える。(柴田産業)</li> <li>✓ 植栽位置の高精度な位置情報を植栽時から取得し、下刈り機械や将来の除間伐機械まで一貫して利用できるデータ基盤の整備が重要。あるいは事前に衛星測位で現地のデータを取ってポイントも落としておけば、植栽も機械化できるし下刈りもデータに合わせて行える。さらには除間伐も機械化が可能で、データがあれば資源量も把握でき、間伐時期の判断・安定供給計画にも活用できるようにすることで、機械化投資のメリットを最大化できると考えている。将来の機械下刈りを見据えて、伐採時から切り株を低く抑えることや、株が高くなるよう意識した伐倒を行う必要がある。また、伐採と植栽を別組織が行う場合でも、下刈り機械の導入を前提とした伐採・植栽が行われるよう、事業者の意識を統一することが重要だと思う。(久大林産)</li> </ul>
林業機械メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 電力会社が敷地内の刈払い等にハイドロマチック・モアを使用している。どの機械でどのくらい処理できるか、というデータは電力会社が算出しているはずである。(筑波フォレスト)</li> <li>✓ どうやって下刈り機械が入れる林地にするのが重要。伐根処理は山もつとモット、下刈りは山なみ傾子で行うといった体制が有効と考えている。(筑水キャニコム)</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (1) のところで挙げた 7 つの優先順位をクリアすることが重要である。1 番は伐根と残材を機械の導入可能な状態に持っていくことである。その次に、林地を凸凹が少ない平坦な状態に持っていけるか。林地の状態をなるべく機械の導入に適した状態に持っていくことが大事だと考える。(北海道立総合研究機構)</li> </ul>

### 3-2. 文献調査

下刈り機械に関する既往の研究成果・調査報告等の文献について、主にインターネットを通して収集を行い、内容を整理した。結果を以下に示す。

文献名 / 出典	続・小型自走式刈払い機は林地でどこまで使えるのか？－「山もつとジョージ」の誕生－（光珠内季報 No. 194）		
著者・発行者（敬称略）	北海道立総合研究機構 林業試験場 渡辺一郎	発行年	2020.3
使用機械	山もつとジョージ（筑水キヤニコム）	造林地の条件	トドマツ植栽地（傾斜0～27度、列間2.7m・苗間2.0m）
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 林地で使用可能な機械として、既存の刈払い機のヘッドガード、クローラスパイク、アンダーガード、根株粉碎機能、警報・自動停止機能といった点を改良した。クローラスパイクの効果により、最大27度の横方向でも走行安定が可能であり、湿った場所でも滑りを抑制できた。また、伐根の粉碎が可能な刈刃の開発により、使用可能な場所が拡大した。</li> <li>✓ 141本のカラマツ伐根の粉碎時間を計算したところ、平均88秒/本となった。また、作業を行った5人の作業員の間で粉碎時間に最大1.7倍の差が付いたことから、機械作業への習熟が重要であることが分かった。</li> <li>✓ 下刈りの作業効率について、人力下刈り（0.08ha/時）と比較して、伐根粉碎がない機械下刈り（列間刈り）は0.24ha/時、伐根粉碎を含む機械下刈り（列間刈り）は0.06ha/時となった。伐根の粉碎を含むと人力下刈りにわずかに及ばないが、2年目以降の下刈りなど伐根がない場合は人力下刈りの3倍の効率で作業が可能であることが分かった。なお、下刈り作業コストの試算として、北海道における造林事業単価表の下刈り作業単価を下回るには、年間作業面積が50ha必要となった。</li> </ul>			

文献名 / 出典	多目的造林機械による省力化技術の実証試験 ～下刈り作業の省力化に向けて～（林業会報 No. 277）		
著者・発行者（敬称略）	青森県産業技術センター 林業研究所 室谷豊	発行年	2023.2
使用機械	山もつとモット（筑水キヤニコム）	造林地の条件	・スギ植栽地（平均傾斜17度） ・カラマツ採種園（平均傾斜5度）
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 機械下刈りと刈払い機による人力下刈りを比較したところ、機械下刈りで作業員の消費カロリー（0.2ha当たり。機械：539.3kcal、人力：760.3kcal）や最高心拍数（0.2ha当たり。機械：94bpm、人力：104bpm）が低下したことから、機械下刈りは軽労化に繋がることが確認された。</li> <li>✓ 下刈りの所要時間は、人力下刈りの標準歩掛（7.6人日/ha）に対し、伐根粉碎を伴わない機械下刈りで3.7人日/ha、伐根粉碎を伴う機械下刈りで10.3人日/haとなった。また、この結果から年間下刈り作業面積のうち伐根粉碎作業を伴う機械下刈りと伴わ</li> </ul>			

ない機械下刈りをどの程度の割合で実施すれば人力下刈りよりも作業経費を抑えられるかを試算したところ、伐根粉碎を伴う機械下刈りを年間最大作業面積の 35%未満に抑えた場合に損益で有利となった。

文献名 / 出典	ラジコン草刈機で下刈りが楽になるか? (やまなし林業普及通信 No. 76)		
著者・発行者 (敬称略)	山梨県森林総合研究所 武居正道	発行年	2023. 2
使用機械	RJ703 神刈 (atex)	造林地の条件	ミズナラ植栽地 (傾斜 0~15 度、植栽間隔 1.8m、伐根処理済み)
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 機械を活用することで、身体的な負担低減のほかにハチやダニの被害軽減が期待できる。</li> <li>✓ 機械の刈幅は、林地内での移動や転回、伐根の回避を考えると、植栽間隔の 2/3 程度がよいと思われる。刈刃が前方にあるハンマー式は、前方が重くなるためバランスが取りにくい。</li> <li>✓ 全ての伐根を処理した条件で、機械下刈りと人力下刈りを組み合わせた全刈りの作業効率は 245. 58 m<sup>2</sup>/時、人力下刈りのみの全刈りは 228. 17 m<sup>2</sup>/時となり、機械と人力を組み合わせた場合は作業効率が 7%ほど向上した。</li> </ul>			

文献名 / 出典	最新式集材機と ICT ハーベスタ等を核とした主伐・再造林システム実証・普及事業成果報告書 (令和 4 年度「新しい林業」に向けた林業経営育成対策のうち経営モデル実証事業 報告書)		
著者・発行者 (敬称略)	白鳥林工協業組合 中江産業株式会社 森林事業本部 岐阜県立森林文化アカデミー 岐阜県郡上農林事務所	発行年	2023. 3
使用機械	山もっとモット (筑水キャニコム)	造林地の条件	—
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 25 度程度の傾斜でも走行不可能だった。ゴムクローラが滑り、20 度以下の傾斜でも滑って走行できないことがあった。また法面が登れず、バックホウで進入口を作設した。他の留意点として、枝条が機械の底に入り込むと故障の要因になってしまう点、根株処理時にオペレーターから根株が見えにくい点があった。</li> <li>✓ 地拵えと伐根処理に山もっとモット、下刈りにリモコン型下刈り機を使用した場合と、人力で下刈りをした場合で比較を行った。伐根は走行ライン上のみ粉碎することとし、ha 当たり 900 本の伐根のうち 280 本を粉碎処理した。伐根処理には 1 本 (直径約 30cm) 当たり 90 秒かかったが、地拵えから下刈りまでの一連の作業効率は人力</li> </ul>			

作業と比較して約3倍（機械：26.32人日/ha、人力：72.75人日/ha）となった。また、安全面や労働強度も大きく改善された。

- ✓ ただし、機械の導入には林内に伐採木や枝条を残さない全木集材が前提となるため、伐採・集材の段階から下刈りまでの流れを一体で考える必要があることが分かった。

文献名 / 出典	下刈り作業省力化の手引き 下刈り機械の導入と大苗植栽の視点から		
著者・発行者 (敬称略)	林野庁	発行年	2023.3
使用機械	—	造林地の条件	—
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 「刈刃機械一体型」の場合は、平坦地から緩傾斜地（0～15度）で導入可能。走行できる最大傾斜は土壌条件等によるが、安全性や効率性の観点から15度までを想定している。植栽列の間を走行するため、機械走行を想定した苗木配置と機械走行が可能な高さ（15cm以下）に伐根を処理することが必要である。また、石礫が多い場所では刃が礫に当たって破損する恐れがある。刈幅1.6mの機械を導入する場合は植栽列間を2.5mとする。</li> <li>✓ 「刈刃アーム装着型」の場合は、同様に平坦地から緩傾斜地（0～15度）で導入可能。アームを伸ばして下刈り作業を行うことから、機械が走行する列のみ「林内走行路」として列間の幅を確保（片側25cm以上のマージンを取る）する必要がある。ただし、オペレーターからの見通しが悪い場所では誤伐のリスクが増加する。</li> </ul>			

文献名 / 出典	令和4年度造林作業の機械化に向けた実証調査委託事業 報告書		
著者・発行者 (敬称略)	林野庁	発行年	2023.3
使用機械	山もつとモット（筑水キャニコム）	造林地の条件	栃木県内の皆伐跡地（主伐後6年が経過）
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ドローンで撮影したオルソ画像のDSMデータから山もつとモットが稼働できたエリアを分析したところ、稼働できた3つのエリアの平均傾斜はそれぞれ22.9度、21.6度、23.9度であり、最頻値（最も多く出現した値）は22～24度だった。また、傾斜30度以下のエリアが大半を占めていた。</li> <li>✓ 作業中に機械のルート選定に時間を要したことから、事前に作業予定地を確認して走行ルートを計画しておくことが重要と考えられる。</li> <li>✓ 傾斜以外の条件として、転石や岩が多いと稼働が難しいこと、林地残材や隣接する林分等からの倒木が走行の障害となることが示唆された。</li> </ul>			

✓ 伐根処理については、間伐時の伐根など腐朽の進んだものは破砕に時間を要しないことや、他の伐根を粉砕するための走行スペースを確保する必要があることから、伐根は地表面に近い高さまで破砕する必要があることが分かった。

文献名 / 出典	令和5年度造林作業の機械化に向けた実証調査委託事業 報告書		
著者・発行者 (敬称略)	九州森林管理局 宮崎南部森林管理署	発行年	2024.3
使用機械	山もっとモット (筑水キャニコム)、小型遠隔操作草刈機 CG281 (筑水キャニコム)	造林地の条件	スギ造林地 (令和4年2月植栽、下刈り実施無し)
概要			
<p>✓ 令和3年度に多目的造林作業機「山もっとモット」で地拵えを実施した宮崎県のスギ造林地 (令和4年2月植栽、下刈り実施無し) において、山もっとモット及び小型遠隔操作草刈機 (CG281) による下刈り作業 (列間刈り) と従来の刈払い機による下刈り作業の作業工程を比較した。</p> <p>✓ 機械下刈りはいずれも操縦者と誘導者の2人体制、刈払い機による下刈りは4人体制で実施して実作業時間 (移動や給油等を除外し、刈払いや伐根処理といった実際の作業にかかった時間) を計測したところ、山もっとモット1台 (2名) の生産性は3.6人日/ha、小型遠隔操作刈払機1台 (2名) の生産性は7.6人日/haとなり、人力による生産性 (全刈り: 3.5人日/ha、筋刈り: 3.2人日/ha) を下回った。</p> <p>✓ 機械下刈りの生産性が下回った要因の一つとして、2名1組での作業となったことが挙げられた。また、小型遠隔操作刈払機が生産性が山もっとモットを下回った要因として、小型遠隔操作刈払機の走行速度が山もっとモットの半分程度であったことが考えられる。機械下刈りのコストを抑える方法として、年間の稼働率を上げる等により機械損料を抑えること、操縦者1名での作業を行うことが挙げられた。</p> <p>✓ 機械下刈りによる軽労化効果として、従来の刈払い作業で発生する以下のような点を軽減し、労働強度の改善・安全性の向上が期待できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・様々な蜂刺され、熱中症といった自然的要因による危険</li> <li>・転倒による怪我といった人的要因による危険</li> <li>・刈り払い機による振動障害</li> <li>・重量のある刈払い機を保持したままの労働強度の高い作業</li> </ul>			

文献名 / 出典	多目的造林機械導入による造林作業の軽労化・省力化（林野庁ホームページ「林業機械を活用した効率的な作業システム事例の紹介」）		
著者・発行者（敬称略）	千歳林業株式会社	発行年	2024
使用機械	山もつとモット（筑水キャニコム）	造林地の条件	—
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 山もつとモット（1人/セット）による作業道維持管理のための草刈作業について労働生産性を検証。刈払機（2人/セット）で2,000m/人日（8円/m）のところ、山もつとモットでは10,000m/人日（1.6円/m）となり、労働生産性は約5倍となった。</li> <li>✓ 傾斜を感知した際の「自動水平制御装置」により、オペレーターが傾斜による負荷を感じにくく、操作性・労働安全性が向上した。</li> </ul>			

文献名 / 出典	造林作業の自動化・軽労化システムの構築に向けた実証・普及について（先進的林業機械緊急実証・普及事業）		
著者・発行者（敬称略）	北海道造林協会 千歳林業 筑水キャニコム 北海道立総合研究機構	発行年	2022.3
使用機械	山もつとモット（筑水キャニコム）、遠隔操縦式土壤穿孔機、遠隔操縦式小型刈払機（筑水キャニコム）	造林地の条件	—
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 山もつとモットによる地拵え作業は、伐根処理を含めても人力の約4倍の作業効率だった。遠隔操縦式土壤穿孔機によるコンテナ苗植穴空け作業は、クワによる人力作業よりは早いですが、局所的な凹凸等で迂回した場合に時間を要した。遠隔式小型刈払機による下刈り（列間刈り）では、伐根がある場合は約2倍、伐根処理済みの場合は約3.8倍の効率で作業が可能だった。</li> <li>✓ これらの作業システムで年間90haの造林地を整備した場合、既存のシステムに比べて48%のコスト削減が可能となった。</li> </ul>			

文献名 / 出典	通信型下刈機械の遠隔自動運転・運行監視システムの開発・実証（令和4年度林業機械の自動化・遠隔操作化に向けた開発・実証事業 成果報告）		
著者・発行者（敬称略）	株式会社NTT ドコモ 株式会社筑水キャニコム 阿蘇森林組合	発行年	2024. 2
使用機械	リモコン型自走下刈り機械（筑水キャニコム）	造林地の条件	皆伐地（疑似植栽：植栽間隔 2.5m、1,500本/ha）
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 筑水キャニコム社製のリモコン型自走下刈り機械に GNSS アンテナと自動走行モジュールを搭載し、GNSS 情報に基づいた自動運転機能を実証した。通信方式は Wi-Fi・LTE・Starlink。位置測位は CLAS・ネットワーク型 RTK。</li> <li>✓ 熊本の実証地における自動走行試験では、全体の約 85%で計画ルートと走行結果の差が 40cm 以内に収まった。また、ネットワーク型 RTK よりも CLAS の方が若干誤差は少なかった。なお、特に転回時に大きくオーバーハングした際に誤差が大きくなった。さらに、植栽木への接触を避けることが課題とされた。</li> <li>✓ 苗木衝突回避機能を追加開発して行った第2回の試験では、谷筋や伐根で迂回が必要となった場所で疑似植栽との接触が多くなったが、ルートのチューニングを行った3回目の走行で疑似植栽への接触なしとなった。</li> <li>✓ 自動走行の刈残し部分は人力下刈りで処理を行う（6.6 m<sup>2</sup>/分）と想定した場合のシミュレーションでは、全面で人力下刈りを行う場合と比較して作業時間が 2/3 程度となり、作業効率の向上が期待できた。</li> </ul>			

文献名 / 出典	自動運転型下刈機械の植栽フィールド運用実証（令和6年度林業デジタル・イノベーション総合対策のうち戦略的技術開発・実証事業）		
著者・発行者（敬称略）	株式会社NTT ドコモ 株式会社筑水キャニコム 千葉県森林組合	発行年	2025. 2
使用機械	山なみ傾子（筑水キャニコム）	造林地の条件	北海道（トドマツ植栽地、最大傾斜 26度、列間 2～3m・苗間 1.5m、縦植え） 千葉県（列間 2.5m・苗間 2.0m）
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ リモコン型自走下刈り機械「山なみ傾子」に自動運転機能を搭載し、遠隔監視用タブレット（iPad）による自動運転機能を実証した。</li> <li>✓ オルソ画像からの AI 画像解析による伐根や苗木の検出を試行したところ、千葉県の現場（風倒木跡地）では伐根の色が地面と同化しており、検出率が 65%程度だった。また、北海道では苗木にオレンジテープを付けたものの画像上での識別は不可能だった。そのため、GNSS アンテナ付き穴掘り器により苗木の位置データを取得した。</li> </ul>			

- ✓ 北海道の試験地では、自動運転による下刈りの速度は列間刈りで 426 分/ha となり、刈払い機による人力下刈りと比較して 3.5 倍の作業効率となった。
- ✓ 千葉県の実験地では、伐根を山もつとモットで全て粉碎した上で、機械下刈り＋人力下刈りと人力下刈りのみの作業効率を 3 年間の累積時間で比較した。1 年目に伐根処理やルート設定を行っていても、面積カバー率の高い往復走行（列間を往復して走行する方法）を採用した場合、機械下刈り＋人力下刈りの作業工数は、人力下刈りのみと比べて 4.9%削減された。ただし、伐根処理に全体の 41.4%の時間を要したことから、伐根処理の方法は検討が必要と考えられる。

文献名 / 出典	広島県省力・低コスト再造林実践の手引		
著者・発行者 (敬称略)	広島県	発行年	2025. 3
使用機械	①山もつとモット (筑水キャニコム) ②ハイドロマチック・モア (筑波重工) 及びアラフォー傾子 (筑水キャニコム)、ブッシュマン (松本製作所)	造林地の条件	—
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ①機械＋人力での下刈りについて、100 m<sup>2</sup>当たりの作業時間を計測したところ、事前に伐根を全て処理した場合は 12.8 分、事前に走行列の伐根のみ処理した場合は 12.0 分となり、両者の作業時間に大きな差は見られなかった。一方、事前に伐根を処理しなかった場合は 19.2 分となり、また人力下刈りのみの場合は 24.5 分となった。これらの結果から、事前に伐根処理を行った条件下では、機械＋人力での下刈りの作業効率は人力下刈りの約 2 倍となった。 また、上記の実験結果から下刈り機械を導入した場合の損益分岐点を試算したところ、事前に伐根を全て処理した場合と走行列の伐根のみ処理した場合の損益分岐点は、年間の機械下刈り面積が 19.1ha だった。一方、事前に伐根を処理しなかった場合の損益分岐点は、年間の機械下刈り面積が 23.5ha だった。以上より、下刈り機械を導入して利益を得るためには、これらを上回る下刈り面積が必要となることが分かった。</li> <li>✓ ②低コスト化効果：機械＋人力での下刈りについて、平坦地と傾斜地でそれぞれ 100 m<sup>2</sup>当たりの作業時間を計測した。ハイドロマチック・モアは平坦地で 27.7 分、傾斜地で 27.2 分となった。アラフォー傾子は平坦地で 30.2 分、傾斜地で 24.8 分となった。ブッシュマンは平坦地で 35.2 分、傾斜地で 24.8 分となった。</li> <li>✓ また、下刈り機械を効果的に運用するための条件として、緩傾斜地（15 度未満）であること、地拵え時に末木枝条を丁寧に整理すること、走行ルート上の伐根を処理すること、機械の車幅や旋回を考慮した植栽間隔を設けることが挙げられた。</li> </ul>			

### 3-3. まとめ

ヒアリング調査及び文献調査から得られた知見について、以下のとおり整理した。

#### 3-3-1. 下刈り機械を導入できる条件

##### (1) 下刈り機械が安全に走行できる傾斜

下刈り機械が走行可能な傾斜について、機械スペック（最大走行勾配、登坂能力等）上は30～40度以上の走行が可能とされる例が多く、機械メーカー等へのヒアリング調査においても同様の見解が示された。

一方、実際に下刈り機械を使用している林業事業者からは、「20度程度が限界」とする意見が多く得られた。特に横方向（等高線に沿った方向）の走行については、横転リスクや操縦者の心理的負担を理由に、「緩傾斜地に限る」「そもそも想定していない」といった意見が出された。

造林地の地表面には凹凸が存在し、局所的に傾斜が増大する場合がある。このような箇所に機械が乗り上げると、機体が大きく傾斜し転倒リスクが高まる。とりわけ、刈刃アーム装着型や大型機械では重心が高くなりやすく、転倒リスクが相対的に増大する。実際の林業事業者においては、こうしたリスクを踏まえ、より安全側に配慮した運用がなされているものと考えられる。

以上より、実際の現場で「安全に（日常的に、事故のリスクなく）」運用することを前提に、林業事業者の目線に立った傾斜条件を検討する必要がある。

##### (2) 傾斜以外に下刈り機械の走行が困難となる条件

ヒアリング調査や文献調査から、傾斜以外に走行が困難となる条件として、地形条件（凹凸が多い場所、沢地等）、地質条件（砂質土、石礫が多い場所等）、造林地の整備状況（大きな段差がある場所、林地残材が多い場所等）が挙げられた。加えて、降雨直後で土壌が高含水状態にある場合や、地表面に刈払ったススキ等が堆積している場合には、クローラー部が空転し登坂能力が低下するとの指摘もあった。

これらの条件には、「導入は可能であるが適用範囲が狭まる条件」と、「そもそも導入に適さない条件」が含まれると考えられることから、両者を区別して整理する必要がある。

### 3-3-2. 下刈り機械を導入するための施業方法・施業のポイント

#### (1) 【主伐・搬出】下刈り機械の走行に支障とならない伐根の高さと伐根の処理方法

ヒアリング調査では、下刈り機械の走行に支障とならない伐根の高さについて「10cm 以下」を目安とする意見が多く得られた一方、機械のタイプにより適切な高さは異なるとの意見もあった。

また、ハーベスタ等で伐採する場合、機械の構造上、地表面から 10cm 程度の低い位置での伐採は困難であり、伐採後にチェーンソー等で再度切り下げる、又はマルチャー等で粉碎処理を行う必要があるとされた。この運用については、機械化による省力化を目指すにもかかわらず、従来以上に労働負荷が増加する可能性を懸念する意見や、主伐時の作業主体は素材生産側である一方、省力化の主たる効果は造林側に帰属することに留意が必要であるといった意見があった。

#### (2) 【主伐・搬出】主伐時に発生した林地残材の整理方法と路網設計時の留意点

ヒアリング調査では、林地に重機が投入されている段階で、林地残材の整理や造林地への侵入の確保（スロープ作設）等を行う必要があるといった意見があった。ただし、これらの作業方針を決定するためには、下刈り機械の走行ルート及び作業範囲をあらかじめ検討しておくことが前提となる。

したがって、主伐・搬出段階からこれらを検討するためには、素材生産側と造林側の連携及び意思疎通が重要となる。

#### (3) 【地拵え】地拵え時における伐根の処理方法と枝条等の整理方法

ヒアリング調査では、地拵え時に伐根を処理する場合、多目的造林機械による粉碎処理や、チェーンソーアタッチメント等による根切り処理を行うとの意見が林業事業者等から得られた。

ただし、伐根を全面的に処理することは手間及びコストが大きいことが文献調査から分かっており、下刈り機械の走行経路等の必要箇所に限定して処理することが望ましい。そのためには、機械の走行列や植栽列等の設計を事前に検討しておく必要がある。

また、枝条等は機械走行の障害とならないよう整理しておく必要があり、その前提として、機械の走行ルート及び作業範囲を明確化することが求められる。

以上を踏まえ、地拵え段階において、「下刈り機械の作業範囲」「下刈り機械の走行ルート」「走行列と植栽列」「枝条の整理場所」等を事前に設計しておく必要がある。

#### (4) 【植栽】植栽間隔・植栽密度と植栽時の留意点

下刈り機械は植栽列と植栽列の間を走行することから、まずは植栽列間を下刈り機械が走行可能な間隔に設定する必要がある。ヒアリング調査では、植栽列間の間隔について 2.5m を基

準とする意見が比較的多かった。2,000本/haの低密度植栽であれば、「列間2.5m、苗間2.0m」で対応可能であることから、この設定は目安の一つとなり得る。

また、植栽時の留意点として、植栽列を直線的に維持することが重要であるとの意見が多かった。直線性を確保する方法として、上端等に立てたポールを目印として植栽を行うこと、伐根等により植栽位置をずらす必要がある場合には縦方向にずらすこと等が挙げられた。

ただし、造林地の地形によっては機械が直線走行できない場合も想定される。地形条件も考慮したうえで機械の走行列を設定することが必要である。

植栽方向については、ヒアリング調査において「縦植えが基本」とする意見と、「植栽作業者の労働負担を踏まえ横植えが望ましい」とする意見に分かれた。縦植えを原則とするか、条件により横植えを許容するかについては検討が必要である。

### 3-3-3. 下刈り機械を使用する際の留意点等

#### (1) 下刈り機械の走行経路

ヒアリング調査では、走行経路について縦方向を基本とする意見が多かった。一方、緩傾斜であれば横方向も可能とする意見もあった。

また、列の末端に到達した際の走行方法として、バック走行でも下刈りが可能な機体であれば、そのまま後退しながら刈払うといった運用や、バック走行が不可能な機体の場合は、事前に旋回スペースを確保した上で、末端でUターンする運用の例が林業事業体等から挙げられた。

#### (2) 植栽列における雑草木の刈残し幅

ヒアリング調査では、下刈り実施時には植栽列から一定の余裕を確保して作業しているとの意見があった。機械下刈りにより発生した刈残しについては、現時点では人力で刈払うとの意見が多かった。理由として、つる植物を切断する必要がある点に加え、補助事業に係る検査時に、刈残しがあると合格できない可能性がある点が挙げられた。

なお、刈残しの具体的な幅や人力下刈りによる補助作業の要否については、本事業における「刈残し幅に関する試験」において刈残しが植栽木の成長に与える影響を検証した結果等を踏まえて検討する。

#### (3) 下刈り機械の走行時における留意点

機械走行時の誤伐対策として、操縦者が苗木位置を把握する必要がある。方法として、カラーテープ等により植栽木を明示する方法のほか、GNSSにより苗木位置情報を取得する方法が出された。

このほか、破砕物の飛散防止、作業者の立ち位置（特に前方に立たせないこと）の徹底、下刈り対象地内の沢や穴等、走行障害となり得る箇所を事前に把握すること等が留意事項として挙げられた。

#### 3-3-4. 下刈り機械に必要となる機能等

ヒアリング調査では、機械に求める性能に関して機械サイズ（横幅、刈幅、車高）、重量、緊急停止機能、冷却機能等、多岐にわたる留意点が挙げられた。

これらの事項については、本事業で整理する「下刈り機械を導入可能な条件」を満たす造林地で「下刈り機械を導入するための施業方法・施業のポイント」に示した施業方法を実施した上で、下刈り機械に最低限必要となる機能として整理する。

あわせて、スパイクの種類等の「より幅広い条件下で下刈り機械を運用するための機能」や、「苗木の位置情報を取得して自動走行を行う技術」等については、より効率的に・幅広く下刈り機械を運用するための機能として整理する。

#### 3-3-5. 下刈りの機械化による労働負荷軽減効果と低コスト化効果

##### (1) 下刈りの機械化による労働負荷軽減効果

労働負荷軽減効果については、ヒアリング調査や文献調査から、重労働に伴う身体的負荷の軽減に加え、転倒や機械による切創等のけが、熱中症、ハチやマダニ、クマ等による被害といったリスクの軽減に関する意見・記載を確認した。また、作業者の消費カロリーや最高心拍数等の具体的な数値を用いて労働負荷軽減効果に言及した文献も1件確認した。

##### (2) 下刈りの機械化による低コスト化効果

機械下刈り（機械下刈りと人力下刈りを組み合わせた全刈りを含む）の作業効率を具体的に調査した文献では、事前に伐根処理を実施した場合には人力下刈りと比較して作業効率が上回った一方、事前の伐根処理を実施せず（下刈りと同時に実施した）場合には、作業効率が人力下刈りを下回った事例が多かった。

機械下刈りを効率的に実施するためには事前の伐根処理が必要となるが、その場合、従来の地拵えよりコストが割増しとなる可能性がある。したがって、機械下刈りによる低コスト化の効果を検討するためには、事前の伐根処理に係るコストも含め、地拵えから下刈りまでを一連の施業として捉えた比較検討を行うことが重要であると考えられる。

## 第4章 刈残し幅に関する調査

下刈り機械による刈払いでは、基本的に植栽列と植栽列の間を筋刈（以下、「列間刈り」という。）することになり、植栽列上に雑草木の刈残しが発生する（図 4-1）。この刈残しが植栽した苗木の成長等に与える影響について検証するため、文献調査及び現地調査を行った。

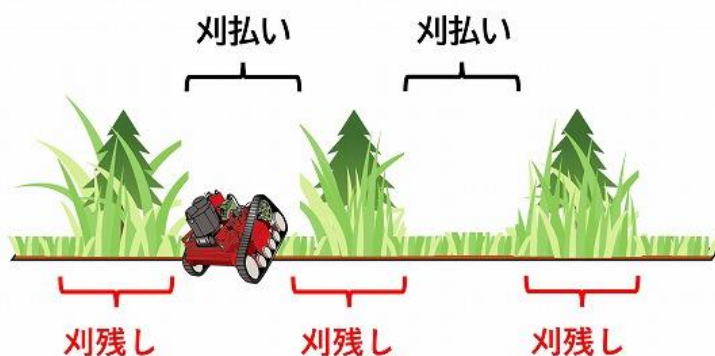


図 4-1 機械による下刈りを実施した際に発生する刈残し

### 4-1. 文献調査

刈残しと植栽木の成長等に関する既往研究について資料を収集し、その内容を整理した。整理結果を以下に示す。

刈残しに関する既往研究は全体として数が少なく、北海道や東北地方等の冷温帯が研究対象地であった。既往研究の知見を整理したところ、刈残しの影響は、耐陰性の高いトドマツよりも耐陰性の低いカラマツで相対的に大きい可能性が示唆されていること、また、樹高成長よりも直径成長に影響が現れる可能性があることが分かった。

文献名 / 出典	自走式刈払い機「山もっとモット」による列間刈り後のトドマツ苗木の成長（光珠内季報 No. 206）		
著者・発行者（敬称略）	北海道立総合研究機構 林業試験場 渡辺一郎	発行年	2023
造林地の条件	トドマツ植栽地（傾斜0～27度、列間2.7m・苗間2.0m）	主な植生	メマツヨイグサやエゾヨモギが全体に優占、部分的にオオイタドリやアキタブキが優占
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 山もっとモットを用いて列間刈りを3年実施した「刈残し列（3列・刈残し幅は片側50cm）」と、人力で全刈りを実施した「全刈り列（2列）」において、植栽したトドマツの生残率や成長量を比較した。</li> <li>✓ 生残率を比較したところ、刈残し列と全刈り列で違いは見られず、枯死個体は確認されなかった。</li> </ul>			

- ✓ 樹高成長を比較したところ、刈残し列と全刈り列で有意差は見られなかった。ただし、山川ほか（2016）の基準を用いて調査プロット内の各植栽木を C1～C4 の 4 つのカテゴリ\*に分類したところ、列間刈り列の中でも C1～C3 の状態の苗木は全刈り列よりも成長量が大きかったが、C4 の状態の苗木は全刈り列より成長が劣った。
- ✓ また、C3 と C4 の状態の苗木について、樹冠に対する雑草木の被度が高いほど成長量が劣る傾向が見られた。

※C1～C4 の 4 つのカテゴリ：植栽木と雑草木の垂直的な競争関係を、現場で簡易な判断基準となるように 4 つのカテゴリに分類したもの

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

出典：山川ほか(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」

文献名 / 出典	植栽木周辺の雑草木がトドマツおよびカラマツ類の生残と成長に与える影響：2シーズンの結果（令和7年度 北海道森づくり研究成果発表会要旨集）		
著者・発行者（敬称略）	北海道立総合研究機構 林業試験場 角田悠生氏	発行年	2025.6
造林地の条件	トドマツ植栽地（北海道内 9カ所・1219本） カラマツ類植栽地（北海道 内11カ所、1108本）	主な植生	木本、イネ科、キイチゴ類、ササ類、アキタブキ、キク科
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 北海道内のトドマツ植栽地及びカラマツ類植栽地について列間刈りと全刈りを行い、2成長期後の生存率及び成長量と刈残し幅との関係を、周囲の雑草木タイプごとに検証した。</li> <li>✓ 生存率については、刈残し幅が大きくなると低下するが、カラマツ類の方が影響は大きかった。また、トドマツ及びカラマツ類のどちらも雑草木タイプの影響を受けていた。</li> <li>✓ 成長量については、刈残し幅が大きくなると植栽木の樹高・地際径ともに小さくなったが、トドマツよりもカラマツ類で刈残し幅の影響が大きくなった。また、カラマツ類の方が雑草木タイプの影響を受けていた。</li> <li>✓ 耐陰性の低いカラマツ類の方が刈残しによる影響が大きかったことから、列間刈りはカラマツ類よりも耐陰性の高いトドマツで有効と考えられる。</li> </ul>			

文献名 / 出典	カラマツ造林地における筋刈（列間刈）の実施（続報）（令和5年度森林・林業技術交流発表集）		
著者・発行者（敬称略）	東北森林管理局 宮城北部森林管理署	発行年	2024
造林地の条件	①カラマツ植栽地（多雪地・2,700本/ha） ②カラマツ植栽地（無雪地・2,000本/ha）	主な植生	①ササ類、シダ類、スゲ類等 ②イチゴ類、つる類（クズ、フジ）、草本類（タケニグサ等）、ヌルデ等
概要			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 令和3年に2箇所の試験地で植栽したカラマツについて、2成長期後の生存率や成長量を列間刈り区と全刈り区で比較した。</li> <li>✓ 生存率については、試験地①・試験地②ともに枯れ・不明の割合が全刈り区の方が高くなったが、その要因は不明である。</li> <li>✓ 成長量については、雑草木の繁茂が少なく草丈も低かった試験地①では、平均樹高・平均地際径とも列間刈り区と全刈り区で有意差は確認されなかった。一方で試験地②では、列間刈り区と全刈り区で平均樹高には有意差が見られなかったものの、平均地際径は列間刈り区の方が有意に小さくなった。ほとんどのカラマツは頂端が雑草木から出ていたが、側方に残った雑草木による影響で、カラマツの成長に十分な光が当たっていない可能性がある事が示唆された。</li> <li>✓ 列間刈り区ではつる植物の侵入が確認されており、影響が残り続けることが懸念された。</li> </ul>			

## 4-2. 現地調査

### 4-2-1. 調査の概要

文献調査の結果、列間刈りに関する既往研究は、冷温帯におけるカラマツ・トドマツを対象としたものが中心であり、暖温帯の主要造林樹種であるスギ・ヒノキを対象とした研究事例はほとんどないことが明らかとなった。そこで、本事業では、実際の造林地において列間刈りに関する実証試験を実施し、列間刈りによって生じる刈残しがスギ・ヒノキの成長等に与える影響を検証することとした。

実証試験の対象地の選定に当たっては、3年間という事業期間内で一定の成果を得る必要があることから、気候が温暖で雑草木の繁茂が旺盛な九州地方を対象とし、宮崎県都城市のスギ造林地及び熊本県菊池市のヒノキ造林地を選定した(図 4-2)。また、列間刈りの影響に関するデータを早期に得るため、既に植栽が完了している箇所に試験地を設置することとした。

試験地の設置に当たっては、まず土地所有者に対し実証試験への協力を依頼し、造林地の一部を試験地とすることについて承諾を得た。その後、試験地内に、列間刈りを行う「刈残し区」と全刈りを行う「全刈り区」の2つの調査プロットを設置し、下刈りの前後で調査を実施した。なお、下刈りはエンジン式刈払い機を用いた人力作業とし、実施に当たっては現地の森林組合に業務委託を行った。



図 4-2 実証試験地の場所

令和7年度における調査スケジュールを表 4-1 に示す。

表 4-1 令和7年度の調査スケジュール

	スギ試験地（宮崎県都城市）	ヒノキ試験地（熊本県菊池市）
調査プロットの設置・ 下刈り前の調査	令和7年9月10～12日	令和7年9月2～3日
下刈りの実施	令和7年10月7日	令和7年10月20日
下刈り後の調査	令和7年11月6日	令和7年11月5日

#### 4-2-2. 調査方法

##### (1) 調査プロットの設置

実証試験の対象とした造林地において、「刈残し区」及び「全刈り区」の2つの調査プロットを設置した。まず、隣接する4列の植栽列について、できるだけ立地条件が等しくなるよう選定した上で、「4列×48本」の植栽木が含まれるように調査プロットを設定した。次に、4列を2列ずつに区分し、それぞれを「刈残し区」及び「全刈り区」とした。なお、刈残し区における刈残し幅は、検討委員から提供された最新の知見を踏まえ、80cm（片側40cm）に設定した（図 4-3）。

また、調査プロット内の植栽木には、個体識別のためにピンク色のナンバーテープをそれぞれ取り付けた（図 4-4）。

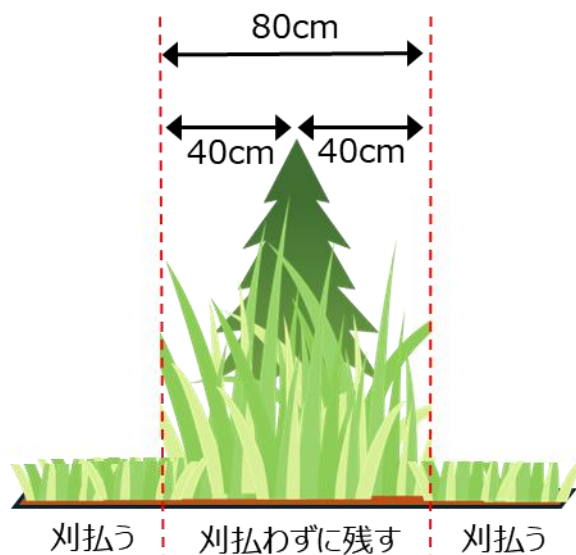


図 4-3 刈残し幅（80cm）の設定方法



図 4-4 植栽木に取り付けたナンバーテープ

本調査では、下刈りをエンジン式刈払い機による人力作業で実施することとしたが、伐根や枝条等の影響により植栽列が必ずしも直線的に揃っておらず、一定幅の刈残し列を均一に確保することが困難となることが想定された。このため、下刈り作業者の目安となるよう、植栽木の両側 40cm の位置に青色の FRP ポールを設置し、同色のカラーテープを結束した。下刈り作業に当たっては、「同色のカラーテープの間は刈払わない」旨を作業員に指示することで、幅 80cm の刈残し列を設定した。(図 4-5)。

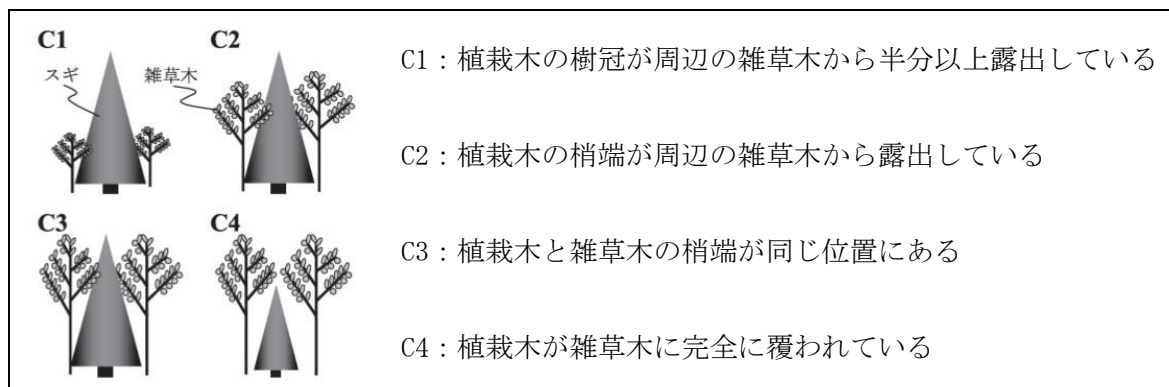


図 4-5 刈残し列の設置方法

## (2) 下刈り前の調査

下刈り前の調査では、調査プロット内に生育する雑草木の種組成や植栽木との競合状態を刈残し区と全刈り区で比較するための調査を行った。具体的な調査項目は以下のとおりである。

- ・ 雑草木の種組成：調査プロット内の植栽木の半径 40cm 以内で最も繁茂している雑草木を植栽木ごとに一本選び、種名及び高さを記録した。
- ・ 植栽木と雑草木の競合状態：植栽木と雑草木の垂直方向における競合状態を把握するため、山川ほか (2016) の基準を用いて調査プロット内の各植栽木を C1～C4 の4つのカテゴリに分類した (図 4-6)。
- ・ 植栽木の樹冠に対する雑草木の被覆率：植栽木と雑草木の水平方向における競合状態を把握するため、調査プロット内の各植栽木を真上から見た時に植栽木の樹冠が雑草木に覆われている割合を目視により確認して記録した。



山川ほか(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 (2016) 98:241-246

図 4-6 植栽木と雑草木の競合状態

## (3) 下刈りの実施

下刈り前の調査が完了した後、現地の森林組合 (スギ試験地：都城森林組合、ヒノキ試験地：菊池森林組合) に業務委託を行って下刈り作業を実施した。下刈りはエンジン式刈払い機を用いて人力で行い、刈払いの高さ等は機械で下刈りを行った場合と同等の条件になるように留意した。なお、実施日には受託者の職員が立会った。

下刈りの実施状況を図 4-7 に示す。

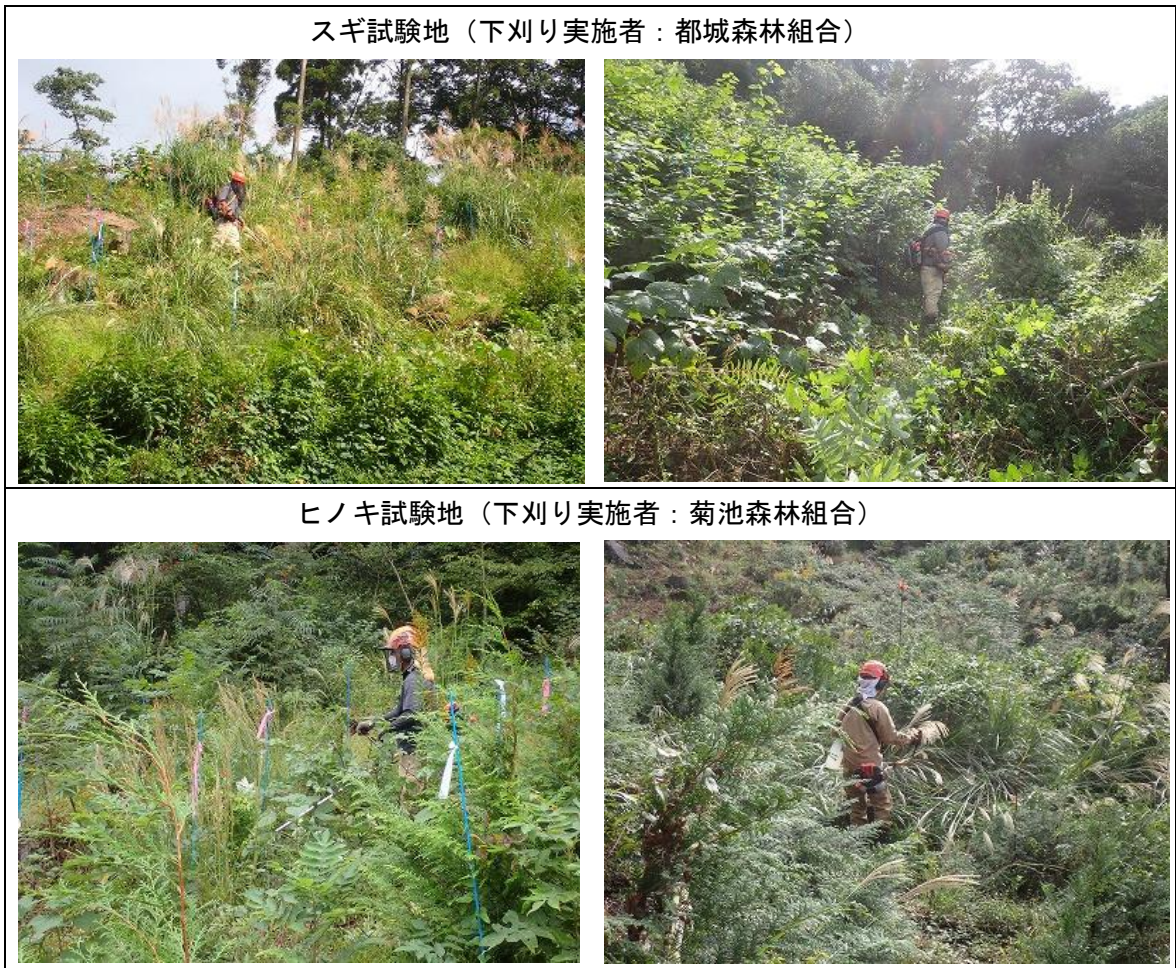


図 4-7 下刈りの実施状況

#### （４） 下刈り後の調査項目

下刈り後の調査では、成長休止期における植栽木の成長状況等を把握し、刈残し区と全刈り区で比較するための調査を行った。また、刈残し区については刈残し幅の実測値を記録した。具体的な調査項目は以下のとおりである。

- ・ 植栽木の成長状況等：調査プロット内の植栽木について、地際径（測定できる場合は胸高直径も）、樹高、樹冠幅（植栽列に対して垂直方向と平行方向の2方向）を測定した。また、植栽木に枯損、折損、食害、つる植物の巻きつきといった被害が確認された場合は記録した。
- ・ 刈残し幅：刈残し区については、刈残し幅と植栽木の成長の関係を分析するため、植栽木ごとに刈残し幅を測定して記録した。

### 4-2-3. 調査結果① スギ試験地（宮崎県都城市）

#### (1) 調査地の概要

所 在	宮崎県都城市御池町	
森 林 所 有 者	都城森林組合（民有林）	
植 栽 樹 種	スギ（2,000本/ha）	
施 業 履 歴	伐 採	令和7年3月
	植 栽	令和7年4月
	下 刈 り	令和7年10月
	獣 害 対 策	防護柵
	そ の 他	
試 験 地 情 報	試 験 地 面 積	0.60ha
	標 高	約520m
	斜 面 方 位	南～南南東
	平 均 傾 斜	18.7度

本試験地における調査プロットの設置状況を表 4-2 及び図 4-8 に示す。

試験地内には枝条等の林地残材や作業道が多く、まとまった面積の調査プロットを確保することが困難だった。また、場所により雑草木の種組成が大きく異なっていたことから、調査プロットを一箇所に集約して設置することは困難だった。

そのため、調査プロットは雑草木の優占タイプごとに分けて設置することとし、アカメガシワが優占する「アカメガシワ区」、ススキと先駆性の落葉広葉樹が優占する「ススキ区①」及び「ススキ区②」、クマイチゴが優占する「クマイチゴ区」の計 4 区を設定した。なお、各区の規模は、植栽木 48 本（4 列×12 本）を含む大きさとしたが、アカメガシワ区については一箇所で 48 本分の面積を確保できなかったため、二箇所に分けて設置した。

また、斜面位置の違いによる植栽木の成長への影響を考慮し、アカメガシワ区及びクマイチゴ区では列の途中で刈残し区と全刈り区的位置を入れ替える配置とした。ススキ区についても、①と②の間で刈残し区と全刈り区的位置が入れ替わるように配置した。（図 4-9）。

表 4-2 調査プロットと主な植生（スギ試験地）

調査プロット	主な植生
アカメガシワ区	アカメガシワ
ススキ区①	ススキ・先駆性落葉広葉樹
ススキ区②	ススキ・先駆性落葉広葉樹
クマイチゴ区	クマイチゴ

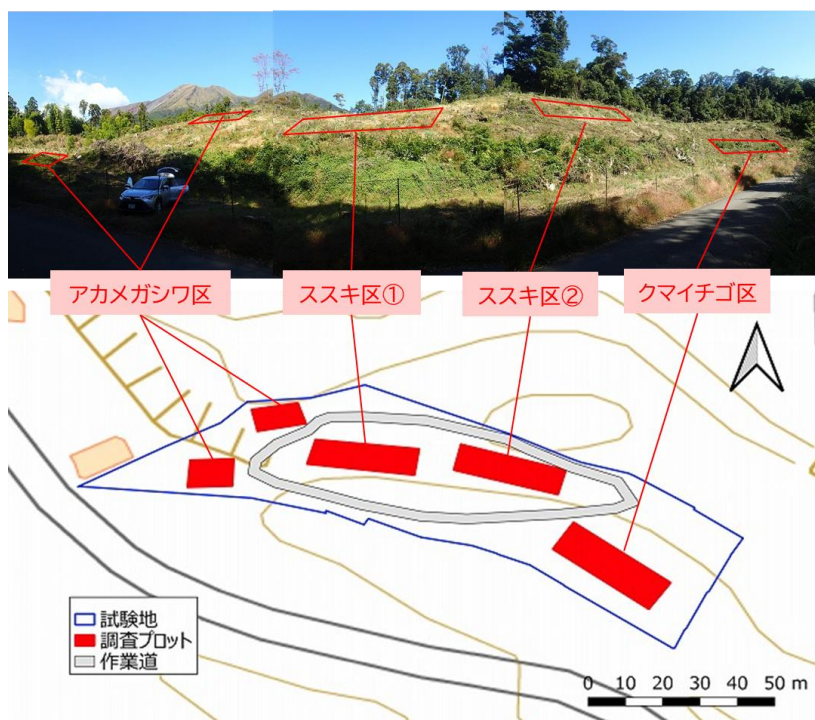


図 4-8 調査プロットの設置状況（スギ試験地）

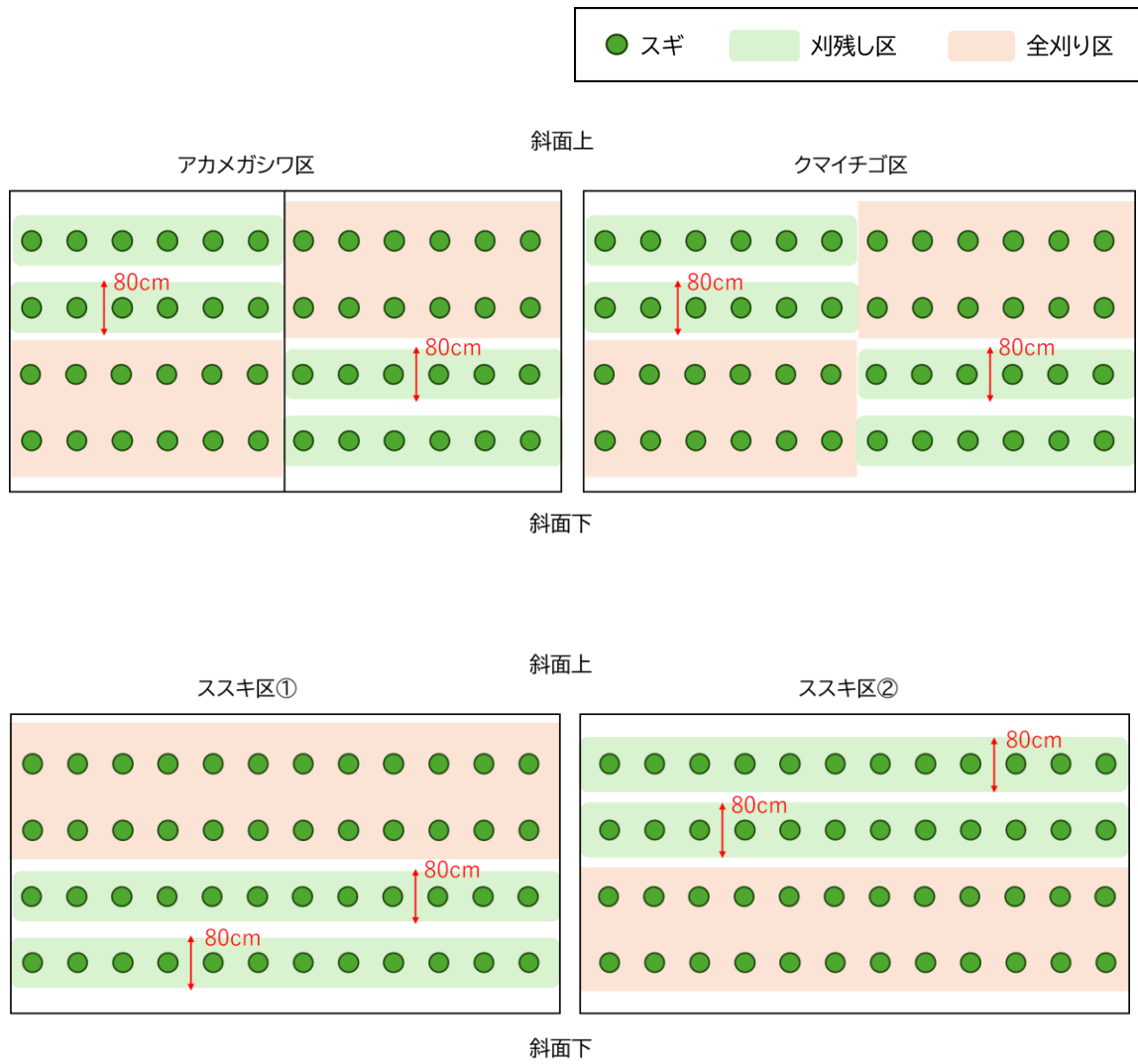


図 4-9 刈残し区と全刈り区の配置 (スギ試験地)

## (2) 調査結果（下刈り前の調査）

令和7年9月10～12日に実施した、下刈り前の調査結果を以下に示す。

### 【雑草木の種組成】

各調査プロット内に生育していた雑草木について、「常緑広葉樹」「落葉広葉樹」「キイチゴ類」「広葉草本」「ススキ」「つる植物」の6タイプに分類した。各雑草木タイプの割合を図4-10に、具体的な雑草木（各雑草木タイプ内の出現率上位3つ）の出現率と高さを図4-11に示す。

アカメガシワ区では、先駆性の落葉広葉樹であるアカメガシワが約6割を占めて優占していた。その他、カラスザンショウ及びススキも確認されたが、いずれも平均高さは50cm以下と低かった。

ススキ区①及びススキ区②では、ススキに加え、先駆性の落葉広葉樹であるカラスザンショウ、アカメガシワ、並びにクマイチゴ等が優占しており、試験地内では相対的にススキの割合が高い区であった。カラスザンショウ及びアカメガシワ等の落葉広葉樹は、アカメガシワ区と同様に平均高さが50cm以下と低かった一方、ススキの平均高さは1m程度だった。ススキが生育する造林地では、下刈りを繰り返すことによりススキの優占度が高まることが知られていることから、これらの調査プロットでは、今後さらにススキが優占していく可能性がある。

クマイチゴ区では、クマイチゴが8割以上を占めて優占しており、平均高さも1mを超えていた。

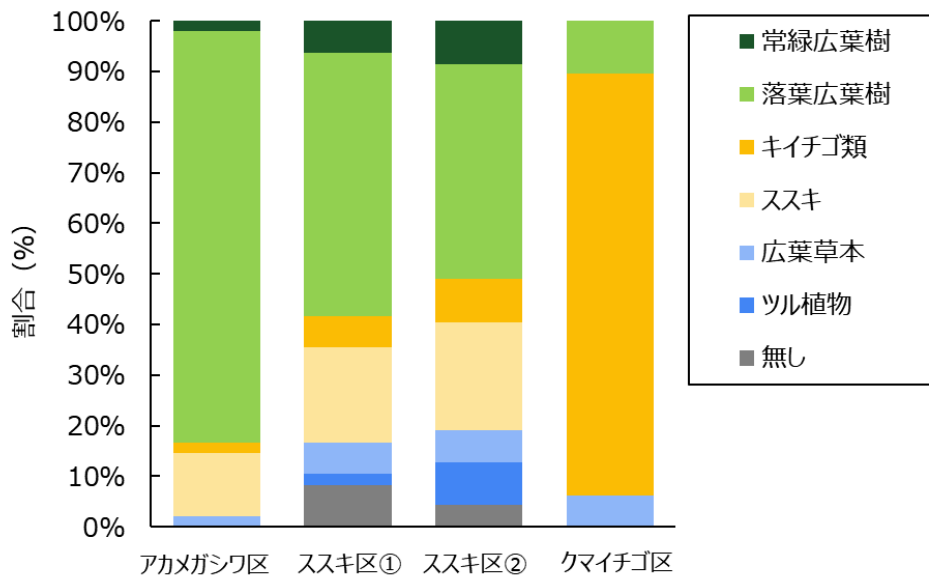


図 4-10 各調査プロットにおける雑草木タイプの割合（スギ試験地）

	雑草木名	割合
アカメガシワ区	アカメガシワ	60.4%
	カラスザンショウ	14.6%
	ススキ	12.5%
ススキ区①	アカメガシワ	20.5%
	カラスザンショウ	20.5%
	ススキ	20.5%
ススキ区②	ススキ	22.2%
	アカメガシワ	17.8%
	クマイチゴ	8.9%
クマイチゴ区	クマイチゴ	83.3%
	ダントホロギク	6.3%
	アカメガシワ	2.1%

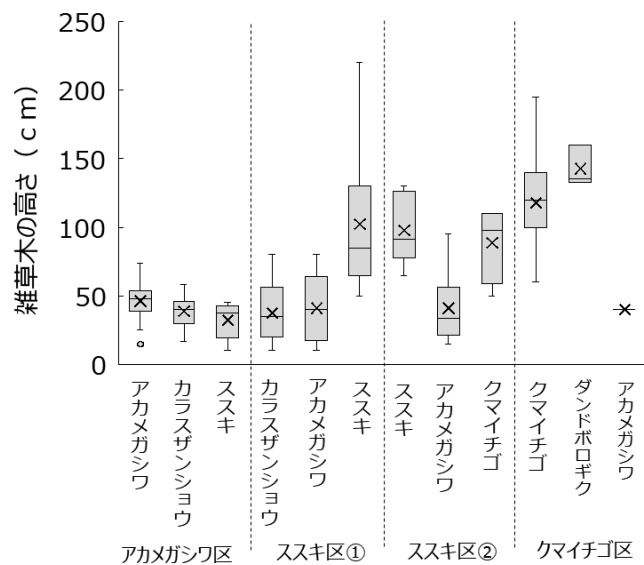


図 4-11 雑草木名（出現率上位3つ）と高さ（スギ試験地）

### 【植栽木と雑草木の競合状態】

下刈り前の各調査プロットにおける植栽木と雑草木の競合状態（C1～C4）について、調査結果を図 4-1 2 及び図 4-1 3 に示す。なお、今後の分析を考慮し、調査結果は刈残し区と全刈り区で分けて整理した。

競合状態は調査プロットによって異なる傾向を示した。アカメガシワ区やススキ区については C1 や C2 が多く、多くの植栽木が雑草木から抜け出している状況が確認された（図 4-1 3 左）。一方でクマイチゴ区については C4 が大半を占めており、ほとんどの植栽木がクマイチゴに被圧されている状態だった（図 4-1 3 右）。

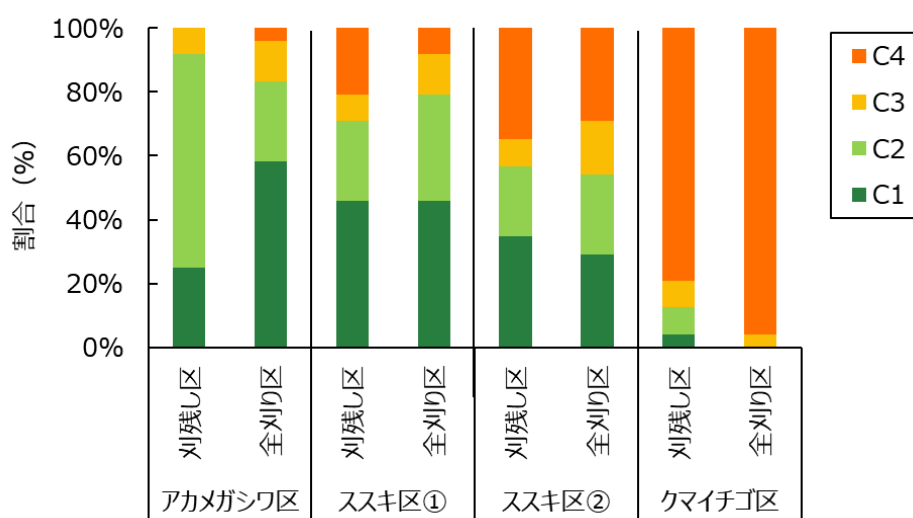


図 4-1 2 植栽木と雑草木の競合状態 (スギ試験地)

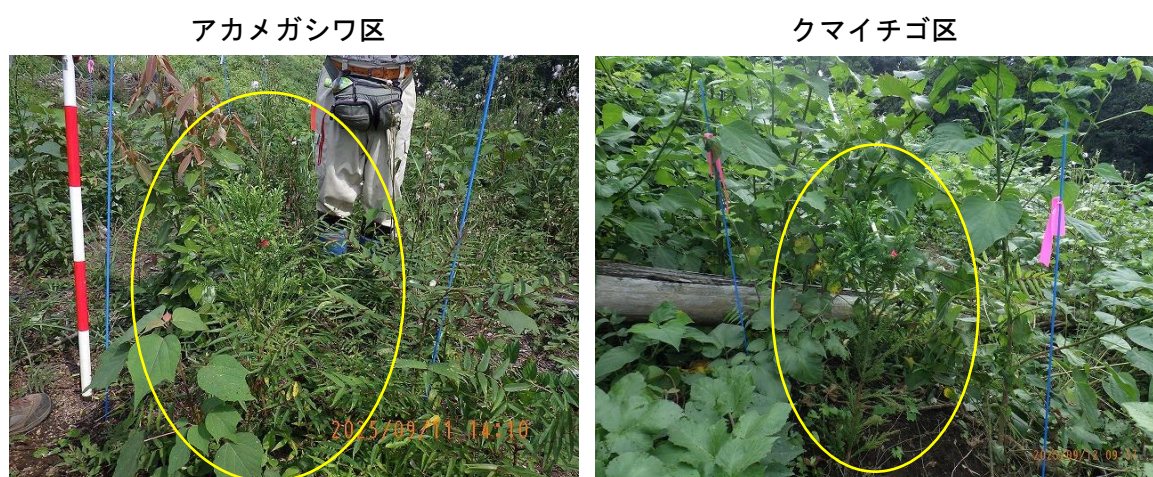


図 4-1 3 左：雑草木から抜け出しているスギ (アカメガシワ区)  
右：雑草木に被圧されているスギ (クマイチゴ区)

### 【植栽木の樹冠に対する雑草木の被覆率】

下刈り前の各調査プロットにおける植栽木の樹冠に対する雑草木の被覆率について、調査結果を図 4-1 4 及び図 4-1 5 に示す。なお、今後の分析を考慮し、調査結果は刈残し区と全刈り区で分けて整理した。

アカメガシワ区やススキ区はいずれも多く植栽木が被覆率 50% 未満であり、樹冠の半分以上に日光が当たる状態だった (図 4-1 5 左)。一方でクマイチゴ区は 7~9 割が被覆率 50% 以上であり、植栽木の多くが雑草木に被圧されている状態だった (図 4-1 5 右)。

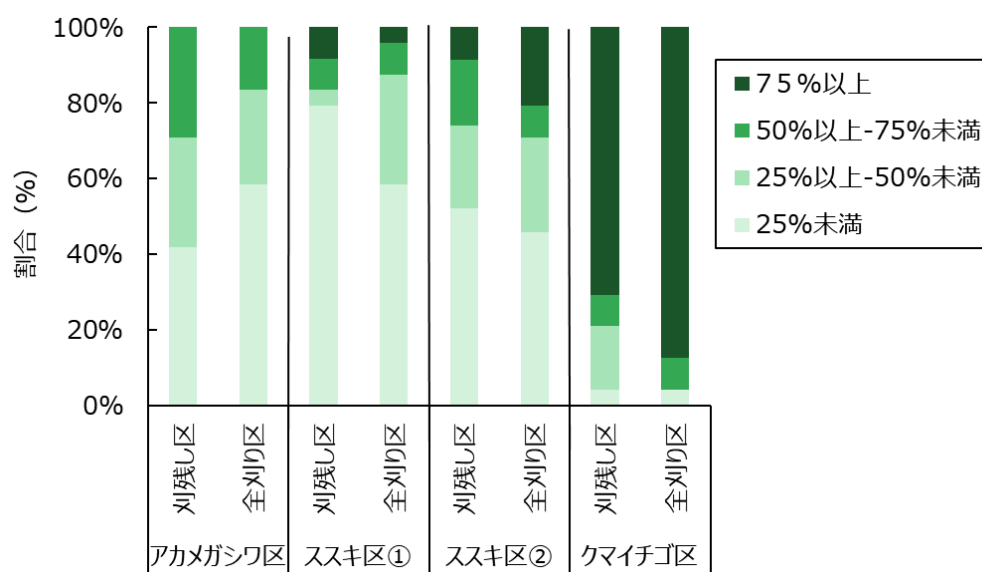


図 4-1 4 植栽木の樹冠に対する雑草木の被覆率 (スギ試験地)



図 4-1 5 左：樹冠が被覆されていないスギ (ススキ区②)  
右：樹冠が被覆されているスギ (クマイチゴ区)

### (3) 調査結果（下刈り後の調査）

令和7年11月6日に実施した、下刈り後の調査結果を以下に示す。

#### 【植栽木の成長状況】

成長休止期における植栽木の成長状況の調査結果を図4-16及び図4-17に示す。なお、今後の分析を考慮し、調査結果は刈残し区と全刈り区で分けて整理した。また、Welchのt検定（両側）を用いて刈残し区と全刈り区における有意差を検定した。

t検定の結果、樹高（図4-16）、地際径（図4-17）ともにススキ区の一部では刈残し区と全刈り区に有意差が認められたが、下刈り実施から1か月程度しか経過していないことから、立地条件の違いなど、下刈り方法以外の要因が影響していると考えられる。なお、その他の調査プロットでは有意差は検出されなかった。

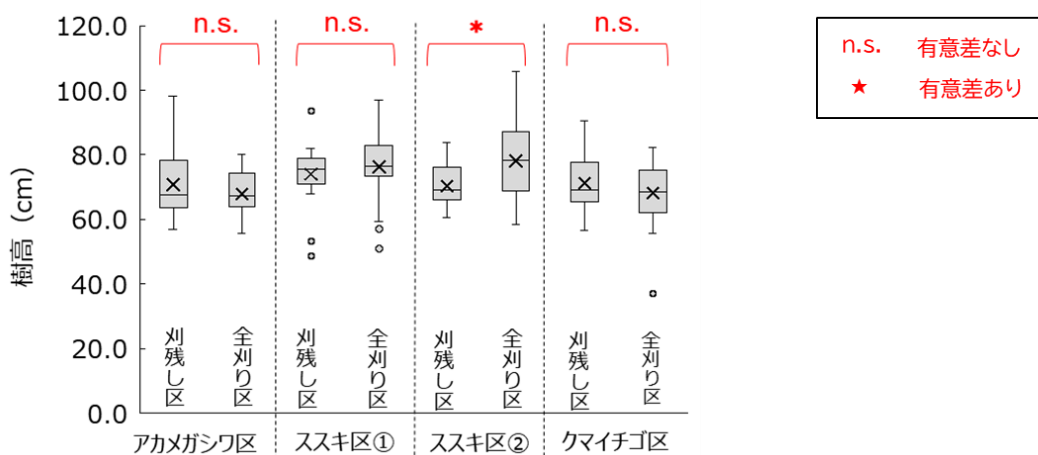


図 4-16 植栽木の成長状況（樹高）（スギ試験地）

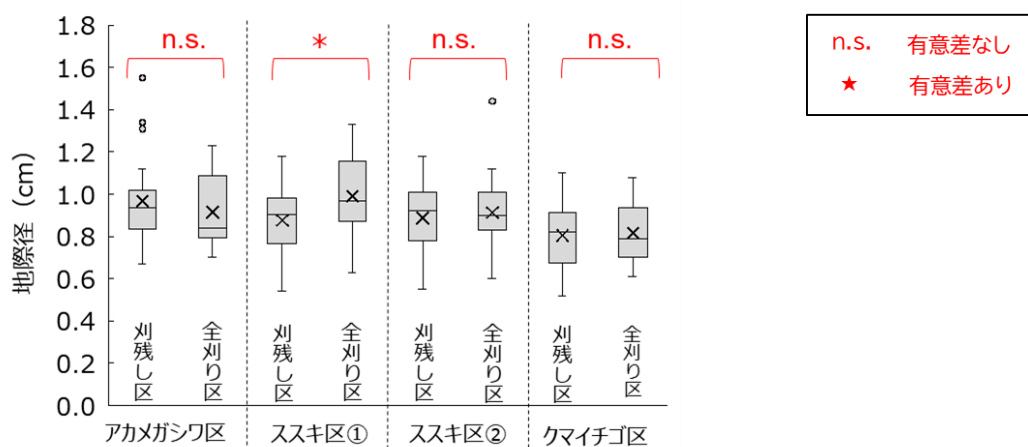


図 4-17 植栽木の成長状況（地際径）（スギ試験地）

### 【刈残し幅】

刈残し区について、下刈り後の刈残し幅を植栽木ごとに測定し、48～49 ページ「雑草木の種類組成」において整理した雑草木タイプのうち「ツル植物」を除いた5タイプごとに整理した。結果を図 4-18 に示す。

調査プロット設置の際には刈残し幅を 80cm として設定したが、キイチゴ類やススキの多くは枝葉が斜め上に伸長しており、下刈り後に刈残った雑草木を地上に投影した場合の幅を測定したところ、80cm 以上（図 4-18）となっている場合も多かった。

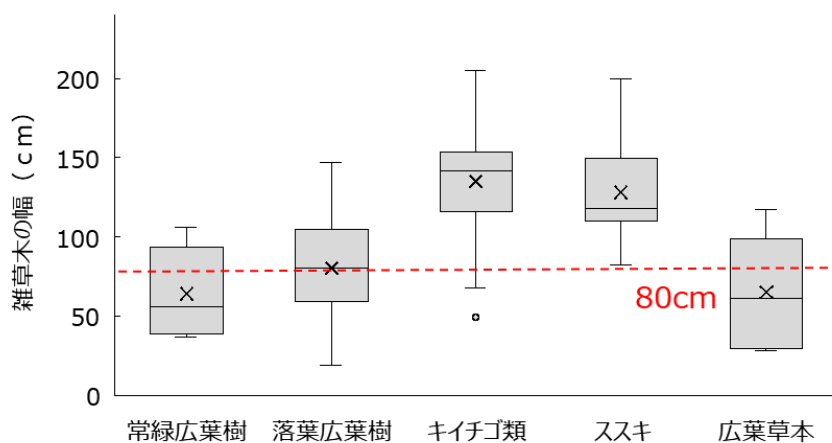


図 4-18 刈残し区における雑草木の刈残し幅（スギ試験地）

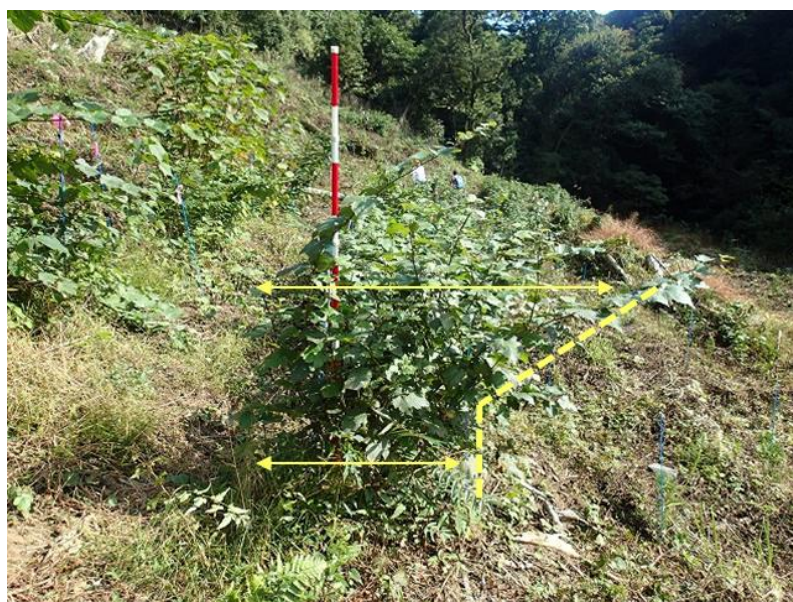


図 4-19 刈残しの状況（クマイチゴ区）（スギ試験地）



【ススキ区①】

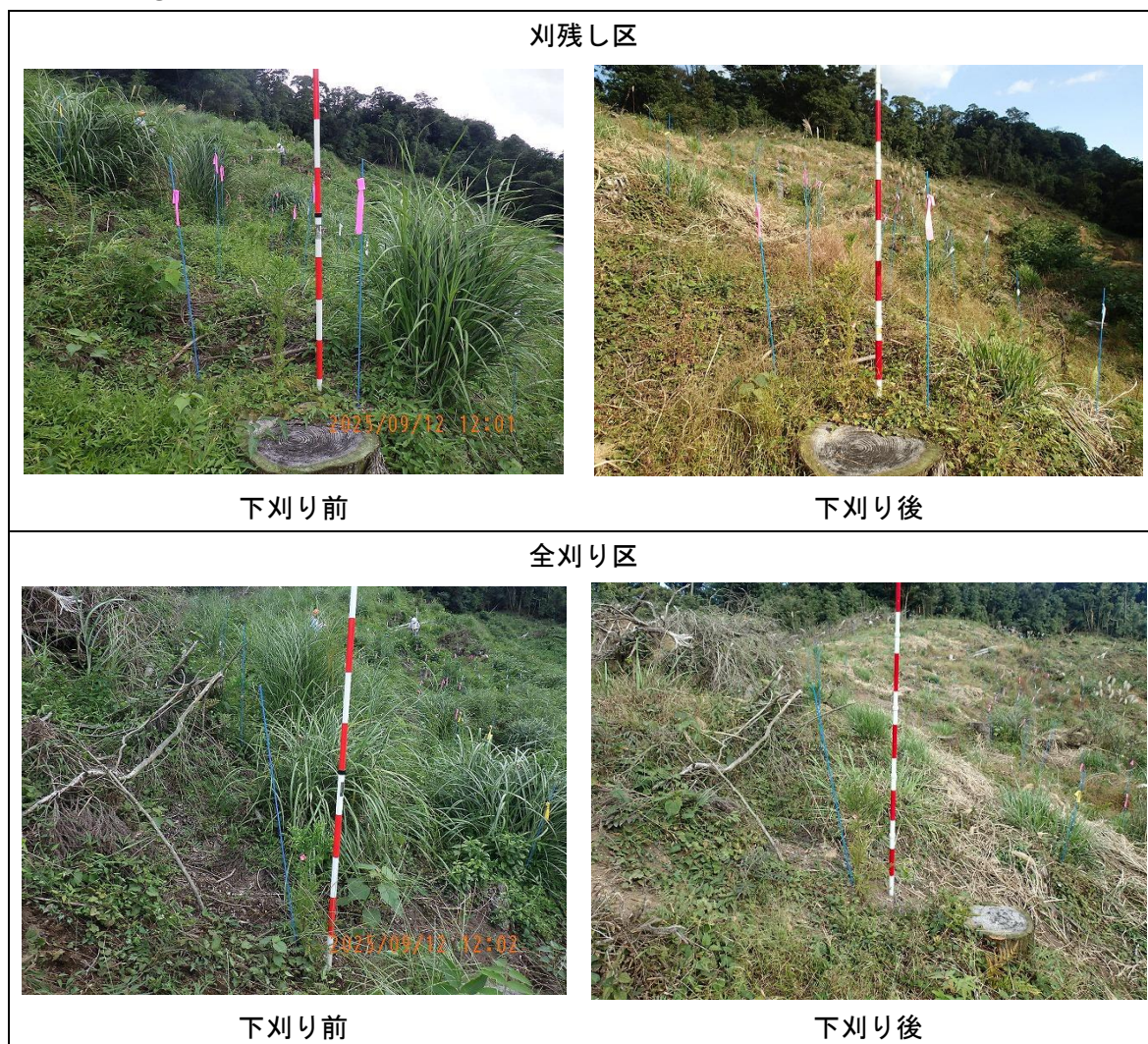


図 4-2 1 下刈り前後の調査プロットの状況 (ススキ区①)

【ススキ区②】

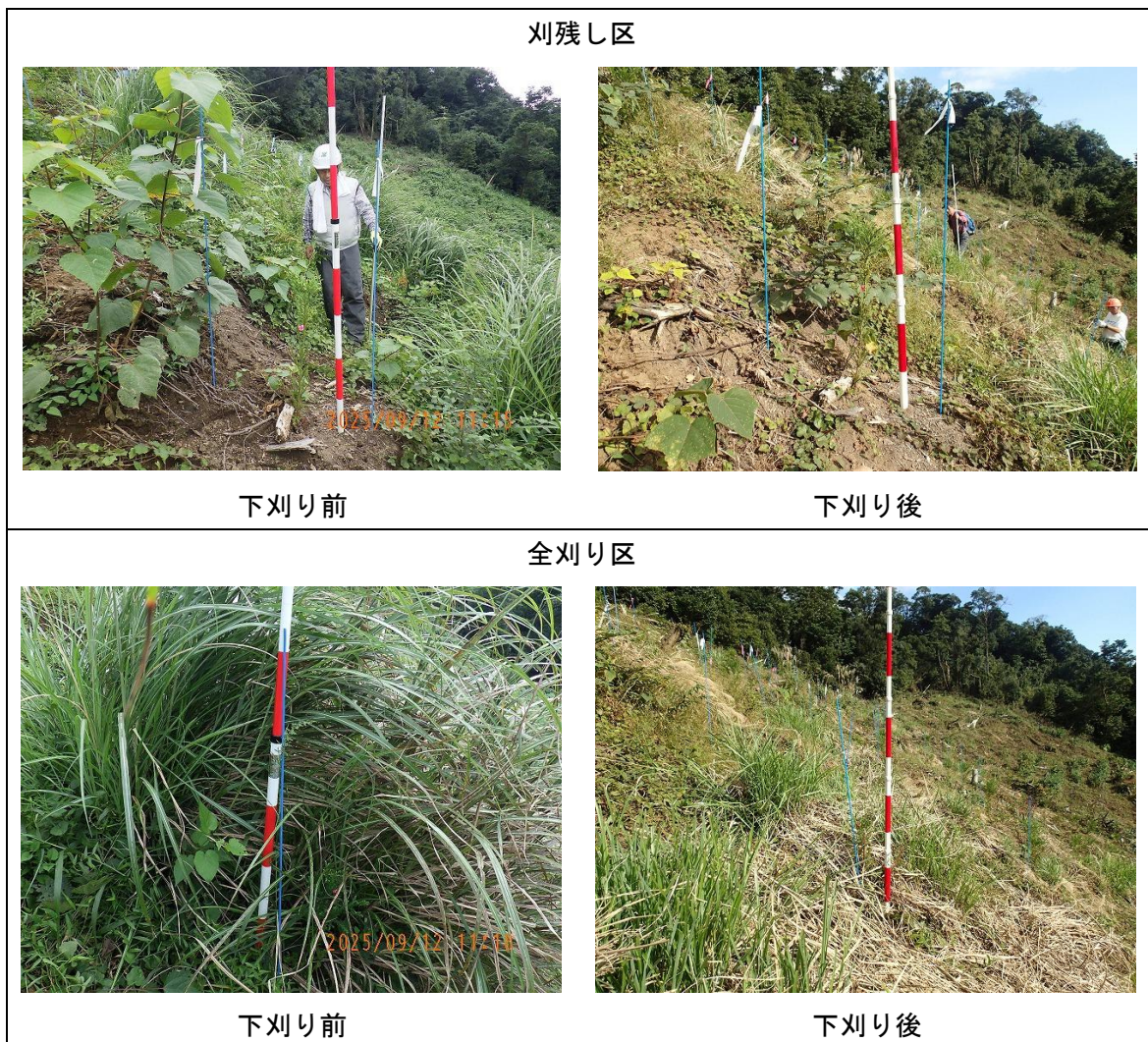


図 4-2 2 下刈り前後の調査プロットの状況 (ススキ区②)



4-2-4. 調査結果② ヒノキ試験地（熊本県菊池市）

(1) 調査地の概要

所	在	熊本県菊池市旭志麓字岳河原
森 林 所 有 者		合志市（民有林）
植 栽 樹 種		ヒノキ（2,500本/ha）
施 業 履 歴	伐 採	令和6年1～2月
	植 栽	令和6年3月
	下 刈 り	令和6年9月 令和7年10月
	獣 害 対 策	なし
	そ の 他	
試 験 地 情 報	試 験 地 面 積	0.32ha
	標 高	約530m
	斜 面 方 位	南南西～南西
	平 均 傾 斜	19.4度

本試験地における調査プロットの設置状況を図 4-2 4 に示す。

本試験地は、立地条件及び雑草木の種組成等が比較的均一であったことから、調査プロットは一箇所に集約して設置することとし、植栽木 192 本（4 列×48 本）を含む大きさとした。さらに、斜面位置の違いによる植栽木の成長への影響を考慮し、各列について 48 本ごとに「刈残し区」と「全刈り区」の配置を上下に入れ替えるように設定した。（図 4-2 5）。



図 4-2 4 調査プロットの設置状況（ヒノキ試験地）

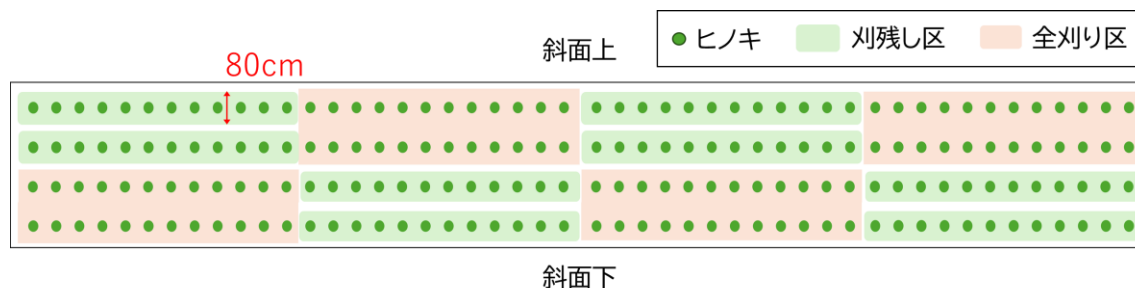


図 4-2 5 刈残し区と全刈り区の配置（ヒノキ試験地）

(2) 調査結果（下刈り前の調査）

令和7年9月2～3日に実施した、下刈り前の調査結果を以下に示す。

【雑草木の種組成】

調査プロット内に生育していた雑草木について、「常緑広葉樹」「落葉広葉樹」「キイチゴ類」「ススキ」「イネ・カヤツリグサ科草本」「広葉草本」「つる植物」の7タイプに分類した。各雑草木タイプの割合を図4-26に、具体的な雑草木（出現率上位5つ）の出現率と高さを図4-27に示す。

ススキやクマイチゴのほか、ヌルデやアカメガシワといった先駆性の落葉広葉樹が多く見られた。調査時は前回の下刈り（令和6年9月）から約1年が経過しており、ススキやヌルデなどは伸長して平均高さが1m前後となっていた。

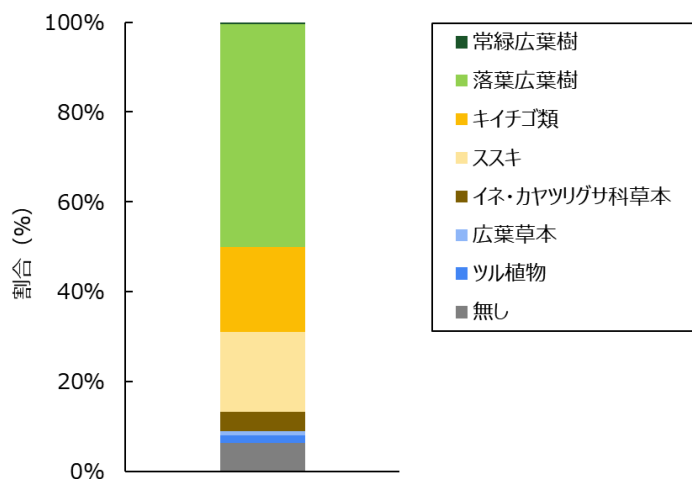


図 4-26 雑草木タイプごとの割合（ヒノキ試験地）

雑草木名	割合
ススキ	19.1%
クマイチゴ	18.0%
ヌルデ	15.2%
アカメガシワ	6.7%
メリケンカルカヤ	4.5%

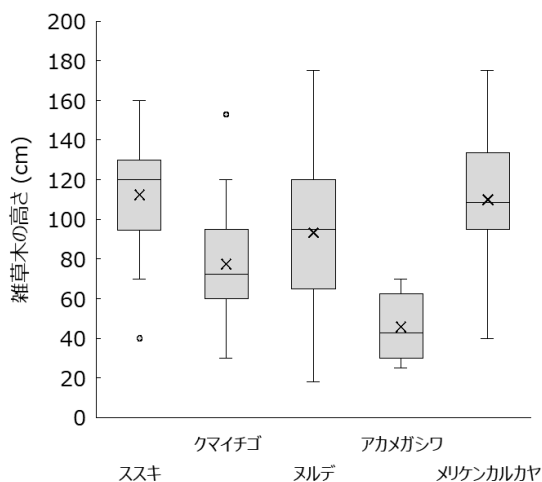


図 4-27 雑草木名（出現率上位5つ）と高さ（ヒノキ試験地）

### 【植栽木と雑草木の競合状態】

下刈り前における植栽木と雑草木の競合状態（C1～C4）について、調査結果を図 4-28 に示す。なお、今後の分析を考慮し、調査結果は刈残し区と全刈り区で分けて整理した。

刈残し区及び全刈り区のいずれも8割前後がC1及びC2の状態であり、多くの植栽木が雑草木から抜け出していた（図 4-29）。前述のとおり、前回の下刈りから約1年が経過して雑草木は伸長しているものの、植栽木も同様に伸長していることが要因と考えられる。

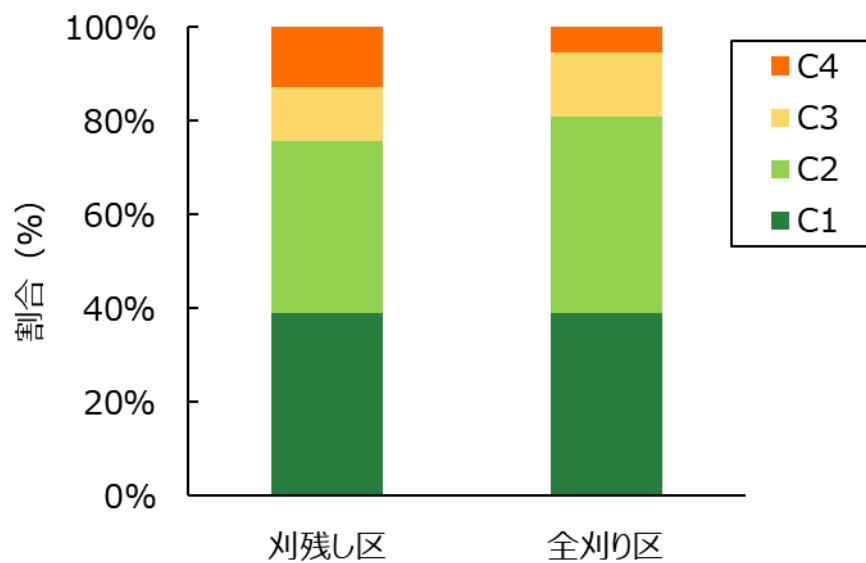


図 4-28 植栽木と雑草木の競合状態（ヒノキ試験地）



図 4-29 雑草木から抜け出しているヒノキ

### 【植栽木の樹冠に対する雑草木の被覆率】

下刈り前における植栽木の樹冠に対する雑草木の被覆率について、調査結果を図 4-3 0 に示す。なお、今後の分析を考慮し、調査結果は刈残し区と全刈り区で分けて整理した。

刈残し区及び全刈り区のいずれも 9 割前後が被覆率 50%未満の状態であり、多くの植栽木は樹冠の半分以上に日光が当たる状態だった(図 4-3 1)。現時点では、ほとんどの植栽木が強く被圧されている状況ではないと言える。

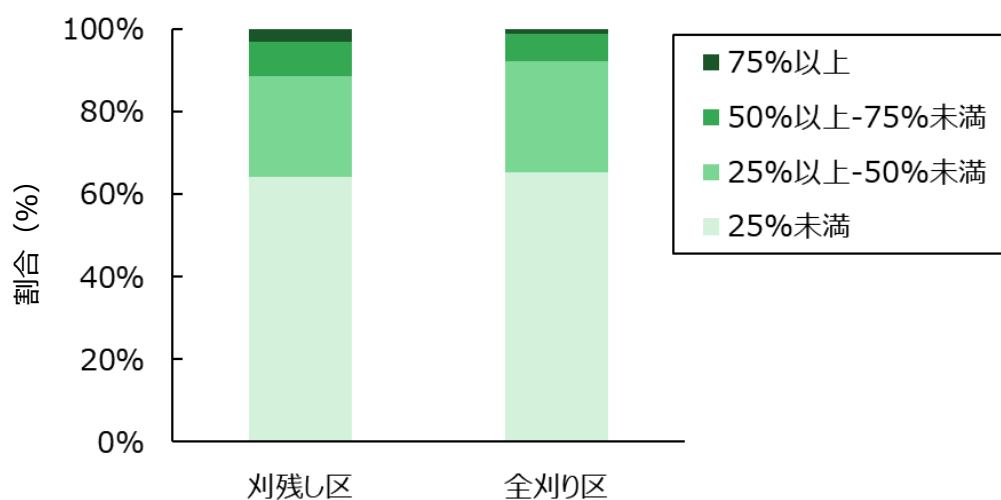


図 4-3 0 植栽木の樹冠に対する雑草木の被覆率 (ヒノキ試験地)



図 4-3 1 樹冠が被覆されていないヒノキ

### (3) 調査結果（下刈り後の調査）

令和7年11月5日に実施した、下刈り後の調査結果を以下に示す。

#### 【植栽木の成長状況等】

成長休止期における植栽木の成長状況の調査結果を図4-32に示す。なお、今後の分析を考慮し、調査結果は刈残し区と全刈り区で分けて整理した。また、Welchのt検定（両側）を用いて刈残し区と全刈り区における有意差を検定した。

t検定の結果、樹高（図4-32左）、地際径（図4-32右）ともに現時点では有意差は検出されなかった。

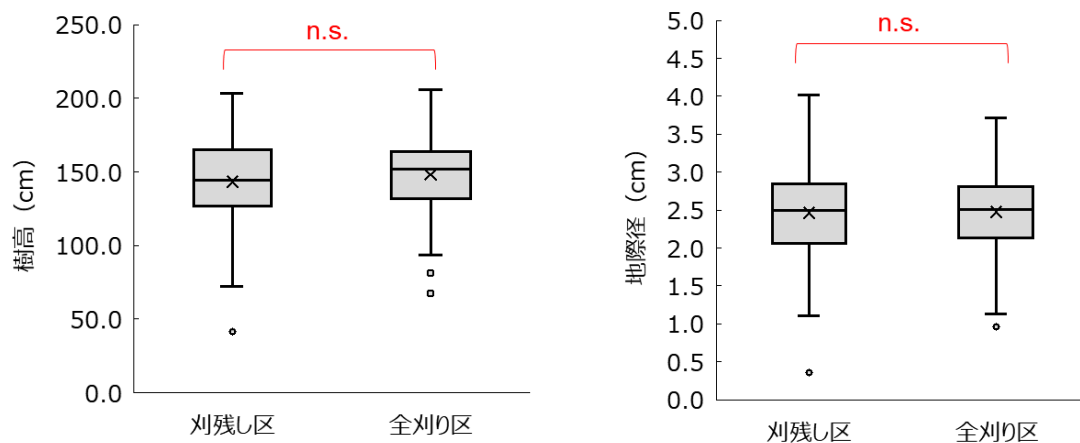


図 4-3 2 植栽木の成長状況（左：樹高、右：地際径）（ヒノキ試験地）

### 【刈残し幅】

刈残し区について、下刈り後の刈残し幅を植栽木ごとに測定し、60 ページ「雑草木の種組成」において整理した雑草木のタイプのうち、出現数が一定以上だった4タイプごとに整理した。結果を図 4-3 3 に示す。

調査プロット設置の際には刈残し幅を 80cm としていたが、スギ試験地と同様にキイチゴ類やススキについては多くの枝葉が斜め上に伸長しており、下刈り後に刈残った雑草木を地上に投影した場合の幅を測定したところ、80cm 以上（図 4-3 3）となっている場合も多かった。

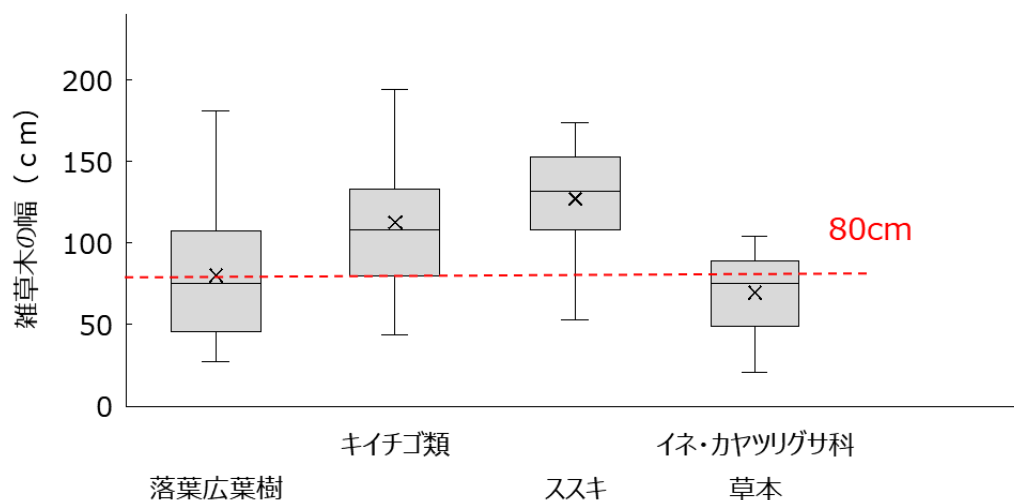


図 4-3 3 刈残し区における雑草木の刈残し幅（ヒノキ試験地）

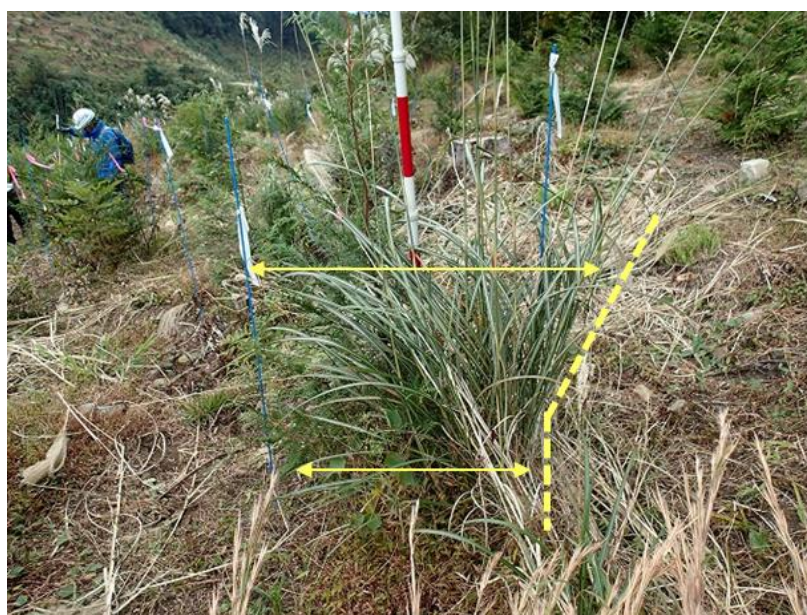


図 4-3 4 刈残しの状況（ススキ）（ヒノキ試験地）

(4) 下刈り前後における調査プロットの状況

下刈り前後における調査プロットの状況を以下に示す。

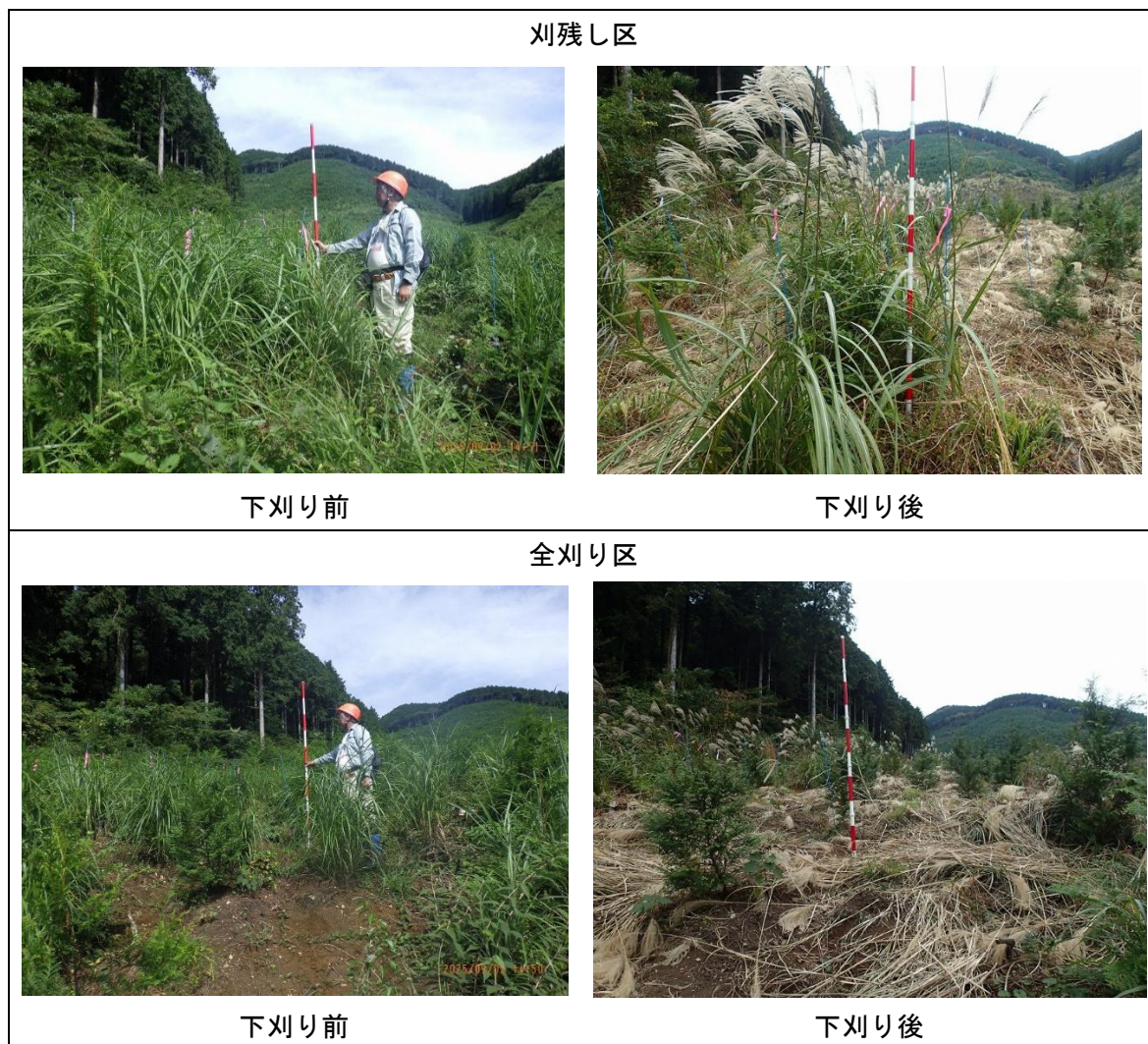


図 4-3 5 下刈り前後の調査プロットの状況

#### 4-3. まとめ

今年度の調査では、列間刈りに関する文献を収集し、既往研究の知見を整理するとともに、九州において実証試験に向けた調査プロットを設置し、植栽木の成長等に係る初期値データを取得した。

次年度は、引き続き列間刈りに関する文献等の調査により情報の収集・整理を進めるとともに、今年度設置した調査プロットにおいて追跡調査を実施し、刈残し区と全刈り区の間で植栽木の成長状況等に有意差が生じるかどうかを検証する。併せて、雑草木との競合状態、植生タイプ、刈残し幅等の各要因が植栽木の成長等にどのように影響するかを分析する。

## 第5章 知見の整理・成果物の作成

これまでの調査結果及び検討委員会における議論の内容等を踏まえ、今年度の成果物として以下の項目について整理した。

- ✓ 今後の「省力・低コスト造林技術指針」の改定に向けて、必要となる知見（機械化に適した施業体系、機械化による労働負荷軽減や低コスト化に係る効果を含む）を整理したもの
- ✓ 下刈り機械等の製造者向けに、開発・改良における「協調領域」と「競争領域」及び、「協調領域」における具体の仕様・水準等を整理したもの

### 5-1. 「省力・低コスト造林技術指針」の改定に向けた知見の整理

これまでの調査結果及び検討委員会における議論の内容等を踏まえ、今後の「省力・低コスト造林技術指針」の改定に向けて必要となる知見を整理して取りまとめた。取りまとめた内容については、今後「省力・低コスト造林技術指針」へ記載する可能性があることを踏まえた記載内容とするとともに、記載時のポイントや留意点等も併せて記載した。

なお、以下の取りまとめについては、「2-2. 本事業で対象とする機械等」に記載したとおり、刈り機械一体型（乗用型及びリモコン型）を対象とする。

#### 5-1-1. 下刈り機械の導入可能な条件について

下刈り機械を導入するに当たっては、まず対象となる造林地において下刈り機械が走行可能かどうかについて、造林地の斜面傾斜や地形条件等を考慮して判断する。

##### 【造林地の斜面傾斜】

乗用型・リモコン型の下刈り機械の場合、機械のスペック（最大走行勾配または登坂能力）としては40度程度の斜面まで対応可能だが、実際の造林地において作業可能な傾斜の上限は30度程度までであり、以下に示す造林地の条件等を考慮した上で安全に走行できるかどうかを判断する必要がある。

なお、斜面に対して平行方向（等高線に沿った方向）に走行する場合は、機械が横転する危険性や、機械が斜面下部に滑り落ちた際に植栽された苗木を踏んでしまう危険性がある。そのため、安全に走行できるのは基本的に緩傾斜の斜面（15～20度程度まで）である。

##### 【留意すべき造林地の条件】

以下に挙げる条件では、下刈り機械の導入に留意する必要がある。

##### ①下刈り機械の走行が困難となる条件

- ・ 地表面に凹凸が多い造林地
- ・ 地表面に岩や転石が多い造林地

- ・ 沢地など、急斜面が多い造林地
- ・ 雑草木が繁茂しており、地表面の障害物（伐根等）が確認できない造林地

②クローラー部分が空転しやすく、登坂能力が低下する条件

- ・ 降雨直後等で、土壌が水を多く含む造林地
- ・ 火山灰が堆積していたり、土壌が砂の粒子を多く含む造林地
- ・ 刈払ったススキ等が地表面に堆積している造林地

### 整理のポイント

下刈り機械の導入可能な斜面傾斜について、ヒアリング調査では、機械メーカー等から「30～40度以上の走行が可能」とする意見が示された。一方、実際に下刈り機械を使用している林業事業者からは、「地表面の凹凸等があると瞬間的に傾斜が大きくなる」又は「安全性を考慮すると20度程度が限界」といった意見が多く得られた。特に横方向（等高線に沿った方向）の走行については、横転リスクや操縦者の心理的負担を理由として、「緩傾斜地に限る」「そもそも想定していない」といった意見が確認された。加えて、傾斜以外にも、運用上留意すべき造林地の条件が複数挙げられた。

これらの意見を踏まえて検討した結果、斜面傾斜の条件については安全性を重視し、目安として30度程度までとした。さらに、横方向の走行については、横転等のリスクを考慮し、15～20度程度の緩傾斜までを条件とした。その上で、留意すべき造林地の条件については、下刈り機械の導入が困難となる条件及び登坂能力が大きく低下する条件の二つに区分して整理した。

### 5-1-2. 下刈り機械を導入するための施業体系（主伐・搬出）

主伐・搬出に係る以下の事項については、実施主体である素材生産側と、その後の施業を担う造林側との間で事前に協議を行い、下刈り機械の使用範囲や走行経路等に関する情報を共有することにより、以降の機械による施業を効率的に進めることが可能となる。

#### 【主伐における伐採位置の高さ】

造林地に伐根が残存していると、下刈り機械が走行する際の支障となる恐れがある。そのため、主伐時の伐採は可能な限り低い位置で行い、伐根の高さを抑えることが望ましい。

#### 【林地残材の整理】

主伐に伴って発生する林地残材は、下刈り機械が走行する際の妨げとならない場所に集積し、造林地を広く開けるようにすることが望ましい。

#### 【路網から造林地内へのアクセス】

下刈り機械が造林地内へアクセスするためには、主伐・搬出に使用した路網から、造林地内へ乗り入れる際に支障となる段差や大きな凹凸が生じないように、必要に応じてグラブバケット等を用いて均しておくことや、造林地内への乗り入れ口を設けておくことが望ましい。

### 整理のポイント

主伐・搬出時に実施すべき事項として、ヒアリング調査では、①伐根高を下刈り機械の走行に支障とならない高さに抑えること、②林地残材を下刈り機械の走行経路上に集積しないこと、③主伐時の重機が造林地にある段階で、下刈り機械が走行可能となるよう路網を整備しておくこと、が挙げられた。

これらの対応を行うためには、下刈り機械を使用する範囲や搬入経路等に関する情報が必要となるが、これらは造林側が計画に基づき判断する事項である。このため、主伐・搬出を実施する素材生産側と造林側との連携が不可欠であり、両者が事前に協議するなどして必要な情報共有を行うことが重要である旨を記載した。

また、これらの作業の実施主体は素材生産側である一方、下刈りの機械化は主として造林側の省力化を目的としていることから、記載に当たっては、関係者が取り組むべき努力目標としての位置付けとした。

### 5-1-3. 下刈り機械を導入するための施業体系（地拵え）

#### 【伐根の処理】

造林地内に残存する伐根は、下刈り機械の走行にとって大きな支障となる。そのため、地拵え又は植栽の段階で、マルチャーやチェーンソー等を用い、下刈り機械の走行の妨げとならない高さまで粉碎又は切断するなどの処理を行う必要がある。

なお、造林地内の伐根を全面的に処理することは多大なコストを要することから、事前に下刈り機械の走行列と苗木の植栽列を設計した上で、機械の走行列上で支障となる伐根を対象を絞って処理することが望ましい。

#### 【枝条等の整理】

地拵え時に発生する枝条等は、下刈り機械の走行時に支障とならない場所へ集積する。あらかじめ下刈り機械を走行させる範囲を設定した上で、想定される走行経路上に枝条等を集積しないよう留意する。

#### 整理のポイント

伐根処理については、先進事例調査において、雑草木が繁茂して地表面の状況を確認できなくなると作業が困難となる旨の意見が得られた。そのため、造林側が地拵え時（又は初回の下刈り時）に伐根処理を行うことを基本とする前提で整理した。

また、文献調査では、造林地全体を対象に伐根処理を行う場合、コストが増大する傾向が多く確認された。

以上を踏まえ、下刈り機械の走行列を事前に設けた上で、下刈り機械の走行の支障となる伐根を対象を限定して伐根処理を実施することとした。

#### 5-1-4. 下刈り機械を導入するための施業体系（植栽）

##### 【植栽列の方向】

植栽列の方向は、基本的に下刈り機械の走行方向と一致する。斜面に対して平行方向に植栽列を設けた場合、下刈り機械も斜面に対して平行方向に走行することになり、斜面の傾斜条件によっては横転等のリスクが高まる。

そのため、緩傾斜（15～20度程度まで）の斜面を除き、下刈り機械を導入する場合には、機械が斜面に対して垂直方向に走行できるよう、植栽列を斜面に対して垂直方向に揃えて設けることが望ましい。

##### 【植栽間隔及び植栽密度】

植栽間隔及び植栽密度は、対象とする造林地における生産目標を踏まえて決定することを前提とし、その上で、設定した植栽間隔の範囲内で運用可能なサイズの下刈り機械を導入する。なお、植栽間隔の目安として、列間が2.5m程度であれば、一般的なサイズの下刈り機械が余裕をもって走行可能である。

また、植栽間隔の具体例として、並材生産を目標とした2,000本/haの低密度植栽を行う場合には、「列間2.5m×苗間2.0m」が一つの目安となる。

##### 【苗木を植栽する際の留意点】

植栽列が曲がっている場合、下刈り機械の走行時に植栽した苗木の位置を把握しづらくなり、誤伐のリスクが高まる。そのため、植栽に当たっては、植栽列を可能な限り直線的に保つよう留意する。なお、植栽列上に伐根等が存在し、植栽位置を変更する必要が生じた場合には、列から横方向に外すのではなく、植栽列に沿って前後方向にずらすなど、列形を維持するよう配慮することが望ましい。

#### 整理のポイント

下刈り機械は植栽列の間を走行するため、植栽列の方向と下刈り機械の走行方向は基本的に一致する。下刈り機械の走行方向については、5-1-1に記載したとおり、斜面に対して平行方向の走行は横転等のリスクが高まることから、原則として斜面に対して垂直方向を基本とし、植栽の方向についても垂直方向を基本とする。なお、林業事業体へのヒアリングでは、傾斜のある斜面における垂直方向の植栽作業は作業員の上下移動が多くなり、労働強度が増大するため困難である旨の意見も得られた。これらを踏まえ、植栽の方向は垂直方向を基本とし、傾斜のある斜面で下刈り機械を導入する場合には、機械が垂直方向に走行できるよう植栽列を垂直方向に揃えることが望ましい旨を記載した。

植栽間隔については、検討委員から「機械の寸法から必要となる植栽間隔を決めるのではなく、目標とする山づくり・生産目標の観点から植栽間隔・植栽密度を先に検討し、機械の寸法

はそれに合わせるという考え方が必要である」との指摘があったことを踏まえ、生産目標等を考慮して植栽間隔及び植栽密度を決定することを前提とする旨を明記した。

また、植栽作業において、伐根等により植栽位置の調整が必要となる場合には、列形を維持する観点から、植栽列の横方向にずらすのではなく、植栽列に沿って前後方向にずらすなど、植栽列を可能な限り直線的に保つことが重要である点をポイントとして整理した。

#### 5-1-5. 機械を用いた下刈りにおける留意事項

##### 【走行経路】

下刈り機械は、植栽列と植栽列の間を走行しながら刈払いを行う。

植栽した苗木の誤伐を防止するため、走行時は植栽列から一定の間隔を確保する必要がある。確保すべき間隔については、刈残した雑草木による苗木への被圧の影響を抑えるため、植栽列から●cm程度とする。ただし、つる植物が苗木に巻きついている場合には、下刈り機械による刈払いの後に人力でつる植物の除去を行うことを検討する。

##### 【下刈り機械の走行時における留意事項】

下刈り機械の走行に当たっては、以下の点にも留意する。

まず、斜面を下りながら走行する場合には、斜面の凹凸により機械が前のめりとなってバランスを崩す恐れがあるほか、クローラー部が重力によって滑り落ちやすくなる恐れがある。

また、雑草木の繁茂が著しい造林地では、植栽された苗木が雑草木に埋没して視認性が低下するため、下刈り機械による誤伐が生じやすくなる。誤伐防止のためには、苗木にカラーテープ等を付けて機械の操縦者に明示する方法や、誘導員を配置して苗木の位置や下刈り機械の走行方向を指示する方法がある。なお、誘導員等の作業補助者を配置する場合には、刈払いに伴う破砕物が飛散する恐れのある範囲（多くの場合は機械の正面であるが、機種により異なる）には立たせないなど、安全確保を徹底する必要がある。

さらに、雑草木の繁茂が著しい造林地では、地表面の凹凸や岩石等の障害物が下刈り機械の操縦者から視認しづらくなる。そのため、主伐時や地拵え時などの雑草木が少なく地表面が確認しやすい段階で、障害物の位置を図面等に記録しておくことや、操縦者が位置を確認しやすいようにカラーテープ等で明示しておくことなど、必要な対策を講ずることが望ましい。

#### 整理のポイント

走行経路については、苗木の誤伐防止のため植栽列から一定の間隔を確保する必要がある一方で、植栽列上に刈残した雑草木によって苗木の成長が抑制される可能性があることから、苗木の成長に影響を及ぼさない範囲で適切な間隔を設定することとした。なお、間隔の具体的な数値については本事業の「刈残し幅に関する調査」の結果を踏まえて今後を検証する。

また、下刈り機械の走行に係る留意点として、ヒアリング調査において意見があった、下り斜面走行時の注意事項や、雑草木の繁茂が著しく地表面の状況を確認しにくい造林地における注意事項等を整理し、併せて記載した。

#### 5-1-6. 下刈りの機械化における労働負荷軽減・低コスト化の効果

##### 【下刈りの機械化による労働負荷軽減効果】

下刈りの機械化により、従来の人力作業に比べて重労働に伴う身体的負荷の軽減が期待される。併せて、転倒や刈払作業に伴う切創等のけが、熱中症、ハチ・マダニ等による被害といった作業上のリスク低減に資する可能性がある。文献の中には、作業員の消費カロリーや最高心拍数等の指標を用いて、労働負荷の軽減を定量的に示した事例も確認されている。

##### 【下刈りの機械化による低コスト化の効果】

下刈り機械の導入に当たり伐根処理を実施することから、短期的には必ずしも低コスト化につながらない場合がある。しかしながら、伐根処理は一度行えば、次年度以降は基本的に伐根処理の工程は発生しないため、下刈り機械の導入による作業効率の向上が期待される。

下刈りは複数年にわたって実施される施業であるため、伐根処理は複数年にわたる下刈り作業の初年度に生じる施業の一部と位置付ける必要がある。したがって、下刈りに要するコストは単年度で評価するのではなく、複数年単位で比較・検討することにより、低コスト化の効果が期待できる。

#### 整理のポイント

文献調査の結果から、労働負荷軽減効果については、身体的負荷の軽減、けが、熱中症等の様々なリスクに対する軽減効果が整理された。一方で低コスト化の効果については、伐根処理の実施の有無によって作業効率が大きく異なることを示す報告が多く確認された。しかし、実際には伐根処理は一度実施すれば次年度以降は実施不要となることが想定されることから、下刈りに要するコストは単年度ではなく複数年単位で比較・検討する必要があることを記載した。

## 5-2. 下刈り機械の開発・改良における「協調領域」と「競争領域」

これまでの調査結果及び検討委員会における議論の内容等を踏まえ、下刈り機械等の製造者向けに、下刈り機械の開発・改良における「協調領域」と「競争領域」を整理した。なお、「協調領域」については具体の仕様・水準等を含めて整理した。

### 5-2-1. 協調領域

#### (1) 定義と整理の方針

協調領域とは、「複数の企業が共通の目標に向かって協力し合い、相互利益を追求する領域」を指す。本事業においては、5-1において整理した下刈り機械を導入するための施業体系を実施することを前提として、下刈り機械に最低限求められる機能を協調領域として整理することとした。

#### (2) 取りまとめ内容

##### ①安全に係る機能

下刈り機械の運用に当たっては、安全の確保が大前提である。一方、造林地には細かな凹凸や岩石等の障害物が多く、瞬間的に機械の許容傾斜を超過し、転倒に至るリスクがある。乗用型であれば重大な労働災害が発生する恐れがあり、リモコン型では人的被害は一定程度抑えられるものの、転倒による機械の損傷等が生じ得る。これらのリスクを低減するため、許容傾斜を超過する恐れがある場合に操縦者へ警告する機能、及び許容傾斜を超過した場合等に走行を強制的に停止させる緊急停止機能は、最低限備えるべき必須機能と考えられる。

また、細かな凹凸への乗り上げにより機械が大きく振動することから、乗用型については、操縦者の姿勢を安定的に保持できる機能に加え、緊急時に速やかに脱出できる構造・機能を確保する必要がある。

さらに、操縦者又は作業補助者を刈払いに伴う破砕物から保護する機能、刈刃への接触を防止する機能等についても、安全確保の観点から重要である。

##### ②造林地を登坂するための機能

下刈り機械の導入対象となる造林地は、多くが山地に位置し、一定の傾斜を有することから、造林地内を走行するためには最低限の登坂能力を備える必要がある。最低限求められる登坂能力としては、5-1-1で整理したとおり30度程度の斜面を登坂可能であること、また15～20度程度の緩傾斜であれば斜面に対して平行方向の走行にも対応可能であることが必要となる。

##### ③造林地内を走行するための機能

下刈り時には既に苗木が植栽されていることから、下刈り機械は植栽列間(目安として2.5m)を走行しながら刈払いを行うこととなり、余裕を持って植栽列間上を走行できるサイズが必要である。

また、造林地内には、下刈り機械の走行に支障となる凹凸や枝条、伐根等の障害物が存在する。このため、これらの障害物を跨いで走行できるだけの最低地上高を確保していること、及び機体底部の損傷を防止するためのアンダーガードを装着していることも必要である。

#### ④造林地内の雑草木を刈払うための機能

造林地内では、草本類が大半を占める河川敷等とは異なり、草本類に加えて広葉樹等の灌木も繁茂する。このため、造林地における下刈りでは、草本類のみならず灌木についても刈払いが可能な刈刃を備えることが必要となる。

また、下刈り機械が植栽列間を走行する際は、苗木の誤伐を防止する観点から、植栽列に対して一定の刈残し幅を確保した上で刈払いを行う必要がある。(刈残し幅が狭く一定範囲内であれば、雑草木による被圧の影響が小さくなり、苗木の成長が阻害されない可能性がある。このことを検証するため、本事業では刈残し幅の調査を実施中であり、適切な刈残し幅の具体的な数値については、調査結果を踏まえて次年度以降に検討する。)

以上より、下刈り機械には、苗木の誤伐リスクを回避しつつ必要な下刈り効果を確保するため、植栽木から一定範囲内まで接近して作業できる刈刃や機体を備えることが求められる。

## 5-2-2. 競争領域

### (1) 定義と整理の方針

競争領域とは、「複数の企業が競争し、優位性を競い合う領域」を指す。本事業においては、林業機械メーカーによる下刈り機械の開発・改良に資することを目的として、機械による下刈りをより効率的かつ幅広く実施するための機能を、競争領域として整理することとした。

### (2) 取りまとめ内容

#### ①造林地の様々な状況に対応するための機能

前述のとおり、造林地には細かな凹凸や障害物が多く、瞬間的に機械の登坂能力を超過する状況が生じやすい。また、造林地の土質（火山灰土、砂質土等）や土壌の状態（降雨後のぬかるみ等）によっては、機械が本来有する走行能力・登坂能力を十分に発揮できない場合もある。

このように多様な条件が混在する造林地において、機械の走行能力・登坂能力を最大限発揮させる機能、又はより幅広い条件に対応可能とする機能を備えることは、下刈り機械の運用可能範囲の拡大に資する。具体例としては、砂質土やぬかるんだ土壌等でも空転しにくいクローラーの採用、地表面の障害物等を乗り越えるための車高変更機能、状況に応じたクローラー間隔の調整等が挙げられる。

#### ②走行の支障となる伐根に対応するための機能

造林地内には、下刈り機械の走行時に支障となる障害物が多く存在するが、とりわけ造林地内に残存する伐根が、障害物の中でも最も走行の支障となりやすい。

また、伐根については、主伐時に下刈り機械の走行に支障とならない高さまで伐採位置を低く抑えることには限界がある。このため、下刈り作業と併せて、伐根を走行の妨げとならない大きさまで破砕又は切断処理できる機能、又は伐根を検知して回避する機能等を備えることにより、下刈り作業をより効率的に実施できる可能性がある。

#### ③下刈り機械をより低コストで運用するための機能

下刈り機械の運搬性の向上及び消耗部品の低コスト化により、下刈り機械をより低コストで運用できる可能性がある。例えば、小型トラック（2～3tトラック。最大積載量3,000kg）に積載可能な重量であれば、現場間の移動・運搬を効率化でき、運用コストの低減に資する。

また、刈刃の耐久性が高い、又は交換費用を低く抑えられる構造である場合には、消耗品コストの低減につながり、より低コストでの運用が可能となる。

#### ④機械による下刈り作業をより効率的・省力的に行うための機能

下刈り機械の車幅（刈幅）については、小さいほど小回りが利き、伐根等の障害物を回避しながら走行しやすくなる。一方、車幅（刈幅）が大きい場合には、一度に刈払える雑草木の量が増加するため、作業効率の向上が期待できる。

また、雑草木の繁茂が著しい造林地では、植栽した苗木の視認性が低下し、誤伐の要因となることから、状況によっては操縦者とは別に作業補助者を配置する必要がある場合がある。これに対し、GNSS等により植栽した苗木の位置情報を取得し、下刈り作業時にモニター等で苗木位置を確認できる機能を備えることで、苗木の位置把握が容易となり、作業補助者が不要となる可能性があるほか、苗木の誤伐防止に資する可能性がある。さらに、下刈り機械の自動走行技術の活用により、更なる作業の効率化・省力化につながる可能性がある。

加えて、GNSSを搭載した植栽機の開発も進められていることから、地拵えから下刈りまでの工程を一体的に機械化するとともに、工程間で位置情報等のデータ管理を連携させることが可能となれば、より一層の効率化・省力化が期待できる。

## 第6章 検討委員会の設置・運営

### 6-1. 検討委員の構成

本事業の実施に当たっては、学識経験者、林業機械メーカー等で構成される検討委員会を設置し、調査・分析の方法や成果物の内容に関する技術的指導・助言を受けた。検討委員を表 6-1 に示す。検討委員の構成については、林野庁担当職員とも調整して決定した。

表 6-1 検討委員の構成（敬称略）

検討委員	所属・役職等
小田 直樹	筑波フォレスト株式会社 代表取締役
柴田 君也	株式会社柴田産業 代表取締役
中村 公德	株式会社筑水キャニコム 取締役 専務執行役員
山川 博美	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 九州支所 森林生態系研究グループ 主任研究員
渡辺 一郎（座長）	地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 森林経営部 研究主幹

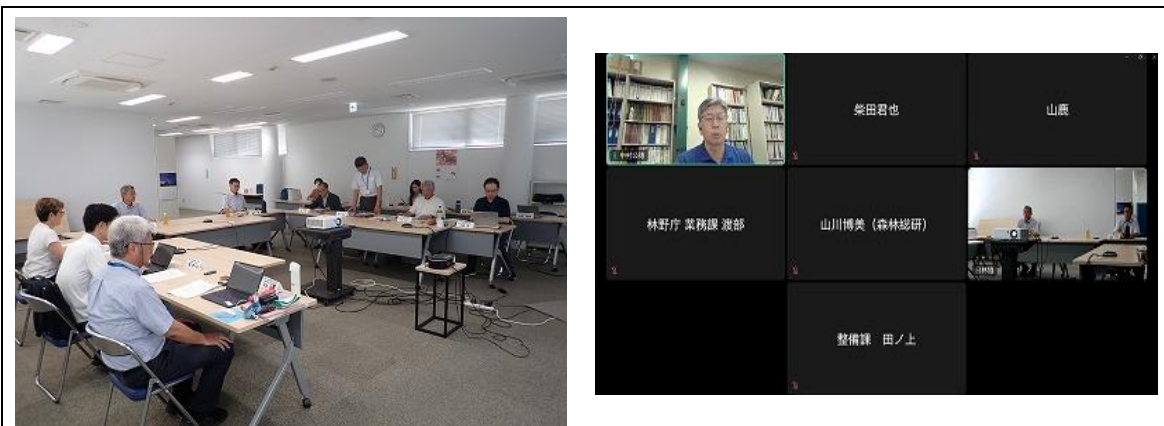
### 6-2. 検討委員会の実施時期及び実施内容

検討委員会は、令和7年7月22日及び12月18日、令和8年2月12日の3回実施した。それぞれの検討委員会における議事を表 6-2 に、実施状況を図 6-1 に示す。

なお、検討委員会はオンライン会議システムを併用して実施した。

表 6-2 検討委員会の実施日と議事

	実施日	議事
第1回	令和7年 7月22日（火）	(1) 事業の実施方針と全体事業計画 (2) 調査内容と調査方法 (3) 今後のスケジュール
第2回	令和7年 12月18日（木）	(1) 先進事例調査の結果報告 (2)刈残し幅に関する調査の結果報告 (3) 今後のスケジュール
第3回	令和8年 2月12日（木）	(1) 先進事例調査（未報告分）の結果報告 (2) 今年度の成果物 (3) 今後に向けた課題等の整理



第 1 回検討委員会



第 2 回検討委員会



第 3 回検討委員会

図 6-1 検討委員会の実施状況

## 第7章 今後に向けた課題等の整理

今年度に実施した先進事例調査及び刈残し幅に関する調査について、課題及び次年度に向けた方針を整理した。

### 7-1. 先進事例調査

今年度、ヒアリングを打診した林業事業体の一部からは、「最近導入したばかりで未だ運用の実績がないため、今年度はヒアリングに対応できない」との回答が得られた。下刈り機械の運用を担う林業事業体の視点を踏まえ、より実用的な施業体系を構築するため、次年度以降は、今年度ヒアリングを保留とした林業事業体を含めて、更なるヒアリングを実施する。

また、今年度は施業体系案を整理したことにより、今後検討すべき事項が明確化された。次年度は、論点をさらに絞り込んだヒアリング等を行い、施業体系案における具体的な仕様・水準の精緻化及びブラッシュアップを図る。

さらに、林業事業体が下刈り機械の導入を検討するに当たっては、コスト及び採算性の確保が重要となる。一方、文献調査の結果から、伐根処理を伴う場合（1年目の下刈り）と、伐根処理を伴わない場合（2年目以降の下刈り）とでは、コスト及び作業効率が大きく異なることが確認されている。したがって、今後は単年度の比較にとどまらず、複数年にわたる一連の造林作業として中長期的な視点からコストを検討することが重要であり、そのために必要な情報を継続的に収集する必要がある。

### 7-2. 刈残し幅に関する調査

今年度は試験地を設置した段階であり、苗木の成長状況に関するデータは、次年度の夏以降に取得する予定である。次年度は、下刈りの実施前後における苗木の成長状況及び雑草木の繁茂状況に関するデータを取得し、刈残しが苗木等を与える影響について分析を開始する。

また、下刈りの実施時期については、適期に実施できるよう関係者と調整を行う。加えて、列間刈りに関する既往文献が少ないことから、列間刈りを実施している事例に関する情報を追加的に収集し、ヒアリング等により運用実態や留意点等に関する情報を整理する。

## 第8章 巻末資料 刈残し幅に関する調査 調査データ

### 8-1. スギ試験地（下刈り前の調査 令和7年9月10~12日）

#### アカメガシワ区

プロット	処理区別	テープNo	競合状態 C1-C4	雑草木の種名	雑草木タイプ	雑草木の 高さ(cm)	雑草木の 被覆率(%)	植栽木 の状態
アカメガシワ区	刈残し	201	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	54	60	
アカメガシワ区	刈残し	202	2	ヤマグワ	落葉広葉樹	58	60	
アカメガシワ区	刈残し	203	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	43	50	
アカメガシワ区	刈残し	204	2	ベニバナポロギク	広葉草本	86	40	
アカメガシワ区	刈残し	205	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	35	60	
アカメガシワ区	刈残し	206	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	35	25	
アカメガシワ区	刈残し	207	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	53	45	
アカメガシワ区	刈残し	208	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	40	25	
アカメガシワ区	刈残し	209	2	シロタモ	常緑広葉樹	74	40	
アカメガシワ区	刈残し	210	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	74	25	
アカメガシワ区	刈残し	211	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	58	50	
アカメガシワ区	刈残し	212	1	ススキ	ススキ	40	15	
アカメガシワ区	刈残し	237	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	17	10	
アカメガシワ区	刈残し	238	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	55	15	
アカメガシワ区	刈残し	239	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	48	10	
アカメガシワ区	刈残し	240	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	50	15	
アカメガシワ区	刈残し	241	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	48	15	
アカメガシワ区	刈残し	242	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	48	30	
アカメガシワ区	刈残し	243	2	ススキ	ススキ	42	20	
アカメガシワ区	刈残し	244	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	48	20	
アカメガシワ区	刈残し	245	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	30	10	
アカメガシワ区	刈残し	246	3	カラスザンショウ	落葉広葉樹	46	50	
アカメガシワ区	刈残し	247	3	ナガバモミジイチゴ	キイチゴ類	55	60	
アカメガシワ区	刈残し	248	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	38	20	
アカメガシワ区	全刈り	213	1	キハダ	落葉広葉樹	33	5	
アカメガシワ区	全刈り	214	1	ススキ	ススキ	45	15	
アカメガシワ区	全刈り	215	3	アカメガシワ	落葉広葉樹	60	35	
アカメガシワ区	全刈り	216	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	45	20	
アカメガシワ区	全刈り	217	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	51	25	
アカメガシワ区	全刈り	218	1	ススキ	ススキ	35	25	
アカメガシワ区	全刈り	219	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	28	5	
アカメガシワ区	全刈り	220	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	25	5	
アカメガシワ区	全刈り	221	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	45	20	
アカメガシワ区	全刈り	222	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	41	10	
アカメガシワ区	全刈り	223	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	45	30	
アカメガシワ区	全刈り	224	1	ススキ	ススキ	22	10	
アカメガシワ区	全刈り	225	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	40	20	
アカメガシワ区	全刈り	226	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	50	50	
アカメガシワ区	全刈り	227	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	61	30	
アカメガシワ区	全刈り	228	3	アカメガシワ	落葉広葉樹	50	65	
アカメガシワ区	全刈り	229	3	アカメガシワ	落葉広葉樹	56	65	
アカメガシワ区	全刈り	230	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	50	40	
アカメガシワ区	全刈り	231	4	アカメガシワ	落葉広葉樹	60	65	
アカメガシワ区	全刈り	232	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	32	5	
アカメガシワ区	全刈り	233	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	15	5	
アカメガシワ区	全刈り	234	1	ヌルデ	落葉広葉樹	10	5	
アカメガシワ区	全刈り	235	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	35	10	
アカメガシワ区	全刈り	236	1	ススキ	ススキ	10	10	

## ススキ区①

プロット	処理区別	テープNo	競合状態 C1-C4	雑草木の種名	雑草木タイプ	雑草木の 高さ(cm)	雑草木の 被覆率(%)	植栽木 の状態
ススキ区①	刈残し	369	1	ヤマグワ	落葉広葉樹	35	5	
ススキ区①	刈残し	370	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	15	5	
ススキ区①	刈残し	371	1	無し	無し		0	
ススキ区①	刈残し	372	1	無し	無し		0	
ススキ区①	刈残し	373	2	ダンドボロギク	広葉草本	110	10	
ススキ区①	刈残し	374	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	50	10	
ススキ区①	刈残し	375	1	イズセンリョウ	常緑広葉樹	55	10	
ススキ区①	刈残し	376	1	ナガバモミジイチゴ	キイチゴ類	45	5	
ススキ区①	刈残し	377	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	35	5	
ススキ区①	刈残し	378	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	40	20	
ススキ区①	刈残し	379	3	ヌルデ	落葉広葉樹	80	20	
ススキ区①	刈残し	380	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	62	20	
ススキ区①	刈残し	381	3	クマイチゴ	キイチゴ類	71	15	
ススキ区①	刈残し	382	4	ナガバヤブマオ	広葉草本	82	50	
ススキ区①	刈残し	383	4	ヤマグワ	落葉広葉樹	55	20	
ススキ区①	刈残し	384	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	25	20	
ススキ区①	刈残し	385	4	バリバリノキ	常緑広葉樹	90	75	
ススキ区①	刈残し	386	1	クマイチゴ	キイチゴ類	30	5	
ススキ区①	刈残し	387	4	ススキ	ススキ	220	100	
ススキ区①	刈残し	388	4	ススキ	ススキ	140	65	
ススキ区①	刈残し	389	1	エゴノキ	落葉広葉樹	45	20	
ススキ区①	刈残し	390	2	ハマクサギ	落葉広葉樹	45	15	
ススキ区①	刈残し	391	2	ススキ	ススキ	50	25	
ススキ区①	刈残し	392	2	キハダ	落葉広葉樹	55	5	
ススキ区①	全刈り	345	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	20	5	
ススキ区①	全刈り	346	2	ヘニバナボロギク	広葉草本	92	50	
ススキ区①	全刈り	347	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	80	40	
ススキ区①	全刈り	348	3	ススキ	ススキ	120	40	
ススキ区①	全刈り	349	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	10	5	
ススキ区①	全刈り	350	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	20	5	
ススキ区①	全刈り	351	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	10	5	
ススキ区①	全刈り	352	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	20	5	
ススキ区①	全刈り	353	3	カラスザンショウ	落葉広葉樹	80	45	
ススキ区①	全刈り	354	2	ススキ	ススキ	85	5	
ススキ区①	全刈り	355	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	35	25	
ススキ区①	全刈り	356	4	アカメガシワ	落葉広葉樹	60	75	
ススキ区①	全刈り	357	1	ヤマグワ	落葉広葉樹	55	5	
ススキ区①	全刈り	358	1	シロダモ	常緑広葉樹	38	5	
ススキ区①	全刈り	359	1	無し	無し		0	
ススキ区①	全刈り	360	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	50	25	
ススキ区①	全刈り	361	2	ジャケツイバラ	ツル植物	60	20	
ススキ区①	全刈り	362	3	ススキ	ススキ	65	40	
ススキ区①	全刈り	363	2	ススキ	ススキ	65	30	
ススキ区①	全刈り	364	1	無し	無し		0	
ススキ区①	全刈り	365	2	ススキ	ススキ	65	20	
ススキ区①	全刈り	366	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	25	5	
ススキ区①	全刈り	367	4	ススキ	ススキ	110	60	
ススキ区①	全刈り	368	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	68	15	

## スキ区②

プロット	処理区別	テープNo	競合状態 C1-C4	雑草木の種名	雑草木タイプ	雑草木の 高さ(cm)	雑草木の 被覆率(%)	植栽木 の状態
スキ区②	刈残し	297	2	ムラサキシキブ	落葉広葉樹	55	55	
スキ区②	刈残し	298	2	クマイチゴ	キイチゴ類	110	25	
スキ区②	刈残し	299	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	25	25	
スキ区②	刈残し	300	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	25	15	
スキ区②	刈残し	301	1	イズセンリョウ	常緑広葉樹	35	10	
スキ区②	刈残し	302	4	カラスザンショウ	落葉広葉樹	123	35	
スキ区②	刈残し	303	2	クマイチゴ	キイチゴ類	50	10	
スキ区②	刈残し	304	4	ススキ	ススキ	80	75	
スキ区②	刈残し	305	4	ススキ	ススキ	85	75	
スキ区②	刈残し	306	1	タラノキ	落葉広葉樹	20	10	
スキ区②	刈残し	307						枯れ
スキ区②	刈残し	308	4	ススキ	ススキ	125	60	
スキ区②	刈残し	309	3	ナガバモミジイチゴ	キイチゴ類	65	25	
スキ区②	刈残し	310	4	ヤブムラサキ	落葉広葉樹	25	15	
スキ区②	刈残し	311	4	アカメガシワ	落葉広葉樹	95	65	
スキ区②	刈残し	312	3	ススキ	ススキ	92	25	
スキ区②	刈残し	313	4	クマイチゴ	キイチゴ類	110	50	
スキ区②	刈残し	314	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	42	15	
スキ区②	刈残し	315	4	ペニバナポロギク	広葉草本	110	15	
スキ区②	刈残し	316	2	無し	無し		0	
スキ区②	刈残し	317	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	40	15	
スキ区②	刈残し	318	1	クロキ	常緑広葉樹	52	15	
スキ区②	刈残し	319	1	ダンドポロギク	広葉草本	65	5	
スキ区②	刈残し	320	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	20	5	
スキ区②	全刈り	321	4	ススキ	ススキ	130	100	
スキ区②	全刈り	322	1	ミズキ	落葉広葉樹	25	5	
スキ区②	全刈り	323	4	ススキ	ススキ	130	75	
スキ区②	全刈り	324	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	60	20	
スキ区②	全刈り	325	3	ヤマグワ	落葉広葉樹	95	25	
スキ区②	全刈り	326	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	15	15	
スキ区②	全刈り	327	4	ススキ	ススキ	110	80	
スキ区②	全刈り	328	3	ジャケツイバラ	ツル植物	110	40	
スキ区②	全刈り	329	3	ジャケツイバラ	ツル植物	100	65	
スキ区②	全刈り	330	2	カナクキノキ	落葉広葉樹	85	45	
スキ区②	全刈り	331	4	ススキ	ススキ	90	90	
スキ区②	全刈り	332	3	ススキ	ススキ	70	40	
スキ区②	全刈り	333	4	クサギ	落葉広葉樹	110	45	
スキ区②	全刈り	334	1	シロダモ	常緑広葉樹	40	10	
スキ区②	全刈り	335	1	ネムノキ	落葉広葉樹	38	5	
スキ区②	全刈り	336	4	ジャケツイバラ	ツル植物	110	50	
スキ区②	全刈り	337	4	ジャケツイバラ	ツル植物	130	85	
スキ区②	全刈り	338	2	クマイチゴ	キイチゴ類	85	15	
スキ区②	全刈り	339	1	ガマズミ	落葉広葉樹	35	5	
スキ区②	全刈り	340	2	イヌビワ	落葉広葉樹	80	15	
スキ区②	全刈り	341	2	シロダモ	常緑広葉樹	70	30	
スキ区②	全刈り	342	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	45	15	
スキ区②	全刈り	343	2	ススキ	ススキ	65	20	
スキ区②	全刈り	344	1	無し	無し		0	

## クマイチゴ区

プロット	処理区別	テープNo	競合状態 C1-C4	雑草木の種名	雑草木タイプ	雑草木の 高さ(cm)	雑草木の 被覆率(%)	植栽木 の状態
クマイチゴ区	刈残し	249	4	クマイチゴ	キイチゴ類	141	100	
クマイチゴ区	刈残し	250	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	40	10	
クマイチゴ区	刈残し	251	4	クマイチゴ	キイチゴ類	140	100	
クマイチゴ区	刈残し	252	4	イヌホオズキ	広葉草本	100	50	
クマイチゴ区	刈残し	253	3	ダンドボロギク	広葉草本	133	30	
クマイチゴ区	刈残し	254	4	クマイチゴ	キイチゴ類	180	75	
クマイチゴ区	刈残し	255	4	クマイチゴ	キイチゴ類	95	75	
クマイチゴ区	刈残し	256	4	カラスザンショウ	落葉広葉樹	124	100	
クマイチゴ区	刈残し	257	4	クマイチゴ	キイチゴ類	150	100	
クマイチゴ区	刈残し	258	4	クマイチゴ	キイチゴ類	100	100	
クマイチゴ区	刈残し	259	4	クマイチゴ	キイチゴ類	152	90	
クマイチゴ区	刈残し	260	4	クマイチゴ	キイチゴ類	123	80	
クマイチゴ区	刈残し	285	2	クマイチゴ	キイチゴ類	70	30	
クマイチゴ区	刈残し	286	2	クマイチゴ	キイチゴ類	60	25	
クマイチゴ区	刈残し	287	4	クマイチゴ	キイチゴ類	115	100	
クマイチゴ区	刈残し	288	4	クマイチゴ	キイチゴ類	90	100	
クマイチゴ区	刈残し	289	4	クマイチゴ	キイチゴ類	125	95	
クマイチゴ区	刈残し	290	4	クマイチゴ	キイチゴ類	100	100	
クマイチゴ区	刈残し	291	4	クマイチゴ	キイチゴ類	135	100	
クマイチゴ区	刈残し	292	4	クマイチゴ	キイチゴ類	100	90	
クマイチゴ区	刈残し	293	4	クマイチゴ	キイチゴ類	70	75	
クマイチゴ区	刈残し	294	4	クマイチゴ	キイチゴ類	130	100	
クマイチゴ区	刈残し	295	3	クマイチゴ	キイチゴ類	80	45	
クマイチゴ区	刈残し	296	4	クマイチゴ	キイチゴ類	140	50	
クマイチゴ区	全刈り	261	4	クマイチゴ	キイチゴ類	160	100	
クマイチゴ区	全刈り	262	4	クマイチゴ	キイチゴ類	100	100	
クマイチゴ区	全刈り	263	4	クマイチゴ	キイチゴ類	131	90	
クマイチゴ区	全刈り	264	4	クマイチゴ	キイチゴ類	120	100	
クマイチゴ区	全刈り	265	4	クマイチゴ	キイチゴ類	100	60	
クマイチゴ区	全刈り	266	4	クマイチゴ	キイチゴ類	100	80	
クマイチゴ区	全刈り	267	4	ヌルデ	落葉広葉樹	130	90	
クマイチゴ区	全刈り	268	4	クマイチゴ	キイチゴ類	123	90	
クマイチゴ区	全刈り	269	4	クマイチゴ	キイチゴ類	195	100	
クマイチゴ区	全刈り	270	4	クマイチゴ	キイチゴ類	120	100	
クマイチゴ区	全刈り	271	4	クマイチゴ	キイチゴ類	114	100	
クマイチゴ区	全刈り	272	4	クマイチゴ	キイチゴ類	140	100	
クマイチゴ区	全刈り	273	4	ダンドボロギク	広葉草本	135	100	
クマイチゴ区	全刈り	274	4	キハダ	落葉広葉樹	105	100	
クマイチゴ区	全刈り	275	4	クマイチゴ	キイチゴ類	90	90	
クマイチゴ区	全刈り	276	4	クマイチゴ	キイチゴ類	90	80	
クマイチゴ区	全刈り	277	4	クマイチゴ	キイチゴ類	140	100	
クマイチゴ区	全刈り	278	4	クマイチゴ	キイチゴ類	100	90	
クマイチゴ区	全刈り	279	4	クマイチゴ	キイチゴ類	103	90	
クマイチゴ区	全刈り	280	3	クマイチゴ	キイチゴ類	90	15	
クマイチゴ区	全刈り	281	4	クマイチゴ	キイチゴ類	120	50	
クマイチゴ区	全刈り	282	4	ダンドボロギク	広葉草本	160	100	
クマイチゴ区	全刈り	283	4	クマイチゴ	キイチゴ類	135	100	
クマイチゴ区	全刈り	284	4	クマイチゴ	キイチゴ類	148	100	

8-2. スギ試験地（下刈り後の調査 令和7年11月6日）

アカメガシワ区

プロット	処理区別	テープ No	地際径 (cm)	樹高 (cm)	樹冠幅 (cm) 列に平行方向	樹冠幅 (cm) 列に垂直方向	刈残し幅 (cm)	植栽木 の状態
アカメガシワ区	刈残し	201	0.8	63.5	23	31	113	
アカメガシワ区	刈残し	202	0.8	76.7	36	45	106	
アカメガシワ区	刈残し	203	1.0	67.2	37	34	111	
アカメガシワ区	刈残し	204	1.0	84	38	37	93	
アカメガシワ区	刈残し	205	1.6	90.9	37	42	56	
アカメガシワ区	刈残し	206	1.0	68.2	34	29	66	
アカメガシワ区	刈残し	207	1.0	65.2	27	18	88	
アカメガシワ区	刈残し	208	0.9	68.3	19	18	59	
アカメガシワ区	刈残し	209	0.9	78	24	35	106	
アカメガシワ区	刈残し	210	1.1	80.2	40	37	102	
アカメガシワ区	刈残し	211	1.0	78.3	32	29	80	
アカメガシワ区	刈残し	212	0.9	67.8	20	20	82	
アカメガシワ区	刈残し	237	0.8	66.2	28	36	131	
アカメガシワ区	刈残し	238	0.9	61.6	28	25	53	
アカメガシワ区	刈残し	239	1.3	98.3	29	51	93	
アカメガシワ区	刈残し	240	0.9	57	23	22	65	
アカメガシワ区	刈残し	241	0.8	67.2	31	35	92	
アカメガシワ区	刈残し	242	0.8	64.1	23	22	107	
アカメガシワ区	刈残し	243	0.9	73	37	38	117	
アカメガシワ区	刈残し	244	1.3	64.2	34	23	105	
アカメガシワ区	刈残し	245	1.0	62.6	31	27	52	
アカメガシワ区	刈残し	246	0.8	57	27	22	87	
アカメガシワ区	刈残し	247	0.7	57	41	26	148	
アカメガシワ区	刈残し	248	1.1	82.6	36	38	60	
アカメガシワ区	全刈り	213	0.8	65.4	22	29		
アカメガシワ区	全刈り	214	0.9	76	25	29		
アカメガシワ区	全刈り	215	0.8	68	34	30		
アカメガシワ区	全刈り	216	1.2	74.9	38	37		
アカメガシワ区	全刈り	217	1.1	79.5	29	28		
アカメガシワ区	全刈り	218	0.7	60.7	39	34		
アカメガシワ区	全刈り	219	0.8	56.8	28	20		
アカメガシワ区	全刈り	220	0.8	67.1	17	18		
アカメガシワ区	全刈り	221	0.8	64.7	25	32		
アカメガシワ区	全刈り	222	1.0	72.1	35	32		
アカメガシワ区	全刈り	223	1.1	66.7	32	32		
アカメガシワ区	全刈り	224	0.7	64	22	20		
アカメガシワ区	全刈り	225	1.1	70.8	45	44		
アカメガシワ区	全刈り	226	1.0	61.2	29	39		
アカメガシワ区	全刈り	227	1.1	67.2	32	25		
アカメガシワ区	全刈り	228	0.8	55.5	40	41		
アカメガシワ区	全刈り	229	0.8	64.8	21	24		
アカメガシワ区	全刈り	230	0.8	67.2	22	34		
アカメガシワ区	全刈り	231	0.7	78.1	42	25		
アカメガシワ区	全刈り	232	0.8	64.1	35	34		
アカメガシワ区	全刈り	233	1.1	80	40	28		
アカメガシワ区	全刈り	234	0.8	58.6	29	45		
アカメガシワ区	全刈り	235	1.1	76.7	42	37		
アカメガシワ区	全刈り	236	0.9	67.2	39	33		

## スキ区①

プロット	処理区別	テープ No	地際径 (cm)	樹高 (cm)	樹冠幅 (cm) 列に平行方向	樹冠幅 (cm) 列に垂直方向	刈残し幅 (cm)	植栽木 の状態
スキ区①	刈残し	369	1.0	76.2	29	43	19	
スキ区①	刈残し	370	1.1	71	30	29	64	
スキ区①	刈残し	371	0.8	73.5	31	33	0	
スキ区①	刈残し	372	0.8	69.9	34	32	0	
スキ区①	刈残し	373	0.7	72	30	25	30	
スキ区①	刈残し	374	0.9	94	40	31	84	
スキ区①	刈残し	375	1.2	76.2	42	34	56	
スキ区①	刈残し	376	1.0	81.5	26	27	49	
スキ区①	刈残し	377	0.9	54.8	26	51	64	
スキ区①	刈残し	378	0.9	78.2	31	30	131	
スキ区①	刈残し	379	0.9	80.9	32	42	103	
スキ区①	刈残し	380	1.0	93.5	32	37	98	瀕死
スキ区①	刈残し	381	0.8	74	22	19	87	
スキ区①	刈残し	382	0.5	53.2	19	18	117	
スキ区①	刈残し	383	0.7	48.5	27	20	81	
スキ区①	刈残し	384	1.0	77.9	32	29	70	
スキ区①	刈残し	385	0.8	77.5	33	25	81	
スキ区①	刈残し	386	1.0	76.8	28	31	102	
スキ区①	刈残し	387	0.7	70.9	21	19	139	
スキ区①	刈残し	388	0.8	79.2	26	26	118	
スキ区①	刈残し	389	0.9	71.8	21	37	45	
スキ区①	刈残し	390	0.9	74.9	36	32	40	
スキ区①	刈残し	391	1.0	82	43	39	200	
スキ区①	刈残し	392	0.9	68	28	31	93	
スキ区①	全刈り	345	1.0	75	53	42		
スキ区①	全刈り	346	1.0	83.9	30	42		
スキ区①	全刈り	347	1.0	88.1	29	37		
スキ区①	全刈り	348	1.2	97	38	37		
スキ区①	全刈り	349	0.9	74.5	33	25		
スキ区①	全刈り	350	1.0	86.5	42	33		
スキ区①	全刈り	351	1.2	83	35	38		
スキ区①	全刈り	352	0.9	81.9	32	31		
スキ区①	全刈り	353	1.3	89.6	34	42		
スキ区①	全刈り	354	1.1	77.7	30	41		
スキ区①	全刈り	355	1.0	76.7	35	32		
スキ区①	全刈り	356	0.8	59.2	30	32		
スキ区①	全刈り	357	1.1	80	38	39		
スキ区①	全刈り	358	1.3	76.2	48	42		
スキ区①	全刈り	359	1.3	82.9	30	40		
スキ区①	全刈り	360	1.2	81.5	30	44		
スキ区①	全刈り	361	1.1	57	30	40		
スキ区①	全刈り	362	0.7	63	28	36		
スキ区①	全刈り	363	0.8	73.8	30	22		
スキ区①	全刈り	364	0.9	74.2	30	32		
スキ区①	全刈り	365	0.9	74.2	22	40		
スキ区①	全刈り	366	0.7	73.3	30	23		
スキ区①	全刈り	367	0.6	50.9	15	20		
スキ区①	全刈り	368	0.9	70.2	21	34		

## スキ区②

プロット	処理区別	テープ No	地際径 (cm)	樹高 (cm)	樹冠幅 (cm) 列に平行方向	樹冠幅 (cm) 列に垂直方向	刈残し幅 (cm)	植栽木 の状態
スキ区②	刈残し	297	1.1	66.1	33	31	109	
スキ区②	刈残し	298	0.9	77.9	33	34	141	
スキ区②	刈残し	299	1.1	72.5	37	32	83	
スキ区②	刈残し	300	0.8	61	37	33	30	
スキ区②	刈残し	301	1.0	67.2	33	30	40	
スキ区②	刈残し	302	0.7	61.2	30	31	45	
スキ区②	刈残し	303	0.7	60.5	30	32	68	
スキ区②	刈残し	304	0.6	63	20	21	118	
スキ区②	刈残し	305	0.8	81.9	27	28	112	
スキ区②	刈残し	306	1.0	68.1	34	42	57	
スキ区②	刈残し	307						枯れ
スキ区②	刈残し	308	0.9	82.5	49	40	160	
スキ区②	刈残し	309	0.8	69.1	28	27	99	
スキ区②	刈残し	310	1.1	69.9	42	45	63	
スキ区②	刈残し	311	0.9	74	30	27	134	
スキ区②	刈残し	312	1.0	66.2	35	38	108	
スキ区②	刈残し	313	0.8	83.9	33	30	131	
スキ区②	刈残し	314	1.0	66	40	39	43	
スキ区②	刈残し	315	0.9	76	32	30	28	
スキ区②	刈残し	316	0.8	70.3	34	33	75	
スキ区②	刈残し	317	0.7	62.7	29	36	59	
スキ区②	刈残し	318	1.2	76.7	42	36	37	
スキ区②	刈残し	319	0.7	74.1	26	25	0	
スキ区②	刈残し	320	0.8	66.8	29	27	63	
スキ区②	全刈り	321	0.7	63.9	26	24		
スキ区②	全刈り	322	0.7	71.5	26	30		
スキ区②	全刈り	323	1.0	85.5	36	29		
スキ区②	全刈り	324	1.0	71.5	45	39		
スキ区②	全刈り	325	0.8	68.7	39	36		
スキ区②	全刈り	326	0.8	65.9	31	33		
スキ区②	全刈り	327	1.0	73.2	32	36		
スキ区②	全刈り	328	1.0	87.5	29	37		
スキ区②	全刈り	329	0.9	95.1	33	29		
スキ区②	全刈り	330	1.4	105.7	45	43		
スキ区②	全刈り	331	1.0	78.5	32	36		
スキ区②	全刈り	332	0.9	76	33	32		
スキ区②	全刈り	333	1.1	69.5	47	37		
スキ区②	全刈り	334	0.9	86	27	35		
スキ区②	全刈り	335	1.1	93.1	34	45		
スキ区②	全刈り	336	0.9	65	23	31		
スキ区②	全刈り	337	0.8	81.5	39	30		
スキ区②	全刈り	338	0.9	93	39	38		
スキ区②	全刈り	339	0.6	58.6	34	25		
スキ区②	全刈り	340	1.0	90.1	34	42		
スキ区②	全刈り	341	0.9	78.3	36	37		
スキ区②	全刈り	342	1.1	79	38	40		
スキ区②	全刈り	343	0.9	79.9	31	37		
スキ区②	全刈り	344	0.7	58.3	24	39		

## クマイチゴ区

プロット	処理区別	テープ No	地際径 (cm)	樹高 (cm)	樹冠幅 (cm) 列に平行方向	樹冠幅 (cm) 列に垂直方向	刈残し幅 (cm)	植栽木 の状態
クマイチゴ区	刈残し	249	0.6	69	22	28	200	
クマイチゴ区	刈残し	250	0.8	78	30	34	65	
クマイチゴ区	刈残し	251	0.7	76.5	32	25	149	
クマイチゴ区	刈残し	252	1.0	69	33	27	74	
クマイチゴ区	刈残し	253	0.8	90.5	26	35	48	
クマイチゴ区	刈残し	254	1.0	88.5	33	34	164	
クマイチゴ区	刈残し	255	0.9	71.1	30	30	160	
クマイチゴ区	刈残し	256	0.7	63.5	34	36	147	
クマイチゴ区	刈残し	257	0.7	73.3	35	27	146	
クマイチゴ区	刈残し	258	0.7	65	20	25	148	
クマイチゴ区	刈残し	259	0.8	80.5	26	24	157	
クマイチゴ区	刈残し	260	0.8	67.5	24	25	142	
クマイチゴ区	刈残し	285	0.9	85.9	25	42	137	
クマイチゴ区	刈残し	286	1.1	64	31	27	91	
クマイチゴ区	刈残し	287	0.7	58.5	32	29	152	
クマイチゴ区	刈残し	288	0.5	66.2	26	23	124	
クマイチゴ区	刈残し	289	0.7	57.1	32	31	137	
クマイチゴ区	刈残し	290	1.0	74.8	31	28	113	
クマイチゴ区	刈残し	291	0.6	66.5	25	28	154	
クマイチゴ区	刈残し	292	1.0	82.5	20	26	128	
クマイチゴ区	刈残し	293	0.7	56.5	27	24	163	
クマイチゴ区	刈残し	294	0.7	66.5	23	27	145	
クマイチゴ区	刈残し	295	0.8	68.5	33	29	140	
クマイチゴ区	刈残し	296	0.9	70.9	27	20	205	
クマイチゴ区	全刈り	261	0.7	62.2	32	23		
クマイチゴ区	全刈り	262	0.7	72	25	17		
クマイチゴ区	全刈り	263	0.9	80	27	31		
クマイチゴ区	全刈り	264	0.7	55.5	31	34		
クマイチゴ区	全刈り	265	0.7	61.1	26	32		
クマイチゴ区	全刈り	266	0.9	66	32	28		
クマイチゴ区	全刈り	267	0.8	62.2	25	34		
クマイチゴ区	全刈り	268	0.9	37.1	24	27		先折れ
クマイチゴ区	全刈り	269	1.0	65.3	40	32		
クマイチゴ区	全刈り	270	0.7	65	21	15		
クマイチゴ区	全刈り	271	1.0	78.9	37	50		
クマイチゴ区	全刈り	272	0.8	73.7	31	32		
クマイチゴ区	全刈り	273	0.9	68.7	33	32		
クマイチゴ区	全刈り	274	0.6	74.5	22	19		
クマイチゴ区	全刈り	275	0.7	81.5	27	29		
クマイチゴ区	全刈り	276	1.1	69.4	53	47		
クマイチゴ区	全刈り	277	1.0	75.3	32	28		
クマイチゴ区	全刈り	278	0.8	67.2	27	23		
クマイチゴ区	全刈り	279	0.8	81.8	33	31		
クマイチゴ区	全刈り	280	0.9	70	28	40		
クマイチゴ区	全刈り	281	1.0	82.2	46	35		
クマイチゴ区	全刈り	282	0.7	59	22	25		
クマイチゴ区	全刈り	283	0.6	68.2	40	27		
クマイチゴ区	全刈り	284	0.7	61.5	26	22		

8-3. ヒノキ試験地（下刈り前の調査 令和7年9月2～3日）

処理区分	テープ No	競合状態 C1-C4	雑草木の種名	雑草木タイプ	雑草木の 高さ(cm)	雑草木の 被覆率(%)	植栽木の状態
刈残し	1	4	オトコエシ	広葉草本	154	40	
刈残し	2	2	ヌルデ	落葉広葉樹	70	35	
刈残し	3	4	ヌルデ	落葉広葉樹	155	55	
刈残し	4	1	ヤマノイモ	ツル植物	80	10	
刈残し	5	4	ススキ	ススキ	124	30	
刈残し	6	1	クマイチゴ	キイチゴ類	110	5	
刈残し	7	1	クマイチゴ	キイチゴ類	65	0	先端枯れ
刈残し	8	2	メリケンカルカヤ	イネ・カヤツリグサ科草本	118	15	
刈残し	9	4	クマイチゴ	キイチゴ類	153	50	
刈残し	10	1	メリケンカルカヤ	イネ・カヤツリグサ科草本	40	0	
刈残し	11	1	メリケンカルカヤ	イネ・カヤツリグサ科草本	110	10	
刈残し	12	2	クマイチゴ	キイチゴ類	97	70	
刈残し	25	2	ススキ	ススキ	93	35	
刈残し	26	2	ススキ	ススキ	85	20	
刈残し	27	2	ススキ	ススキ	125	45	
刈残し	28	3	メリケンカルカヤ	イネ・カヤツリグサ科草本	139	25	
刈残し	29	2	クマイチゴ	キイチゴ類	103	25	
刈残し	30	1	コバンノキ	落葉広葉樹	43	5	
刈残し	31	1	コバンノキ	落葉広葉樹	55	5	
刈残し	32	1	ゴンズイ	落葉広葉樹	42	5	
刈残し	33	3	ススキ	ススキ	70	75	
刈残し	34	1	イヌザンショウ	落葉広葉樹	58	5	
刈残し	35	1	ヌルデ	落葉広葉樹	18	5	
刈残し	36	2	ヌルデ	落葉広葉樹	112	15	
刈残し	61	2	コウゾ	落葉広葉樹	62	25	
刈残し	62	4	ヌルデ	落葉広葉樹	175	20	
刈残し	63	1	コウゾ	落葉広葉樹	72	5	
刈残し	64	4	ススキ	ススキ	130	80	誤伐
刈残し	65	3	ススキ	ススキ	130	50	
刈残し	66	1	クマイチゴ	キイチゴ類	55	15	
刈残し	67	3	ススキ	ススキ	135	45	
刈残し	68	2	ゴンズイ	落葉広葉樹	55	15	
刈残し	69	3	ススキ	ススキ	116	45	
刈残し	70	4	カラスザンショウ	落葉広葉樹	75	50	
刈残し	71	1	アカメガンワ	落葉広葉樹	30	10	
刈残し	72	2	ナガバモミジイチゴ	キイチゴ類	90	60	
刈残し	85	1	キハダ	落葉広葉樹	10	5	
刈残し	86	3	ヌルデ	落葉広葉樹	120	30	
刈残し	87	4	ススキ	ススキ	120	25	
刈残し	88	2	クマイチゴ	キイチゴ類	95	25	
刈残し	89	4	クマイチゴ	キイチゴ類	105	25	
刈残し	90	2	クマイチゴ	キイチゴ類	95	20	
刈残し	91	3	ススキ	ススキ	120	30	
刈残し	92	4	ススキ	ススキ	130	50	
刈残し	93	2	メリケンカルカヤ	イネ・カヤツリグサ科草本	95	25	
刈残し	94	2	ススキ	ススキ	90	25	
刈残し	95	2	ススキ	ススキ	120	25	
刈残し	96	4	ススキ	ススキ	105	50	

処理区分	テープ No	競合状態 C1-C4	雑草木の種名	雑草木タイプ	雑草木の 高さ(cm)	雑草木の 被覆率(%)	植栽木の状態
刈残し	109	1	無し	無し		0	
刈残し	110	1	イヌザンショウ	落葉広葉樹	72	5	
刈残し	111	1	コゴメウツギ	落葉広葉樹	35	5	
刈残し	112	4	ススキ	ススキ	145	80	
刈残し	113	3	ヌルデ	落葉広葉樹	125	30	
刈残し	114	2	アカメガシワ	落葉広葉樹	55	5	
刈残し	115	1	コウゾ	落葉広葉樹	35	5	
刈残し	116	2	ヌルデ	落葉広葉樹	125	30	
刈残し	117	2	ヌルデ	落葉広葉樹	100	20	
刈残し	118	1	ゴズイ	落葉広葉樹	65	5	
刈残し	119	2	ヌルデ	落葉広葉樹	105	20	
刈残し	120	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	25	5	
刈残し	133	1	イヌザンショウ	落葉広葉樹	55	5	
刈残し	134	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	35	5	
刈残し	135	2	ヌルデ	落葉広葉樹	65	5	
刈残し	136	2	エゴノキ	落葉広葉樹	88	5	
刈残し	137	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	65	5	
刈残し	138	3	ヌルデ	落葉広葉樹	140	15	
刈残し	139	2	イヌザンショウ	落葉広葉樹	80	5	
刈残し	140	1	ヌルデ	落葉広葉樹	65	20	
刈残し	141	2	エゴノキ	落葉広葉樹	115	15	
刈残し	142	2	アブラチャン	落葉広葉樹	75	10	
刈残し	143	3	ススキ	ススキ	95	25	
刈残し	144	1	イヌザンショウ	落葉広葉樹	35	5	
刈残し	145	2	ヌルデ	落葉広葉樹	95	15	
刈残し	146	2	ジャケツイバラ	ツル植物	120	15	
刈残し	147	1	メリケンカルカヤ	イネ・カヤツリグサ科草本	95	5	
刈残し	148	1	クマイチゴ	キイチゴ類	55	10	
刈残し	149	1	クマイチゴ	キイチゴ類	40	5	
刈残し	150	3	コガクウツギ	落葉広葉樹	125	10	
刈残し	151	1	ヌルデ	落葉広葉樹	65	15	
刈残し	152	1	無し	無し		0	
刈残し	153	1	無し	無し		0	
刈残し	154	2	クマイチゴ	キイチゴ類	70	35	
刈残し	155	2	エゴノキ	落葉広葉樹	125	15	
刈残し	156	2	ヌルデ	落葉広葉樹	85	20	
刈残し	169	2	ヌルデ	落葉広葉樹	65	15	
刈残し	170	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	30	5	
刈残し	171	1	クマイチゴ	キイチゴ類	30	5	
刈残し	172	2	メリケンカルカヤ	イネ・カヤツリグサ科草本	175	25	
刈残し	173	2	クマイチゴ	キイチゴ類	80	15	
刈残し	174	2	クマイチゴ	キイチゴ類	60	10	
刈残し	175	2	ヤマハギ	落葉広葉樹	100	15	
刈残し	176	1	無し	無し		0	
刈残し	177	1	無し	無し		0	
刈残し	178						枯れ
刈残し	179	1	無し	無し		0	
刈残し	180	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	55	15	

処理区分	テープ No	競合状態 C1-C4	雑草木の種名	雑草木タイプ	雑草木の 高さ(cm)	雑草木の 被覆率(%)	植栽木の状態
全刈り	13	2	タラノキ	落葉広葉樹	98	25	
全刈り	14	2	クマイチゴ	キイチゴ類	93	15	
全刈り	15	2	ヌルデ	落葉広葉樹	107	15	
全刈り	16	1	エゴノキ	落葉広葉樹	45	5	
全刈り	17	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	55	10	
全刈り	18	2	クマイチゴ	キイチゴ類	65	25	
全刈り	19	2	クマイチゴ	キイチゴ類	105	25	
全刈り	20	2	ヤブムラサキ	落葉広葉樹	126	20	
全刈り	21	2	タラノキ	落葉広葉樹	30	5	誤伐
全刈り	22	1	コガクウツギ	落葉広葉樹	55	5	
全刈り	23	2	ハマクサギ	落葉広葉樹	30	5	
全刈り	24	1	ナガバモミジイチゴ	キイチゴ類	30	5	
全刈り	37	2	ヤブムラサキ	落葉広葉樹	90	15	
全刈り	38	1	キハダ	落葉広葉樹	32	5	
全刈り	39	2	エゴノキ	落葉広葉樹	90	30	
全刈り	40	2	イヌザンショウ	落葉広葉樹	94	15	
全刈り	41	2	タラノキ	落葉広葉樹	120	30	
全刈り	42	4	ススキ	ススキ	90	40	
全刈り	43	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	62	10	
全刈り	44	1	コウゾ	落葉広葉樹	98	30	
全刈り	45	3	ススキ	ススキ	125	35	
全刈り	46	1	無し	無し		0	
全刈り	47	3	ススキ	ススキ	125	50	
全刈り	48	2	ナガバモミジイチゴ	キイチゴ類	70	15	
全刈り	49	3	ススキ	ススキ	150	45	
全刈り	50	2	ヌルデ	落葉広葉樹	80	15	
全刈り	51	3	ススキ	ススキ	125	50	
全刈り	52	2	クマイチゴ	キイチゴ類	75	15	
全刈り	53	4	ナガバモミジイチゴ	キイチゴ類	38	10	皮剥ぎ
全刈り	54	3	ススキ	ススキ	95	30	
全刈り	55	2	エゴノキ	落葉広葉樹	84	40	
全刈り	56	1	クマイチゴ	キイチゴ類	35	10	
全刈り	57	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	54	10	
全刈り	58	2	エゴノキ	落葉広葉樹	86	10	
全刈り	59	3	クマイチゴ	キイチゴ類	120	30	
全刈り	60	1	クマイチゴ	キイチゴ類	35	5	
全刈り	73	3	ヌルデ	落葉広葉樹	120	25	
全刈り	74	2	メリケンカルカヤ	イネ・カヤツリグサ科草本	107	20	
全刈り	75	2	クマイチゴ	キイチゴ類	83	25	
全刈り	76	2	クマイチゴ	キイチゴ類	91	20	
全刈り	77	2	コウゾ	落葉広葉樹	90	30	
全刈り	78	3	ヌルデ	落葉広葉樹	110	30	
全刈り	79	3	クマイチゴ	キイチゴ類	90	5	
全刈り	80	1	イヌビロ	落葉広葉樹	20	5	
全刈り	81	1	アカメガシワ	落葉広葉樹	30	5	
全刈り	82	1	クマイチゴ	キイチゴ類	60	50	
全刈り	83	2	ヌルデ	落葉広葉樹	105	15	
全刈り	84	1	カラスザンショウ	落葉広葉樹	40	5	

処理区分	テープ No	競合状態 C1-C4	雑草木の種名	雑草木タイプ	雑草木の 高さ(cm)	雑草木の 被覆率(%)	植栽木の状態
全刈り	97	4	ススキ	ススキ	105	50	
全刈り	98	1	無し	無し		0	
全刈り	99	4	ススキ	ススキ	100	70	根抜け、曲がり
全刈り	100						枯れ
全刈り	101	2	エノキ	落葉広葉樹	35	5	
全刈り	102	2	ススキ	ススキ	90	20	
全刈り	103	2	クマイチゴ	キイチゴ類	70	5	
全刈り	104	2	クマイチゴ	キイチゴ類	95	25	
全刈り	105	1	クマイチゴ	キイチゴ類	65	5	
全刈り	106	1	ヤマハギ	落葉広葉樹	75	5	
全刈り	107	2	ヌルデ	落葉広葉樹	60	10	
全刈り	108	2	ススキ	ススキ	160	25	
全刈り	121	1	ススキ	ススキ	40	5	
全刈り	122	1	ヤマハゼ	落葉広葉樹	45	5	
全刈り	123	1	クマイチゴ	キイチゴ類	65	10	
全刈り	124	1	ヌルデ	落葉広葉樹	50	10	
全刈り	125	1	無し	無し		0	
全刈り	126	1	無し	無し		0	
全刈り	127	2	ススキ	ススキ	110	30	
全刈り	128	1	ヌルデ	落葉広葉樹	25	5	
全刈り	129	2	ヤブツバキ	常緑広葉樹	55	15	
全刈り	130	1	アカメガンシウ	落葉広葉樹	50	5	
全刈り	131	1	クマイチゴ	キイチゴ類	60	15	
全刈り	132	3	ススキ	ススキ	105	35	
全刈り	157	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	125	20	
全刈り	158	1	無し	無し		0	
全刈り	159	2	キブシ	落葉広葉樹	65	10	
全刈り	160	2	ヌルデ	落葉広葉樹	85	10	
全刈り	161	2	タラノキ	落葉広葉樹	130	25	
全刈り	162	1	ヤマハギ	落葉広葉樹	35	5	
全刈り	163	1	クマイチゴ	キイチゴ類	60	25	
全刈り	164	1	アカメガンシウ	落葉広葉樹	70	5	
全刈り	165	1	アカメガンシウ	落葉広葉樹	35	5	
全刈り	166	2	カラスザンショウ	落葉広葉樹	125	20	
全刈り	167	1	ゴンスイ	落葉広葉樹	65	15	
全刈り	168	3	サルトリイバラ	ツル植物	75	25	
全刈り	181	1	ムラサキシキブ	落葉広葉樹	80	15	
全刈り	182	1	イヌザンショウ	落葉広葉樹	80	5	
全刈り	183	2	セイトカアワダチソウ	広葉草本	160	10	
全刈り	184	3	ススキ	ススキ	125	75	
全刈り	185	1	コウゾ	落葉広葉樹	50	5	
全刈り	186	1	ヤブムラサキ	落葉広葉樹	80	5	
全刈り	187	1	無し	無し		0	
全刈り	188	2	ヌルデ	落葉広葉樹	90	15	
全刈り	189	3	ススキ	ススキ	130	30	
全刈り	190	2	ススキ	ススキ	75	15	
全刈り	191	2	アカメガンシウ	落葉広葉樹	70	10	
全刈り	192	4	ススキ	ススキ	140	50	

8-4. ヒノキ試験地（下刈り後の調査 令和7年11月5日）

処理区分	テープ No	地際径 (cm)	樹高 (cm)	樹冠幅 (cm) 列に平行方向	樹冠幅 (cm) 列に垂直方向	刈残し幅 (cm)	植栽木の状態
刈残し	1	1.1	72.0	46	40	83	
刈残し	2	2.3	150.5	79	83	80	
刈残し	3	1.3	132.0	75	65	102	
刈残し	4	2.0	118.5	72	84	0	
刈残し	5	1.7	119.5	65	67	53	
刈残し	6	2.3	147.0	79	65	0	
刈残し	7	1.5	41.5	36	40	44	先端枯れ
刈残し	8	2.6	148.0	120	110	58	
刈残し	9	2.5	150.0	103	95	194	
刈残し	10	2.9	161.5	91	97	21	
刈残し	11	2.8	154.5	125	129	104	
刈残し	12	2.4	138.5	97	114	133	
刈残し	25	2.8	179.5	85	78	106	
刈残し	26	2.2	156.5	85	98	87	
刈残し	27	2.4	161.5	104	101	138	
刈残し	28	2.4	130.5	82	92	74	
刈残し	29	3.0	180.5	126	122	0	
刈残し	30	1.6	99.5	75	77	0	
刈残し	31	2.2	126.5	79	75	0	
刈残し	32	2.0	142.4	104	90	44	
刈残し	33	2.1	126.5	123	91	174	
刈残し	34	2.0	102.0	92	99	0	
刈残し	35	3.2	181.5	133	124	0	
刈残し	36	2.7	203.0	138	120	0	
刈残し	61	2.5	129.5	82	81	0	
刈残し	62	2.6	185.3	130	99	68	
刈残し	63	2.2	136.2	97	98	0	
刈残し	64	2.0	132.0	95	86	134	誤伐
刈残し	65	2.4	162.0	95	69	146	
刈残し	66	2.5	143.5	108	97	0	
刈残し	67	2.0	128.5	90	103	110	
刈残し	68	3.5	173.4	102	94	0	
刈残し	69	2.5	144.5	74	57	142	
刈残し	70	0.4	41.5	24	28	124	
刈残し	71	2.0	122.5	101	106	0	
刈残し	72	2.5	167.5	102	122	164	
刈残し	85	2.5	150.5	100	81	0	
刈残し	86	2.2	137.5	108	91	79	
刈残し	87	2.3	135.5	116	114	160	
刈残し	88	3.1	169.5	114	122	122	
刈残し	89	1.6	92.6	87	92	80	
刈残し	90	2.1	140.5	84	89	104	
刈残し	91	2.0	134.0	87	88	114	
刈残し	92	2.4	108.0	78	75	111	
刈残し	93	1.7	77.0	49	50	84	
刈残し	94	1.8	94.0	80	91	102	先端折れ
刈残し	95	1.7	176.8	67	68	126	
刈残し	96	2.0	118.5	66	89	132	

処理区分	テープ No	地際径 (cm)	樹高 (cm)	樹冠幅 (cm) 列に平行方向	樹冠幅 (cm) 列に垂直方向	刈残し幅 (cm)	植栽木の状態
刈残し	109	2.8	169.5	114	106	0	
刈残し	110	2.5	158.8	104	103	27	
刈残し	111	2.8	102.1	75	91	0	
刈残し	112	2.1	144.1	82	80	164	
刈残し	113	2.9	167.2	110	136	0	
刈残し	114	2.8	198.5	92	130	0	
刈残し	115	1.7	131.6	75	67	0	
刈残し	116	3.0	154.5	106	129	104	
刈残し	117	2.9	187.5	93	112	136	
刈残し	118	3.4	160.5	125	110	30	
刈残し	119	2.1	167.6	117	110	181	
刈残し	120	3.0	178.5	104	114	0	
刈残し	133	2.0	122.5	104	82	0	
刈残し	134	2.3	112.5	106	92	0	
刈残し	135	3.1	121.1	94	89	58	
刈残し	136	2.9	149.4	92	88	52	
刈残し	137	2.6	165.1	119	92	46	
刈残し	138	2.8	125.1	115	107	75	シカ食害（先端）
刈残し	139	2.4	166.8	119	110	38	
刈残し	140	2.9	164.7	130	115	102	
刈残し	141	3.0	171.5	122	118	56	
刈残し	142	3.3	130.5	114	85	34	
刈残し	143	2.6	122.5	107	106	160	
刈残し	144	1.9	106.0	94	91	0	
刈残し	145	2.0	107.5	94	93	49	
刈残し	146	2.6	126.5	106	95	77	
刈残し	147	2.3	154.6	122	109	0	
刈残し	148	2.9	146.0	92	102	0	
刈残し	149	2.8	154.5	121	110	64	
刈残し	150	2.6	132.0	103	84	0	
刈残し	151	3.7	187.2	131	109	45	
刈残し	152	2.6	178.2	132	121	0	
刈残し	153	3.1	159.7	110	113	0	
刈残し	154	2.6	139.1	114	107	99	
刈残し	155	3.1	188.5	142	134	149	
刈残し	156	2.6	144.5	94	91	92	
刈残し	169	2.2	139.9	82	90	124	
刈残し	170	2.8	159.0	91	95	0	
刈残し	171	2.7	109.3	97	98	0	
刈残し	172	3.2	156.5	98	96	76	
刈残し	173	2.6	172.5	103	106	128	
刈残し	174	2.5	158.3	116	118	108	
刈残し	175	3.0	136.7	113	121	111	
刈残し	176	3.0	195.7	130	134	0	
刈残し	177	4.0	180.3	91	75	58	
刈残し	178						枯れ
刈残し	179	3.0	147.9	78	79	0	
刈残し	180	2.6	133.9	114	94	0	

処理区分	テープ No	地際径 (cm)	樹高 (cm)	樹冠幅 (cm) 列に平行方向	樹冠幅 (cm) 列に垂直方向	刈残し幅 (cm)	植栽木の状態
全刈り	13	2.7	171.5	125	101		
全刈り	14	2.6	125.5	123	116		
全刈り	15	3.3	143.5	103	93		
全刈り	16	3.0	135.7	102	94		
全刈り	17	3.5	172.5	106	148		
全刈り	18	3.7	198.5	111	112		
全刈り	19	2.5	156.5	101	112		
全刈り	20	3.0	206.0	110	110		
全刈り	21	2.0	107.5	75	54		誤伐
全刈り	22	1.9	157.0	106	127		
全刈り	23	2.7	175.5	113	114		
全刈り	24	2.1	136.5	100	80		
全刈り	37	1.7	143.2	76	77		
全刈り	38	2.3	153.5	93	95		
全刈り	39	2.1	130.5	83	101		
全刈り	40	3.5	193.5	115	142		
全刈り	41	2.7	146.5	120	113		
全刈り	42	2.2	67.5	68	76		先端枯れ
全刈り	43	2.8	155.5	118	122		
全刈り	44	3.3	155.3	98	110		
全刈り	45	2.9	131.8	97	91		
全刈り	46	2.1	115.5	79	78		
全刈り	47	2.9	150.3	95	104		
全刈り	48	1.1	106.5	91	98		二股
全刈り	49	2.3	161.8	112	88		
全刈り	50	2.9	161.5	95	105		
全刈り	51	2.8	157.5	85	104		
全刈り	52	2.2	158.5	75	92		
全刈り	53	1.0	69.5	42	40		先端枯れ
全刈り	54	2.3	126.5	104	102		
全刈り	55	1.8	126.3	68	90		
全刈り	56	2.1	142.6	94	89		
全刈り	57	2.5	144.6	99	103		
全刈り	58	1.7	140.5	74	79		
全刈り	59	2.3	135.7	86	115		
全刈り	60	3.3	176.5	92	88		
全刈り	73	2.9	163.7	104	124		
全刈り	74	2.8	159.0	104	145		
全刈り	75	2.5	170.3	73	87		
全刈り	76	1.9	125.0	62	81		
全刈り	77	2.2	144.5	89	88		
全刈り	78	2.4	146.5	108	88		
全刈り	79	2.7	141.6	129	123		
全刈り	80	3.1	182.5	124	148		
全刈り	81	2.3	193.2	102	93		
全刈り	82	2.4	107.0	80	75		
全刈り	83	2.8	149.5	108	103		
全刈り	84	3.2	181.7	146	140		

処理区分	テープ No	地際径 (cm)	樹高 (cm)	樹冠幅 (cm) 列に平行方向	樹冠幅 (cm) 列に垂直方向	刈残し幅 (cm)	植栽木の状態
全刈り	97	2.0	103.5	101	124		
全刈り	98	2.2	122.5	93	89		
全刈り	99	1.7	81.3	51	55		根抜け、曲り
全刈り	100						枯れ
全刈り	101	2.6	167.3	78	83		
全刈り	102	2.7	168.5	85	92		
全刈り	103	1.8	155.2	125	91		
全刈り	104	1.9	131.5	70	77		
全刈り	105	2.6	167.5	124	120		
全刈り	106	2.6	168.2	119	90		
全刈り	107	2.8	136.0	97	104		
全刈り	108	2.3	135.5	101	111		
全刈り	121	2.3	160.2	105	120		
全刈り	122	2.0	124.5	107	96		
全刈り	123	2.6	164.8	98	110		
全刈り	124	2.4	155.8	121	135		
全刈り	125	1.9	101.3	125	110		側枝立ち
全刈り	126	2.4	139.1	92	109		
全刈り	127	2.4	163.1	82	63		
全刈り	128	2.8	131.3	84	93		
全刈り	129	1.9	99.8	66	70		シカ食害（先端）
全刈り	130	3.0	150.0	114	112		
全刈り	131	2.2	141.3	99	135		
全刈り	132	2.9	163.5	147	139		
全刈り	157	3.2	179.1	114	112		
全刈り	158	1.9	143.0	80	76		
全刈り	159	1.7	96.9	80	75		
全刈り	160	3.0	163.5	140	141		
全刈り	161	2.6	158.3	111	110		
全刈り	162	2.7	189.3	89	78		
全刈り	163	2.6	170.0	102	114		
全刈り	164	2.4	151.9	84	86		
全刈り	165	3.1	204.0	145	132		
全刈り	166	3.2	157.3	149	123		
全刈り	167	2.8	160.5	136	126		
全刈り	168	1.9	121.5	101	91		
全刈り	181	3.1	163.5	81	73		
全刈り	182	2.7	181.5	113	106		
全刈り	183	2.5	153.0	92	88		
全刈り	184	2.3	168.5	75	56		
全刈り	185	2.4	141.5	116	112		先端折れ
全刈り	186	2.0	123.7	98	89		
全刈り	187	3.0	191.5	127	101		
全刈り	188	2.7	160.5	84	97		
全刈り	189	2.3	140.5	100	108		
全刈り	190	2.7	162.5	90	88		
全刈り	191	2.6	148.2	104	119		
全刈り	192	1.6	93.5	47	45		根浮き

令和7年度  
造林作業の機械化に向けた施業体系の検討に関する調査委託事業  
報告書

令和8（2026）年3月

（発行）林野庁  
（作成）一般社団法人 日本森林技術協会  
〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地  
TEL (03) 3261-5281（代表）／FAX (03) 3261-5393