平成 30 年度
低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業
報　告　書

平成 31 年 3 月

林野庁

目次

1.　事業の概要 1
1－1.　事業名 1
1－2.　事業の背景と目的 1
1－2－1.　背景と目的 1
1－2－2.　事業の進め方と考え方 1
1－2－3.　全体計画と今年度の位置づけ 2
1－3.　事業実施内容 5
1－4.　調査実施箇所の変更について 8
1－5.　調査実施箇所一覧 10
2.　検討委員会の設置・運営 12
2－1.　検討委員会の設置 12
2－2.　検討委員会の運営 12
2－3.　議事概要 14
2－3－1.　第 1 回検討委員会 14
2－3－2.　第 2 回検討委員会 18
2－3－1.　第 3 回検討委員会 23
3.　低密度植栽技術の実証 28
3－1.　富山県　立山町 28
4.　平成 27 年度から平成 29 年度植栽地における追跡調査及び下刈の実証調査 33
4－1.　調査概要 33
4－2.　平成 27 年度植栽地での実施結果 37
4－2－1.　東北地方（太平洋側） 39
(1)　岩手県　紫波町（No.1） 39
(2)　岩手県　盛岡市（No.2） 46
(3)　岩手県　葛巻町（No.3） 54
(4)　宮城県　登米市（No.4） 61
4－2－2.　近畿・中国地方 69
(1)　三重県　大紀町（No.5） 69
4－2－3.　九州地方 76
(1)　長崎県　大村市（No.6） 76
(2)　長崎県　東彼杵郡（No.7） 83
(3)　熊本県　美里町（No.8） 91
(4)　宮崎県　椎葉村（No.9） 98
(5)　鹿児島県　薩摩川内市（No.10） 106

4−3.　平成 28 年度植栽地での実施結果 114
4−3−1.　関東地方 116
(1)　茨城県　日立市（ヒノキ）（No.1） 116
(2)　茨城県　日立市（スギ）（No.2） 123
(3)　岐阜県　高山市（カラマツ）（No.3） 130
4−3−2.　中国・四国地方 137
(1)　岡山県　吉備中央町（No.4） 137
(2)　高知県　四万十町（No.5） 144
4−3−3.　九州地方 151
(1)　宮崎県　都城市（No.6） 151
4−4.　平成 29 年度植栽地での実施結果 161
4−4−1.　北海道地方 162
(1)　北海道　下川町（No.1） 162
4−4−2.　東北（日本海側）地方 169
(1)　秋田県　由利本荘市（No.2） 169
4−4−3.　北陸地方 176
(1)　富山県立山町（No3.） 176
5.　実証調査データを用いた各種分析について 183
5−1.　樹高成長量への影響解析 183
5−1−1.　解析目的 183
5−1−2.　解析方法 183
5−1−3.　解析結果 185
(1)　健全個体のデータを用いた解析結果 185
(2)　C 区分データを用いた解析結果 187
(3)　考察 187
(4)　今後について 188
5−2.　下刈り実施に関する解析 189
5−2−1.　下刈りの時間分析 189
(1)　調査方法 189
(2)　解析方法 189
(3)　解析結果 189
(4)　考察 190
5−2−2.　誤伐の発生状況 193
(1)　調査方法 193
(2)　解析方法 193
(3)　解析結果 193

6.　低密度植栽施業指針の検討 196
7.　地域版低密度植栽施業指針の作成 208
7−1.　地域版指針作成に当たっての考え方 208
7−2.　平成 27 年度植栽地 209
7−2−1.　岩手県　紫波町（No.1） 209
7−2−2.　岩手県　盛岡市（No.2） 212
7−2−3.　岩手県　葛巻町（No.3） 215
7−2−4.　宮城県　登米市（No.4） 218
7−2−5.　三重県　大紀町（No.5） 221
7−2−6.　長崎県　大村市（No.6） 224
7−2−7.　長崎県　東彼杵郡（No.7） 227
7−2−8.　熊本県　美里町（No.8） 230
7−2−9.　宮崎県　椎葉村（No.9） 233
7−2−10.　鹿児島県　薩摩川内市（No.10） 236
7−3.　平成 28 年度植栽地 239
7−3−1.　茨城県　日立市（ヒノキ）（No.1） 239
7−3−2.　茨城県　日立市（スギ）（No.2） 242
7−3−3.　岐阜県　高山市（カラマツ）（No.3） 245
7−3−4.　岡山県　吉備中央町（No.4） 248
7−3−5.　高知県　四万十町（No.5） 251
7−3−6.　宮崎県　都城市（No.6） 254

1. 事業の概要

1－1.　事業名

平成 30 年度低密度植栽の導入に向けた調査委託事業

1－2.　事業の背景と目的

1－2－1.　背景と目的

森林資源の成熟による主伐（皆伐）の増加が予想される中、森林の多面的機能を十分に発揮していくためには、間伐の推進に加え、主伐後の再造林を確実に実施することが必要となっている。

他方で、森林所有者等の再造林意欲を向上させるとともに、限られた財源の下で効率的に再造林を行うためには、再造林の低コスト化を徹底することが不可欠となっている。

こうした中、近年、植栽本数を減らして、造林・保育の低コスト化を図る低密度植栽への期待が高まっているところであるが、そのための技術（以下、「低密度植栽技術」という。）については、成林の確実性、コスト削減効果、気象害や病虫獣害等への耐性等について十分な知見が得られていない状況にある。

このため、本事業では低密度植栽技術について、森林の有する多面的機能の発揮や森林経営などの多様な観点から実証、評価、分析を実施し、その結果を踏まえ、低密度植栽による施業の指針（以下、「低密度植栽施業指針」という。）を作成することを目的とする。

1－2－2.　事業の進め方と考え方

本年度調査は、図 1-1 に示す、平成 27 年度当初に策定した５年間の全体計画及び仕様に沿いながら調査を実施すると共に、図 1-2 に示す（１）～（８）の項目について事業を実施するものである。

また、事業の実施及び取りまとめに当たっては、以下の点に留意した検討を行う。

・再造林の低コスト化を図るためには、コンテナ苗を利用し低密度植栽技術を取り入れた一貫作業システムの導入が期待されている。しかし、低密度植栽による低コスト化を図るためには、様々な課題があり、その課題をクリアしながら、事業の最終目的である低密度植栽技術の施業指針を作成する必要がある。
・シカ被害対策の軽減や下刈り回数の軽減に伴うコスト削減を目指した場合、大型コンテナ苗（本事業では、スギ 90～100cm 程度のコンテナ苗を試験）の導入ならびに低密度植栽の併用が有効であると考えられることから、これら双方の導入可能性についての検討を行う必要がある。
・低密度植栽技術の導入のための事務や基準、補助手段等に対する普及啓発を実施する必要があるため、関係都道府県担当者との低密度植栽技術に係る意見交換や成果の共有を行う必要がある。

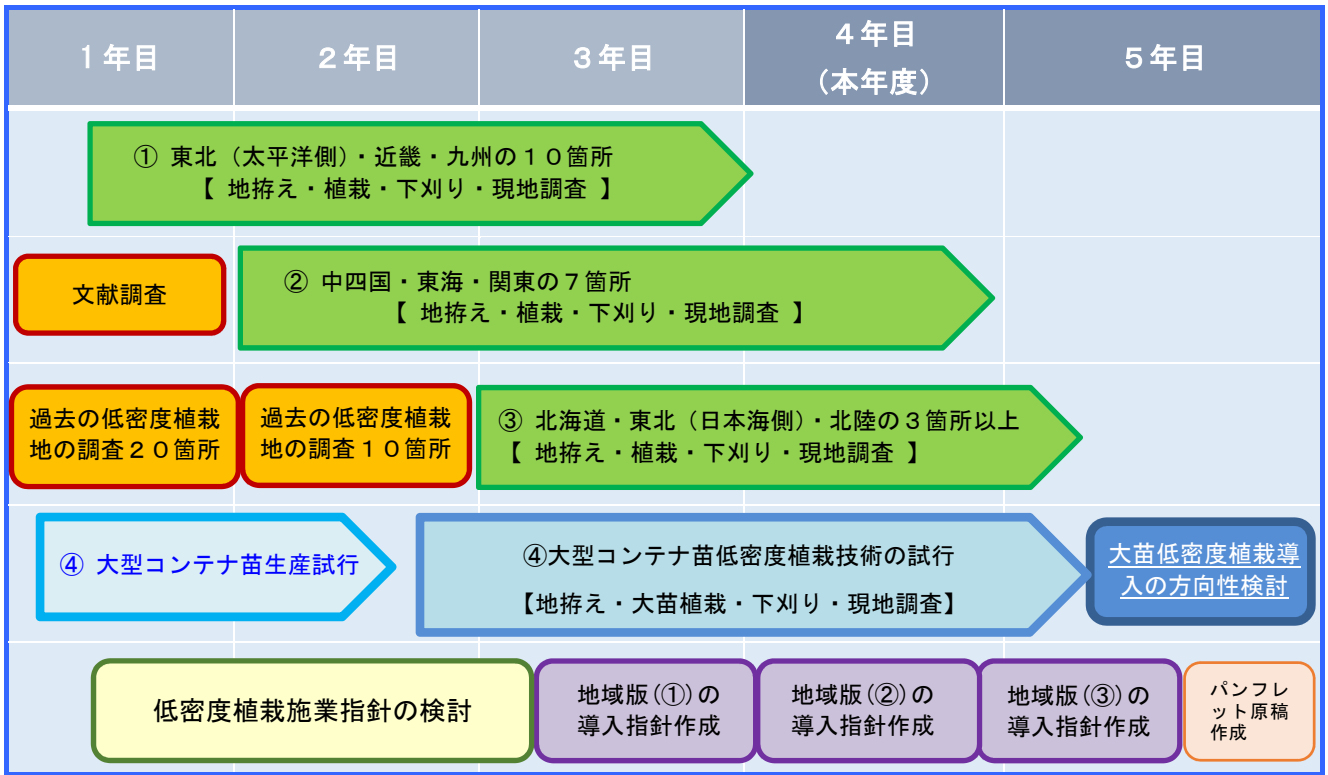
1－2－3.　全体計画と今年度の位置づけ

本調査は、5年間での実施を予定しており、年度毎に取得データ等に差が生じないようにする必要があることから、平成27年度に調査方法等も含めた低密度植栽技術の指針策定までの工程について、5年間の全体計画が策定されている。また、一般的な低密度の試験植栽におけるコンテナ苗の導入に当たって使用される苗は、樹種や地域により異なるが、例えばスギの場合は、「30～60cmコンテナ苗（150ccまたは300ccマルチキャビティ使用）」を用いて、1,000～2,000本/ha程度の密度に植栽することが多い。そこで、このような実績や地域における汎用性、特性（社会環境・自然環境等）に配慮される5年間計画が策定された。

なお、より低コスト化を目指すため、スギ「大型90～100cm程度のコンテナ苗」の生産と低密度植栽（1,000～1,200本/ha程度）の導入の可能性についても、5年間かけて検討及び実証を行い、大型苗植栽技術の導入に伴う成果（下刈り回避によるコスト削減とシカ食害対策の軽減等）及び課題（苗木代と植栽植穴施工負担によるコスト増加等）の整理を行うため、大型コンテナ苗の生産と実証事業の実施もこの5年間計画に組み込まれている。

本年度は5年間計画の4年目であり、平成29年度に植栽した北陸地方の低密度植栽の実証調査（他の調査地における実証調査は完了済である）及び各調査地追跡調査と下刈りの実証調査を実施し、データを整理する（図 1-1）。併せて、平成28年度に植栽した6地域の地域版低密度植栽施業指針（事例集）を作成する。また、スギの大型コンテナ苗の植栽試験地については、下刈り回避によるコスト削減とシカ食害対策の軽減を目指す。

これらの成果を整理、分析し5年間の全体計画の最終成果は、低密度植栽技術を地域に普及させるための施業指針とパンフレット原稿を作成するものとする（図 1-2）。



１年目	２年目	３年目	４年目（本年度）	５年目
i 全体計画策定 ii 現状の分析と評価（含む既往文献調査） iii 低密度植栽技術の実証（①）の開始 iv 大型コンテナ苗の導入の検討と大型コンテナ苗の試行生産の開始 v 低密度植栽施業指針（方向性）の検討	i 現状の分析と評価（含む既往文献調査） ii 実証（①）の調査と調査結果の整理分析 iii 低密度植栽技術の実証（②）の開始 iv 大型コンテナ苗の試行的生産と、生産に係る課題の整理 v 大型コンテナ苗の導入による低密度植栽技術の実証（④）の開始 vi 調査分析結果を受け修正した低密度植栽施業指針（方向性）の検討	i 実証（①②）の調査と調査結果の整理分析 ii 低密度植栽技術の実証（③）の開始 iii 大型コンテナ苗の導入実証（④）の調査と調査結果の整理 iv 調査分析結果を受け修正した低密度植栽技術指針の順応的見直し v ①の地域特性に応じた低密度植栽技術指針の作成	**i 実証（②③）の調査と調査結果の整理分析** **ii 実証（①）のモニタリング** **iii 大型コンテナ苗の導入実証（④）の調査と調査結果の整理** **iv ②の地域特性に応じた低密度植栽技術指針の作成**	i 実証（③）の調査と調査結果の整理分析 ii 実証（①②）のモニタリング iii 実証（①②③）の評価 iv 大型コンテナ苗の導入実証（④）の調査と調査結果の整理分析 v 大型コンテナ苗実証（④）の評価 vi ③の地域特性に応じた低密度植栽技術指針の作成 vii 5 年間にわたる全国調査の総括としての地域特性に応じた低密度植栽技術導入のための林業技術者向けパンフレット原稿の作成

図 1-1　本事業の全体計画

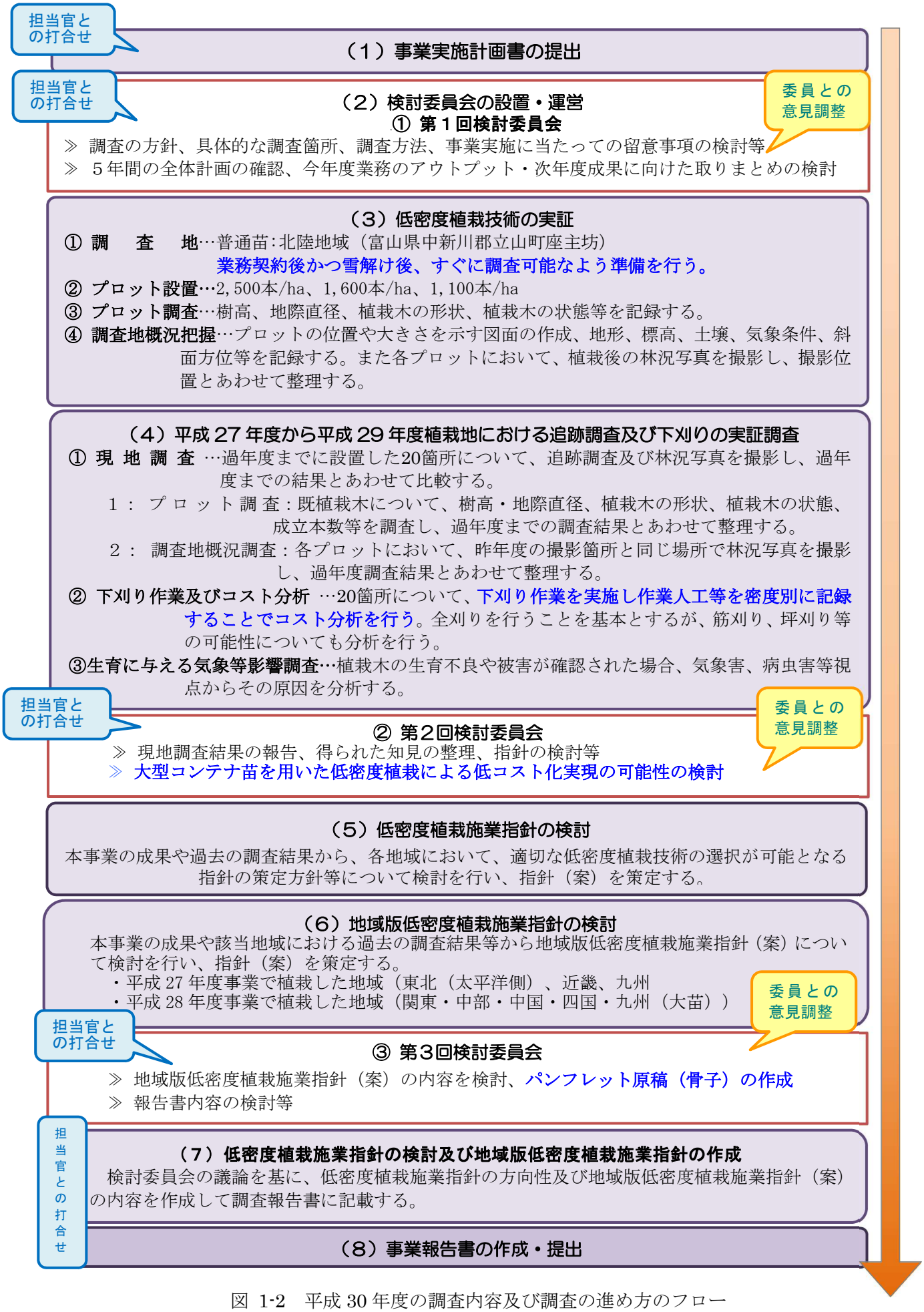


図 1-2　平成 30 年度の調査内容及び調査の進め方のフロー

1－3.　事業実施内容

（1）調査計画書の提出

検討委員会及び林野庁担当者との協議を経て、調査項目毎の具体的な調査方法及び実施スケジュール、実施体制等を確定し、調査計画書に明記し提出した。

林野庁担当者との打合せ及び協議は、業務計画の作成時、3回の検討委員会開催時、各調査項目の調整及び進捗報告時、業務の取りまとめの検討時等に実施した。

（2）検討委員会の設置・運営

事業実施に当たっては、「低密度植栽施業指針検討委員会」を設置し、3回の委員会を開催し、同委員会委員より調査・取りまとめに対しての必要な技術指導及び助言を受けた。

なお、検討委員及び委員会の開催日、検討内容等については「2. 検討委員会の設置・運営」に後述する。

（3）低密度植栽技術の実証

平成 29 年度に植栽した北陸地方の調査地（富山県中新川郡立山町座主坊）においては、昨年度、植栽直後の寒波の影響により、例年より早く多量の積雪が見られたことから、初期値の計測ができなかった。このことより、本年度、以下の実証調査を行なった。

なお、平成 29 年度に植栽したその他の調査地については、植栽時に以下の①から③までの実証調査を完了している。また、実証調査④については、本調査地のみ実施している。

① プロット設定

当該調査地において、1,100 本/ha・1,600 本/ha・2,500 本/ha の各植栽密度でプロット（方形）を 1 ha 当たり各 2 箇所設定し、各プロットにおいて植栽木の本数が 30～40 本となるよう設定した。プロットの設置にあたっては、次年度以降も調査ができるよう木杭等を周囲に埋設した。

② プロット調査

① により設定したプロット内の植栽木について、樹高、地際直径、植栽木の形状、植栽木の状態等を調査した。

③ 調査地概況把握

調査地及び調査地内のプロットの位置や大きさを示す図面を作成し、地形、標高、土壌、気象条件、斜面方位等を記録すると共に、1 調査地の各プロットに植栽後の林況写真を撮影した。

④ 初期値の推定計測

植栽時の樹高の初期値を推定するため、「伸長箇所（木質化が見られず、柔らかい青い若芽)」を計測し、樹高から引いた値を樹高の初期値として記録した。

（4）平成 27 年度から平成 29 年度植栽地における追跡調査及び下刈の実証調査

① 追跡調査

平成 27 年度から平成 29 年度までの調査事業で実施した 19 箇所の植栽地において、以下の追跡調査を実施した。

ⅰ プロット調査

すでに設定されているプロット内の植栽木について、樹高、地際直径、植栽木の形状、植栽木の状態、植栽木の成立本数等を調査し、昨年度事業及び（3）の結果とあわせて整理した。

ⅱ 調査地概況把握

調査地の各プロットにおいて昨年度の撮影を行った場所と同じ場所で林況写真を撮影し、昨年度事業及び（3）の結果とあわせて整理した。

② 下刈り作業及びコスト分析

19 箇所の植栽地において、下刈り作業を実施した。本年度は、各植栽密度の各プロットにおいて、下刈り（全刈り）にかかった時間を計測し、時間分析により、低密度植栽技術の導入の参考となるよう整理を行った。また、筋刈り・坪刈り等の可能性についても検討を行った。

③ 生育に与える気象等影響調査

①の現地調査の結果、植栽木の生育不良や被害が確認された場合、気象害、病虫害等の視点から、その原因を分析した。

※なお、実証に当たっては、（一社）日本森林技術協会（以降、日林協と称す。）と森林所有者との間で協定の締結を行った。協定では、森林所有者は日林協に対して調査地となる土地の使用を認め、日林協は調査ならびに施業を行うことを記した。その際、日林協は調査終了後の立木の所有権を主張しないこと等を明記した。

（5）低密度植栽施業指針の検討

今年度は、昨年度取りまとめた施業指針（素案）を元に、各項目の見直しならびに、本事業での調査結果等を加え、各項目での事例や課題等を整理した。

（６）地域版低密度植栽施業指針の検討

昨年度までに整理された平成 27 年度植栽地については、本年度事業の調査結果を追加した。さらに、平成 28 年度植栽地においても、平成 27 年度植栽地での取りまとめと同様に、平成 29 年度並びに本年度の成果を踏まえて、地域版低密度植栽施業指針について検討を行い、その結果を整理した。

（７）低密度植栽施業指針の検討及び地域版低密度植栽施業指針の作成

検討委員会での議論をもとに、低密度植栽施業指針の方向性及び地域版低密度植栽施業指針（案）を作成した。

（８）事業報告書の作成・提出

上記（１）～（７）において、検討・調査した内容を事業報告書として取りまとめ、提出した。

1－4.　調査実施箇所の変更について

本年度、調査実施に当たり、平成 28 年度植栽地「岐阜県高山市（ヒノキ区）」おいて、下刈りの実施前に、シカ食害による甚大な被害の発生が確認された。被害の発生報告を受け、下刈り実施業者に被害状況の把握調査を依頼した。被害状況の調査結果については、下記表 1-1 及び写真 1-1、1-2 のとおりである。なお、隣接するカラマツ植栽地においては、被害は軽微であった。

被害状況について、第１回検討委員会で報告したところ、調査プロット内の植栽木の８割～９割において健全な成長が見込めない状態であることから、継続して調査対象とすることは困難であると判断されたため、以降、本調査地は調査対象外とした。

【「岐阜県高山市（ヒノキ区）」プロット内の被害調査結果】

被害状況について、プロット内の全ての植栽木の健全度の把握調査を行った。健全度の基準は以下の①～④である。

① 被害のない健全な植栽木
② 被害は少なく、現状では成長が見込めるもの
③ 被害が多く、健全な成長が見込めないもの
④ 食害又は不活着等により枯死したも

上記の評価に基づき植栽木の被害状況割合を表 1-1 に整理した。

表 1-1　プロット内植栽木の被害状況の割合（5 月 25 日調査時点）

密度調査区	プロット No.	①	②	③	④
1,100 本/ha	No.1	0.0	2.8	13.9	83.3
	No.2	0.0	10.5	39.5	50.0
1,600 本/ha	No.3	0.0	5.6	33.3	61.1
	No.4	0.0	13.9	27.8	58.3
2,500 本/ha	No.5	0.0	16.2	32.4	51.4
	No.6	0.0	2.7	18.9	78.4

※下刈り実施業者による調査結果　　単位：%

写真 1-1　5 月 25 日調査時点

写真 1-2　8 月 8 日調査時点

1－5.　調査実施箇所一覧

本年度調査実施箇所を図 1-3 及び表 1-2 に示す。

「1－4.調査実施箇所の変更」に伴い、岐阜県高山市ヒノキ植栽地を除く 19 箇所で調査を実施した。

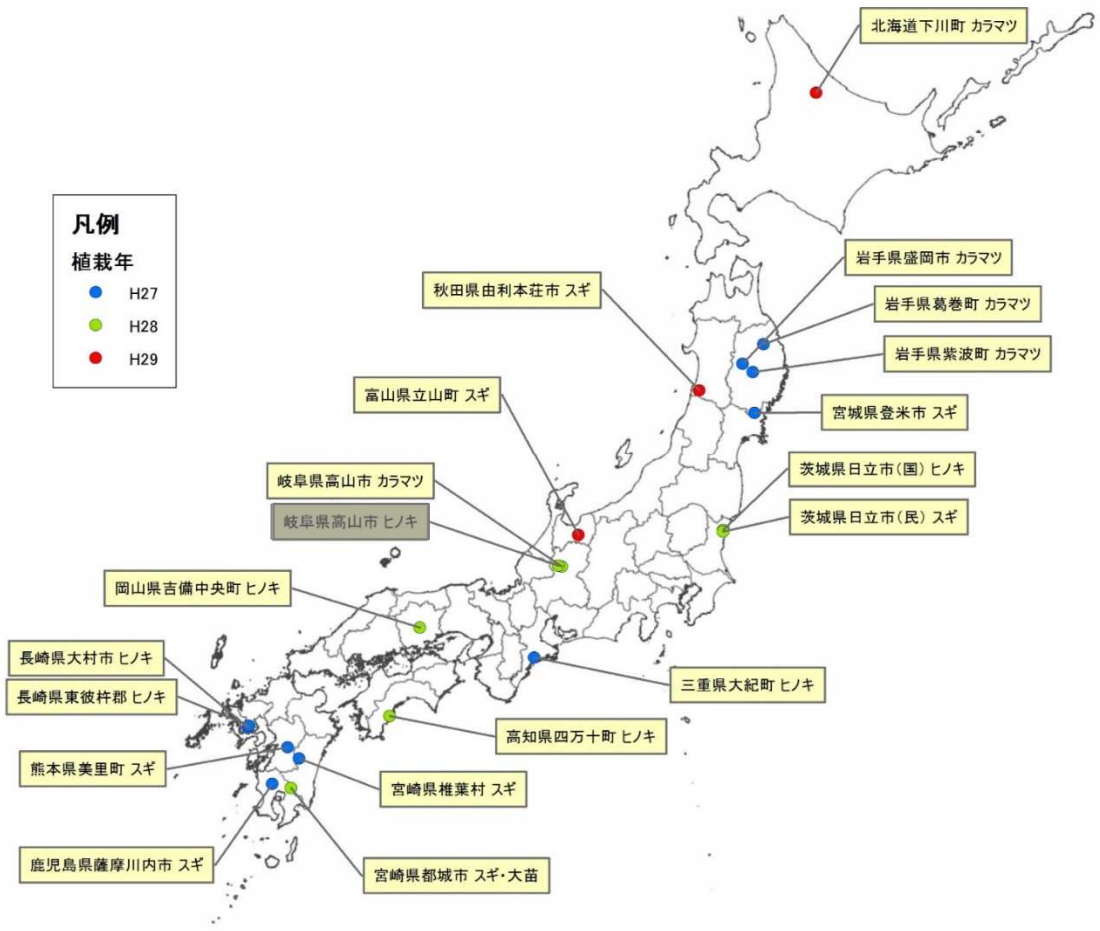


図 1-3　調査実施箇所位置図

表 1-2　調査実施箇所一覧

No	地域	場所	植栽年月	苗種	植栽密度(本/ha)	プロット数	夏季調査	秋冬調査
1	東北地方（太平洋側）	岩手県紫波町	H27.12	カラマツ	1,600、2,500	6	7月	10月
2		岩手県盛岡市	H27.12	カラマツ	1,100、1,600、2,500	6	7月	10月
3		岩手県葛巻町	H27.11	カラマツ	1,600、2,500	6	7月	10月
4		宮城県登米市	H27.12	スギ	1,100、1,600、2,500	6	7月	10月
5	近畿地方	三重県大紀町	H28.2	ヒノキ	1,600、2,500	5	7月	11月
6	九州地方	長崎県大村市	H28.1	ヒノキ	1,600、2,500	5	6月	12月
7		長崎県東彼杵町	H28.1	ヒノキ	1,100、1,600、2,500	6	6月	12月
8		熊本県美里町	H28.2	スギ	1,700、2,500	6	6月	11月
9		宮崎県椎葉村	H28.2	スギ	1,100、1,600、2,500	6	6月	12月
10		鹿児島県薩摩川内市	H27.12	スギ	1,600、2,500	6	6月	11月
11	関東地方	茨城県日立市（国有林）	H28.11	ヒノキ	1,100、1,600、2,500	8	7月	12月
12		茨城県日立市（民有林）	H28.10	スギ	1,100、1,600、2,500	6	7月	12月
13	中部地方	岐阜県高山市	H28.10	カラマツ	1,100、1,600、2,500	6	8月	11月
—		岐阜県高山市	H28.10	ヒノキ	1,100、1,600、2,500		—	—
14	中国・四国地方	岡山県吉備中央町	H28.12	ヒノキ	1,100、1,600、2,500	6	8月	10月
15		高知県四万十町	H29.2	ヒノキ	1,100、1,600、2,500	6	7月	10月
16	九州地方	宮崎県都城市	H29.1	スギ（大苗）	1,100、1,600、2,500	6	6月	11月
			H29.1	スギ（普通苗）	2,500	2	6月	11月
17	北海道地方	北海道下川町	H29.11	カラマツ	1,100、1,600、2,500	6	7月	10月
18	東北地方	秋田県由利本荘市	H29.11	スギ	1,100、1,600、2,500	6	7月	10月
19	北陸地方	富山県立山市	H29.12	スギ	1,100、1,600、2,500	6	6月	11月

2.　検討委員会の設置・運営

2－1.　検討委員会の設置

本事業の実施において、「低密度植栽施業指針検討委員会」を設置した。

検討委員会は、森林施業・造林、森林経営及び水土保全等に関する学識経験者５名の構成とした。検討委員は表 2-1 のとおりである。

表 2-1　検討委員会の構成（五十音順・敬称略）

検討委員	所　属
今冨　裕樹	東京農業大学 地球環境科学部 森林総合科学科 教授
駒木　貴彰	森林研究・整備機構 森林総合研究所 東北支所 森林資源管理研究グループ　研究専門員
澁谷　正人	北海道大学 大学院 農学研究院 准教授
寺岡　行雄	鹿児島大学 農学部 生物環境学科 教授
橋本　良二	放送大学 岩手学習センター 所長、岩手大学名誉教授

2－2.　検討委員会の運営

検討委員会は、７月、１２月、２月の計３回開催した。

検討委員会の実施日及び主な検討内容、開催時の状況については表 2-2 及び写真 2-1 のとおりである。

表 2-2　検討委員会の実施日及び主な検討内容

検討委員会実施日	主な検討内容
第 1 回検討委員会 （平成 30 年 7 月 31 日）	・昨年度の成果について ・本年度の調査方針、方法について ・実証植栽地の状況について（現在の状況速報）
第 2 回検討委員会 （平成 30 年 12 月 5 日）	・本年度の実施事項の確認 ・実証植栽地での現地調査結果（11 月時点） ・低密度植栽施業指針について
第 3 回検討委員会 （平成 31 年 2 月 13 日）	・実証植栽地での現地調査結果 ・低密度植栽施業指針について ・次年度調査について

第１回検討委員会

第２回検討委員会

第３回検討委員会

写真 2-1　開催時の状況

2－3.　議事概要

2－3－1.　第１回検討委員会

【議事：（1）昨年度の成果について】

・樹種間や地域間で比較するのは、あまり意味が無い。同一地域で植栽密度の違いで分析すべきである。一番重要な樹高成長が変らなければ、密度によっては変らないという結論にしてもいいと思う。

・植栽密度によって何が生じて、プラスに働く部分とマイナスに働く部分があるかを整理できれば、この事業としてはいいと思う。

・分析について、可能な部分と不可能な部分があると思うので仕分けして、可能な部分は植栽密度の違いによってどういうことが生じているのか分析し、不可能な部分はしょうがないと思う。

・植栽密度が低いものは、下刈りが掛増しになる可能性も考えられるが、主伐までの育林工程で考えるとプラスの効果は非常に考えられる。この事業ではそこは出てこない部分であるが、プラスの効果が想定できれば、基本的には低密度植栽を普及していくのは当然考えられる。プラス、マイナスはしっかり明らかにしていかないと、現場への普及はおぼつかないと思われる。

・雑草木の種類によって、低密度にしても問題ない・手間がかかるから難しい等の区別が出来た資料が出来れば、地域にとって一つの判断基準になると思うので分析して欲しい。事業内で下刈りをして３年しか経っていない。植栽密度と下刈りの頻度をどう変えたらいいかというのは、まだ難しいかも知れないので、雑草木との関係が見えてくればよいと考える。

・北海道のデータで、競争相手はササだが、地拵えの仕方によって下刈り回数を減らすことが可能なケースがある。植えた年と、大抵はその次の年はほとんど下刈りが不要なケースがある。特にササ地帯だと、機械地拵えという条件や平地ということも少し考慮して、地拵えプラス植栽方法という部分も気にして記述入れたほうがよい。

【議事（2）本年度の調査方針、方法について】

・下刈りの時間分析を密度別にやるということは非常にいいと思う。植栽間隔が３ｍと広がるので、雑草木が繁茂しているところほど見つけづらく、誤伐が発生すると思う。また、探すという時間が作業に影響すると思うので、重点的に見ていただければと思う。

・地拵えのやり方によって植栽の状況が変わってくると思う。植栽密度というよりは、その場所の地位、あるいは地拵えのやり方、人力あるいは機械か、ほとんど手を入れていないのかがその後の植生にかなり影響してくるのを、自身の調査の中で実感している。そこを見て欲しい。

・下刈り時間分析について、植生と実際に下刈りをどういう時間配分でやったのかを押さえ

ておくことは大切である。

・下刈り時間の分析について、小さい GPS をヘルメットに付けると、区画の中を歩いているのが分かる。精度は求めなくても、大体、枠に入っているはず。GPS を使えば、どういう歩き方をしたかもある程度出せる気がする。また、地形によっても歩み方も違うかもしれない。また、きちんと測位が出来ていれば、任意のところで区画を取ることが出来るかもしれない。もちろん、固定区は必要であるが。

・まとめ方については、昨年度作成した低コスト造林のまとめが分かりやすかった。イメージはそのようなものでいいと考える。

・5 年の事業で、植栽と下刈りのデータが出てきているが、それ以上のところは実はデータが出てこない。現場では、低密度だと林間閉鎖が遅れて下刈りが長くかかる、枝が落ちない、材質が悪くなると気にする人がいる。その部分を、出し方は難しいが文献調査の結果を載せていくという方向性で考えるのか。あまり触れないようにするのか。林野庁と検討し、方針を今年度のうちに決めておいたほうがいいと思う。

・いろいろな試験地の結果や文献調査でとにかく共通して出てくることだったら取り込んでもいいと思う。それ以上のところは、あまり無理して取り込む必要は無いと思う。

・この事業の特長は、5 年間でこれだけ細かく調査していることだと思う。成果を広く事例集的な形で示せばいい。あくまでこの業務では導入であり、その後について既存文献があるので、資料集ということで載せておけばいいので、ここで 10 年後、何十年後にこうなるというところまで書く必要はないと思う。過去の文献を検索してそれを載せても、今回の事業とくっつけて議論するのはあまり意味がないと思う。また、効率が上がる事例があれば、その工夫を細かく書いていくことでいいのではないか。

・低コスト造林や育林の話とは違い、事業の成果・パンフレットを見せるのは、植栽をするか悩んでいる所有者だと思う。植えないよりはこれくらいのコストで済むということを示せばいいと思う。

・この後の議論について、ノイズが多い。苗木の値段が違うとか、苗木が減っていないとかその辺をどう統一し、補正していくのかということが必要だと思う。半分の本数でよければ当然、苗木代、人工、労働力も少なくなるので、そこをちゃんと示していければいいと思う。

・背中を押してあげるようなものが出来ればいいと思う。

・低密度植栽の意味は、合板や集成材のラミナという使い方で、昔ながらの 3,000 本で柱や板を取る林業ではないという前提でよいか。

⇒・報告書前文に、今は B 材利用が中心だとか、並材だからこういったことを考える段階に来ているという文章がある。その方針でいいと宣言していると思っているので、今更持ち出すことではない。優良材狙いであれば、既存の林業で少し技術的に変えればいいという話である。

・全て低密度で植えなさいという話ではない。低密度で植えてなるべく手を掛けないで

やるという方向でいいと思う。１～２年目でやった文献調査をうまくまとめて、資料として付け、見たい人はそこを利用してくださいという程度でいいのではないか。

・従来の柱をとるような林業を期待しているのであれば、従来どおり 3,000 本 4,000 本植えたらいいというのが答えだと思う。100%再造林にしなければいけないかというとちょっと疑問だが、植えないよりは植えるということの技術的な根拠を提示することが大事である。

【議事：（３）実証植栽地の状況について】

➢ **北海道下川町試験地について**

・下川町での枯死について、気象害・動物害・病害でもないと思う。植え方が悪いか苗木が悪いかだろうが、高校生が植えても大丈夫、プロが植えたのは悪いということは無いだろう。また、時期についても、カラマツで冬の間の寒害や乾燥害は聞いたことがない。苗木について、購入先は今回の山出しが初めてだったかと思う。苗木や栽培技術に問題があったという気がする。

・現状では 2,000 本から 800 本ぐらいあり、2,000 本から 1,000 本ちょっと、それとも 800 本とグレードがついているので、試験地として維持されてもいいと思う。まっとうに成長しているものよりは遅いかも知れないが、回復してくるだろう。補植は特に必要ない。

・長野でも同様の現象がよくある。渋谷委員の言うとおり、苗木の問題があると感じている。特にコンテナ苗を作り始めたばかりだと、徒長苗が多かったり、特にカラマツの場合は翌年伸びるはずの冬芽がきちんと作られてないものもある。植えるときにはいい苗を選ぶということも大事かと思う。また、うまくいかなかった事例、気をつけなくては行けないことが見えてくる事例なので、報告書に載せることも必要なのではないかと思う。

・自身の調査地でも、低密度で植えたところで、生存率が６～７割ぐらいしかないところがあった。全て成林すればいいが、何が起こるかわからない。低密度植栽のそういったリスクについても今後整理して欲しい。そういったことも考慮した将来の姿を想像する。

・下川はこのまま進めていくという意見かと思う。

➢ **岐阜県高山市（ヒノキ）試験地について**

・高山については、獣害は森林保険の補償外である。ここを補植するとなると、事業の中から新たにお金をつけてやることになり、そういった意味でも難しいのが現状である。放っておくこともできないので、土地所有者にお返しして、そちらの希望で再植栽していただくしかない。

⇒承知した。

【その他】

・間伐、伐採、生産は低コストの技術研修を多々やっているが、植え付け・下刈りについて

は、技術的な部分は現地の人任せであって、それが向上していく、良くなっていくという目処もあまり無いように思う。技術向上のためのメニューのようなものが今後あってもいいのではないか。

・本事業が来年度までとなっているが、その後も断続的で良いので、フォローアップ事業を考えていただけないか。履歴を記録したところが全国に十数カ所あり、10 年後下刈りが上がった後、除伐が終わった後、あるいは間伐に入るときにどのような山になっているかを追跡しなければ、低密度で植栽したことの意義が不明なままで終わってしまう可能性がある。

【閉会】

2－3－2.　第２回検討委員会

【議事：（１）本年度実施事項の確認】

・想定利用者について、都道府県職員と森林組合職員が想定しているが、林業事業体いわゆる素材生産業者や造林業者も対象となるので、追加をして欲しい。

【議事：（２）実証植栽地での現地調査結果（11 月時点）】

＜全体に対してのご意見＞

・植栽密度の違いで起きてくる現象と、そうではない現象を分けて考える必要がある。例えば、枯死率については、密度での違いを現時点で判断できない。
・活着について、成長状況や地際直径と樹高で回帰線が引けるようなので直線回帰で比較すると分かりやすい。統計的な話になるが、比較することにより、植栽密度によって違うのかどうかを示していただければ非常にわかりやすい。散布図のみでは分かりづらい。また、地際直径の平均値と樹高の平均値を出すこと。
・密度以外の要因でいろいろなことが起きていそうなので、取りまとめが難しくなる可能性がある。
・枯死率の差があるかどうかは統計の検定できるが、重要なのはその差が何で生じているのかである。被圧に負けている等の理由が説明できればいいが、理解できないことは説明できない。技術的な示唆をこめることが出来ないことになってしまうと難しい。

＜北海道下川町のカラマツ植栽地について＞

・写真を見ても、何が原因で枯れたかは判断できない。健全木も形が悪いので、そういった部分が効いているあるいは植え方に問題があったのかも知れない。
・今回 1,100 本が枯れ 600 本程度の密度となっているが、この程度の密度で成林可という経験があれば聞かせていただきたい。
　→600 本がこのまままきちんと残るのなら、基本的には大きい問題にはならないだろう。全て育つ状況であれば、大きい問題ではない。ただ、木材としての形質等は通常ではない問題が出てくるかもしれない。
・枯死率は 2,500 本/ha に比べて 1,600 本/ha と 1,100 本/ha で高い。トータルでも枯死率が７月から８月で高くなっている。苗木について、植栽時の地際直径を見てみると、2,500 本のほうが太めと思う。そのような傾向があるのではないか。また、苗は少し途長しているような気もする。不確かなところも多いので、植栽時の形状比のようなところも、他の植栽地とも比較をしながら、考察を進めて欲しい。
・枯れが部分的であれば、生き残っている部分にプロットを動かしたらばいいのではないか。
・獣害の可能性はないのか。
　→食害等による折れは見られず、主軸も残ったまま枯れている。

＜岩手県盛岡市・紫波町・葛巻市のカラマツ植栽地について＞

・植栽密度と雑草木との競合関係が何か関係するようにはあまり見えない。

・密度効果は林冠閉鎖しないと効果が出てこないため、評価が出来ない。そういった状況のため、ちょっとした立地の違いでも影響が出てきて評価が分からなくなる。来年までの中で、密度に対する評価は、林冠閉鎖前までの状況であり、密度による競合植生あるいは地域による植栽タイプ違いによる競争関係である。それに対して、コスト関係で評価できるのかといこと。

・10 年、12 年と除伐の段階になると、密度の効果が現れ、形質や直径の頻度分布に現れてくるのではないかと思う。

→前回委員会でもフォローアップの話が出てきているので。コメントを入れておいて欲しい。

・下刈りをいつ抜けるかという判断基準は示さなければならないのか。

→非常に厳しい。もう少し地点数を取らないとなんともいえない。事例としてあげる程度である。

→論文検索をしたところ、下刈りを抜ける判断基準について、やはり地域や樹種によって違った。決定的な目安が出てこない。地域別の方針まで出すのは難しいので、判断基準にしかならない。ただ、文献を集めるのは良いと思う。

・雑草木の調査について、C 区分調査は 1 本づつ実施しており、雑草木の優占種を調べそれぞれの高さを示したということか。

→はい。競争木の高さは全てを計ることが難しいので 5 本づつ程度調べたものである。

→下刈り完了基準とあるが、絶対的に何メートルだったらば終わりというものではなく、ライバルのタイプとの相対的なものとなると思う。

・現状でカラマツのほうが高くなっていれば、下刈り完了でもいと思う。地域や競合樹種で決まってくるので、そういった触れ方をして欲しい。

➢ 「実証植栽地での現地調査結果（下刈り作業のコスト分析について）」説明

・平均時間の単位は、「秒」ではなく「分」であると思う。また、コスト分析とあるが、これは「時間分析」である。今後コストに直すのか。タイトルを変えないと誤解を招く。

→標準単価を掛けて、ブラックボックスにするよりは、係った時間を見せるほうが良いと思う。

・全刈り以外にも、坪刈りや筋刈り、高刈りの試験の事例もあり、全刈りよりもコストが下がるという事例もある。そのような事例を示せるといいと思う。

→全刈りであれば、おそらく密度で差が出ないと思う。来年実施したらば面白いのは、坪刈りであり、本数が減ることと苗木を探すことによる時間の増減で、どれくらいコストが下がるかということを見ると、低密度植栽の意味があると思う。既に、熊本南部署で

本年度実施しており、探す手間がかかるが刈る量が減るので低コストであったという成果がある。

→坪刈りを実施するには、雑草木を分けて歩かなければならない。

→棘のようなものや潅木が多いところでは、坪刈りすると刈っていないところが成長して出入りが難しくなるという研究事例がある。どのような条件のとことでやれば、全刈りよりも圧倒的にコストが少なくなるというような情報を入れられると思う。調査してみる価値はあると思う。

・箇所数を増やして、個人差や地形の影響のほうが大きいという部分に気をつけて最後のまとめを出して欲しい。

・低木がきついところでは、坪刈りというのは適応できる段階と出来ない段階があるかと思う。試しにどこかで実施するのは良いかと思う。加えて、下刈りに使えるような機械の開発も進んでおり、将来的に大きく変わるのではないかと思う。

・全刈りするという前提を考えたときに、刈り払い機のふり幅というもの重要となり、それにあわせた植栽本数というものを考えたほうがいいと思う。

→現場の情報として、2.5m の間隔の 1,600 本/ha がやりやすかったということがある。

→全刈りを勧めないが、視点の一つとしてあるかと思う。

・作業員の経年年数に配慮はしたかと思うが、岩手では経験年数に応じて時間がかかっている。そのような差もあるのではないか。

・今回、全刈りのデータが取れたので、次年度に坪刈りを比較するのはありかと思う。同じ地形で同じ作業員についていただければ比較が出るかと思う。

・下刈りは、あまり違わないということであれば、それは全然かまわない。

➢ 資料 4「低密度植栽施業指針（案）について」説明

・事業期間での成果としては、その後の保育については一般論しか書けない。都道府県の職員や事業者の参考にしたいのは、コスト削減の部分ではないかと思う。ここを、もう少し植栽本数が少なくなることで効果が出るのかを示すのが確実かと思う。

・並材・一般材が目標であることはその通りであり、重要と思う。

・目次のツル切り以降についてはいらないと思う。

・指針とパンフレットはワンセットかと思う。指針は背中を押してあげるための動機付け。詳細はパンフレットへというほうが良いと思う。

・コスト削減効果について、具体的な数字を入れ込んで書き込んだほうがいい。（駒木委員）

・技術指針の順番は、スギ・ヒノキ・カラマツのほうがいいと思う。また、カラマツの指針が欲しい、過去の事例を参考にすれば数字が出るかと思う。獣害対策については、対策とそのコストを入れたほうが参考になるだろう。

→獣害対策は、低密度だからしなければいけないというものではない。造林コストが下がった分、きちんと実施してくださいという話かも知れない。

・この事業で取り扱っているのは、スギ・ヒノキ・カラマツの３種のみであり、タイトルにこれを入れたほうがいいのではないか。
・カラマツについては、北海道林業試験場で 500～30,000 本までの試験を行っており、材質まで成績が出ている。カラマツとグイマツはそこまで変わらない。カラマツのデータにうまいものが無ければ、グイマツを説明に使うのもいい。
・植栽とその後の活着・成長・下刈りまでがデータとして出てくる。しっかりと分析して、プラスの面マイナスの面、わからない面というのを整理して欲しい。下刈り以降の項目については、参考資料という扱いでよいと思う。
・システム収穫ソフトがある。場合によっては参考資料としてもよいだろう。
・1,000 本で植えた場合、密度管理図ベースの管理体系は使えるのか。
→従来の安藤式密度管理図は集団として育てていくということで等樹高線から間伐計画を持ってきている。早いうちから低密度でやっているため、従来の密度管理図は使えない。あるところで林分材積が増えるところが出てくるのではなか。
・これまでの密植・多間伐は集団的な林業を目指したもの。低密度は個を育てるということ。本来は丁寧な下刈りで大事に育てるが、低コスト再造林を進めなければいけないので効率よく下刈りを実施することが大切。丁寧な下刈りのため、マーカーをつける、坪刈りをする等の工夫をしながらコストを下げていくということ。また、１個体１個体をスペースを与えて大きく育てていくということが一番の利点。
・施業を進めていく上では、植栽密度と間伐と伐期ははっきりしないと、施業指針とうたう中では何を言いたいのかという意味では戸惑うだろう。
→本当は生産目標があって伐期まで決めなければいけないが、決定的なことを言える方はいないと思う。
・カラマツであれば、1,000 本程度で成林している例もある。ただ、１個体１個体の形質や形は、密度なりの影響を受ける。最終的にどういう材を生産したいのかということに依存して、枝打ちが必要なケース等は出てくると思う。
・低密度植栽に向いているものは、潜在的に成長が早い樹種、遅いものは少し手間がかかる樹種という位置づけ。
→スギの場合は品種も絡んでくると思う。地域にあったなるべく成長が早いものを選ぶべきだということを書くしかないと思う。
→品種に加えて、地位も高いほうがなるべく向いている。
→基本であり、適地適木のところで書くべき。
・低密度植栽は、何百年も歴史があるもの。飫肥などは 800 本でやっている。また、電柱材が欲しいときには、全国での低密度での事例がある。過去にも事例があったことを意識しておくこと。
・材質についても研究されており、カラマツは、年輪幅は関係ない、スギは年輪幅が広いと同じ品種の場合は強度が下がるけれども、それよりは品種間の差のほうが大きいという

事例がある。パンフレットに書いても良いと思う。

・低密度で下刈りをうまくやればこんなに幹も太く、枝もしっかり張って健全な立派なカラマツが出来るというデータが出るといいと思う。

・「施業指針」というのはどうなのかとのご意見があったが、「導入指針」に変えればいいのではないか。今後、こういった成果が書く都道府県の要件を変更するための根拠になっていくのではないかと期待するとともに、影響も大きいと思うので、すり合わせを願いたい。

・既に東北では、スギの補助基準は岩手・青森・秋田で 1,000 本、山形で 2,000 本になっている。

→技術的なところが無いので、こういったところでしっかり出来ればいいと思う。

・保安林の指定施業要件をどうするかというのは、来年の課題。理屈上は、林冠が鬱閉するという理屈かと思うが、そこはしっかりと得られたデータを転用したい。

2－3－1.　第３回検討委員会

【議事：（１）実証植栽地での現地調査結果】

＜分析結果について＞

・資料２－２、５ページの分析結果について、「推定値」の意味はなにか。

⇒推定値がプラスだと樹高の成長を促進する効果、マイナスだと樹高の成長にマイナスの効果という意味である。数値が大きくなればなるほど影響力が強くなる。

⇒ヒノキの植栽密度について、両方ともマイナスとなっているのはどう解釈すればよいのか。

⇒統計上、切片というものがあり、この場合は 1,100 本に対して、1,600 本・2,500 本がどうであるかという解釈である。

・分析について、切片無しモデルにすれば項目は全部入ってくるのではないか。

・GLMMs を使うことは考えていなかったが、全体的な傾向は確かにこれだと思う。しかし、調査地間の差が甚だしいため、１つの樹種でまとめてしまうことは乱暴だと思う。１つの調査地で年次ごとに比較したほうが分かりやすいと考える。

・この事業は、低密度植栽も今後の造林、特に再造林していくときの一つの候補になり得るため、低密度植栽したときにどういう現象が起こるのか分かりやすく示すのが大きな目的である。

・ヒノキの樹高成長に植栽密度が効いているとあったが、通常これは関係ないと思うので、違う要因と考える。

・今回は、植栽密度の効果を見たかったため、まとめて考慮して分析した。地域ごとの成長の違いを見たいのであれば、分けて分析すべきと考える。次年度は、個別に実施するとよいと考える。

⇒個別に分析して、指針に引っ張れるものがあれば検討することになるかと思う。

・方位等の密度以外の知見が得られているような気がして面白い。

⇒九州では、同じ年に植えても南斜面に植えると北斜面の樹高に対して７～８割しか成長しない。東北は南斜面がいいが、九州の場合には北斜面のほうがいいという事例がある。

・この結果をこのまま示しても、理解できる一般人はいない。これにプラスして個別の解析を分かりやすくまとめれば、両方有効に生きてくると思う。また、個別の調査地をうまく示し、密度の違いによる初期の苗木の成長、活着に関しては分かりやすいまとめができることを期待したい。

⇒文章で統計解析によると一般的にはこういう傾向があるというぐらいにしておいたほうがいいと思う。また、気象条件等も考慮されていない。地域差があるので、地域差を考える必要があるくらいにしておいがほうがよい。

・ヒノキにおいては、成長を抑えて、枝を伸ばし、耐陰性を発揮して、基本は太くするという対応をする。カラマツ、スギで樹高成長を説明変数で使うが、ヒノキでは直径を使ってみ

る視点も入れて欲しい。むしろ伸びないのが良いという面もある。

⇒基本は下刈りをしない発想であれば、ヒノキもそれなりに評価できるが、下刈りを早く終わらせる、コストを削減するという場合にはヒノキは低コストにならないと思う。

⇒明るい状態に置かれたときに早く助長成長にスイッチを転換するようなということで人工林の育成をしているわけである。ヒノキについてはあまり悲観的に見る必要もない側面もある。

・資料 2－2、6 ページで想定できる項目に肥沃度、水分状況、気象条件が挙げられている。地形的なものも効いてくると思う。そのあたりも解析に入れられるといいのではないか。簡易的に土壌水分を計ってみても差の説明がつくかも知れない。

＜枯死率と活着率について＞

・枯死率と活着率について、この二点は同じであるが苗木の評価に関して言うと非常に重要になってくる。樹種別にしておいたほうがいいという気がする。

・枯死原因について、樹木が死んだ理由というのはすごく明らかな場合以外は全部不明であり、基本的には分からない。

＜その他＞

・飫肥スギの密度試験地では、低密度のほうが樹高が伸びるということになっている。なんとなく、樹高にも影響するのというのは正しい知見のような気がする。

⇒我々が常識としてきたことが変ってくる可能性も無きにしも非ず。この状況で植栽密度がこう効いているからこうだという断定的な言い方はやめたほうがいいのかもしれない。

・ヒノキは、挿し木か。あるいは実生か。

⇒九州で使われているコンテナ苗のヒノキは実生である。

＜下刈りの時間分析について＞

・影響がないと言い切ってしまうのは怖い感じがするが、今回のまとめとしては穏当でよいと思う。

・来年も下刈りをするのか。

⇒実施する。

⇒坪刈りや筋刈りは実施するのか。やってしまうとその年 1 回だけのデータなので評価が難しい。次年度も全刈りをして、坪刈りや筋刈りという方法もコスト削減に有効ということは書いておくぐらいにしておき、密度と下刈りに関係しては大きな差はないことが明らかになったという形で書いておくとよいと思う。

・地形要因や岩場やガレ場が大変だと書いてあるが、労働安全にも関係してくると思うので、時間がかかっても確実にやるという労働安全衛生の観点が必要と一言あると良い。

・今回の下刈り作業の分析は、いいまとめだと思う。実際は、微地形のような地形要因や、根株や枝条等の足場の問題が強く影響していることがよく伝わってきた。
・ピンクテープ竹串で目印をつけた等の工夫をしているところについて、目印のあるなしで誤伐率が変ったかどうかというまとめをしていただけると非常によい。
・6.8 分/ha 密度が高いほうが、時間がかかるようである。密度以外にいろいろな要因がここには効いていると思う。来年ももう少しデータを蓄積して、もう一度整理し直して、どうかというところを示していただければいいと思う。

＜下刈りの低コスト化について＞

・低コスト化というとき、植栽後の下刈りを何回やるかというところを考える。いつが下刈りの終了時期かということについて、競争木との競争関係を抜いてしまえばいいのではないかということになる。これを低密度に結びつけて話しをしていっても良いか。違う問題として切り離して低密度を評価したほうがいいか。

⇒文献で調査すると、下刈りも全刈りだけではなく坪刈りや筋刈りを交えてやればコストが下がるという報告もされている。そうではなくて、周りの植生が増えてくるからそれほど下がらないというデータもある。いつ下刈りを抜けるかは、下層植栽の 1.5 倍の高さ等いろいろなものが出ており、なかなか難しい。

⇒下刈りの回数は、私が試験した中では、一貫作業をする中で機械地拵えをする際、バケットで軽く掻き起こし的なやり方で実施すると、１回から２回くらい下刈りは減らせる。初期の競合植生の繁茂を抑制するというやり方もできる。

⇒この調査に関しては、C 区分を実施しており、区分で見て現場で判断してもらえばいい。林床植生の種類まで細かく出しているので、この植生だったら 2 年やって、C 区分ではこれ以上植生競合はないから、下刈りはやめてもいいのではないかという判断ができるかと思う。

⇒基本的に、樹高成長には密度が効かないという結果が出ていて、そうなると、周りの植生の高さを抜けたらば下刈りは終了である。密度を変えても樹高成長が変らないのであれば、変らないという答えとなる。北海道や東北は考えやすく、ササの高さを抜ければいい。地拵えの仕方との組み合わせや、植生と苗木の大きさの組み合わせではいろいろできることがあるが、この試験の中だけで言うとなかなかそういう答えは出てこない。

【議事：（２）低密度植栽施業指針について】

・苗木の初期成長と活着率は出てないので、大きな３番目あたりに適切に入れていただきたい。樹高成長には植栽密度はあまり影響がないことや活着率はおそらく植栽密度に影響されないということは括弧をつけてきちんと設けるか考えていただきたい。
・簡単なもので良いので、３のところに従来の植栽密度と低密度植栽のメリット・デメリッ

トを対比できるような表をつけてもらうと比較がしやすいと考える。
・４の技術指針についても、低密度にすることでより気をつけなければいけない部分に対比表のような形で分かりやすく出すと、より理解しやすい。特に本数が減るリスクをなるべく回避しなくてはいけないと思うので、誤伐や獣害について強調するとよいと思う。
・北海道では、ナラタケ病で枯死するケースがあると聞く。ナラタケ病は固まって枯死するため、認めざるを得ないような被害となることが多いようである。詳細を調べて、注意事項として書く必要があるかも知れない。
・今後の中期的なスパンで物事を考えると、植栽も下刈りも機械化が進むと考える。少なくとも機械の大きさよりも大きい列幅で植えなければいけない。そこで、低密度というような機械の大きさに合わせた仕様も変ってくる可能性もある。指針が一つの資料になってくると思う。

・５ページ（４）に「低密度植栽に際しての留意事項」とあり、ここでは下刈りについて触れているが、「３．低密度植栽と通常植栽の違い」というテーマであり、この表では下刈りについての情報は読めない。留意事項で下刈りの話が出てきており、これだけ見ると低密度にすれば下刈りが増えると判断してしまう。今回データを取っている結果について、４の（４）の下刈り作業のところで通常作業との比較や、こういったところは考えなければいけないというコメントが入ればよく、３の留意事項で下刈りを入れる必要はないという気がする。
・８ページの（４）の下刈り作業で、「低密度植栽では、植え幅が広くなるため、通常より下刈り期間が 1～数年は増す可能性がある」とあるが、なぜこのようなことが言えるのか分からない。９ページで「誤伐が高まる可能性がある」と書いているが、調査の結果誤伐は変らないということ。全体に、調査の結果から言えることと一般論が並列で書いてあり、指針ではない感じとなっている。下刈りが増す可能性も、今回の調査ではそれは言えないと考える。
・低密度での下刈り作業は、雑草木の競合の圧力をすごく強く受けるという印象を持つのではないかと思う。今回の調査の中で C 区分をやっているが、植栽後３・４年たっても雑草木に被圧される C3 区分や C4 区分が多くなっているというデータはないということを確かめておく必要があるのではないか。場合によったらあるかもしれない。チェックすれば、疑問が払拭できるのではないか。

【議事：（３）次年度調査について】
・大苗について、どのようになっているのか。もともとはシカ対策であったか。
　⇒宮崎県都城市での調査で、大苗と通常苗の比較を実施している。シカ害対策と下刈りの省略であり、初年度は下刈りを実施していない。次年度はきちんと整理をしたい。
・低密度だと１本１本が大切であり、誤伐は避けたいところ。誤伐を防ぐアイディア集、心

得のようなものを入れるとよいのではないか。アイディアを募集したり、工夫を聞いてみたりするのもよい。地際でススキの根株がはびこったらば、大きくなる前に取る等。

⇒そのようなものはパンフレットに入れると良い。

3. 低密度植栽技術の実証

3－1. 富山県 立山町

（１）調査概要

昨年度に植栽を実施した富山県立山町スギ植栽地においては、植栽直後の寒波の影響により、例年より早く多量の積雪が見られたことから、初期値の計測ができなかった。

そこで、本年度においては、雪解けを待って、夏季の成長が進む前に、現地にて計測等の調査を実施した。

【調査項目】

・プロットの設定
・樹高、地際直径の計測（計測結果は 4－4－3.（P176）に示す。）
・伸長量の計測※
・植栽木の状態記録
・調査地の概況把握（地形・標高・土壌・気候条件・斜面方位・概況写真の撮影等）

【調査日】

・平成 30 年６月９日実施

※伸長量の計測について

植栽当時の初期値を推定するため、前回休成長期間より新たに成長が見られた「伸長箇所（木質化が見られず、柔らかい青い若芽）」の長さを計測し、伸長量とした。（写真 3-1）

初期値＝（６月の苗高）－（伸長量）

写真 3-1 スギの若芽

① 位置図

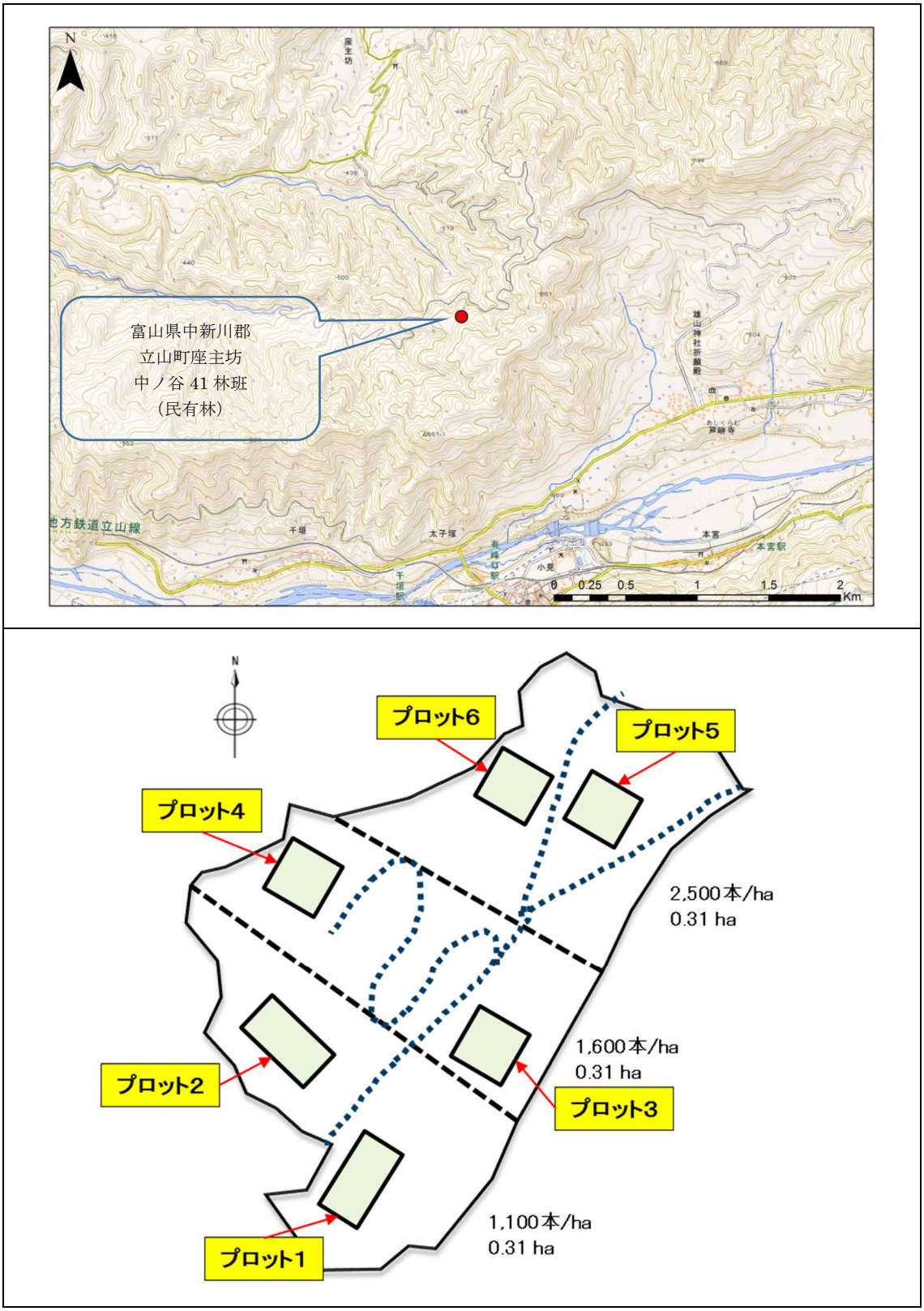

N
富山県中新川郡
立山町座主坊
中ノ谷 41 林班
（民有林）
地方鉄道立山線
千垣
太子塚
本宮
本宮駅
0 0.25 0.5 1 1.5 2 Km
N
プロット6
プロット5
プロット4
2,500本/ha
0.31 ha
1,600本/ha
0.31 ha
プロット2
プロット3
1,100本/ha
0.31 ha
プロット1

図 3-1 調査地

② 植栽地の概要

【前生林分】スギ
【前生林分の林齢】97 年生
【伐採】平成 28 年４～６月
【地拵】刈払機・ﾁｪｰﾝｿｰ・大鎌

写真 3-2　植栽後の様子

表 3-1　調査地の情報

実証試験地	富山県立山町（民有林）			
苗木種	無花粉スギ　M スターコンテナ苗（300～400cc）			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.31ha	0.31ha	0.31ha	0.93ha
植栽本数	341 本	496 本	775 本	1,612 本
気温/ 降水量	14.1℃（年平均気温）/2300.0mm（年降水量）/383cm（年降雪量）（平年値、富山市）			
標高/ 傾斜/ 方位	500～550m　/　15～25°　/　NW			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	富山県			
植栽実施者	立山山麓森林組合			
植栽日	平成 29 年 12 月 5 日～8 日			
植栽手法	通常植栽・ディプル・唐グワ			

③ 調査プロット概要

表 3-2　プロット概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	18×18m	38 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	35 本	斜面上部に設置
	No.4	15×15m	35 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	39 本	斜面上部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			219 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　植栽木の計測

・平均で 1.4cm～2.4cm の成長が見られた。一部で、先端折れや枯死が見られたものについては除外した。

・昨年度植栽前の苗木のデータと比較すると、伸長量にややバラツキが見られた。

【伸長量の測定結果】

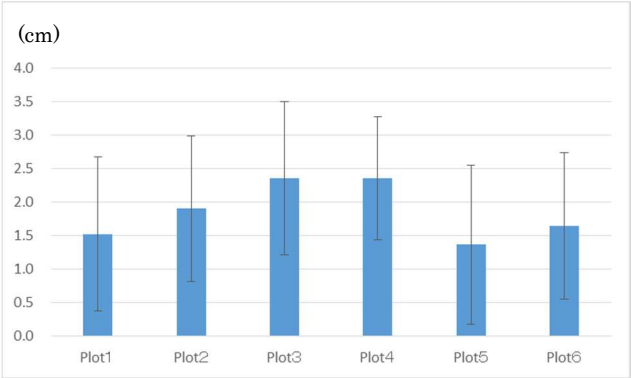


図 3-2　6 月時点でのプロット毎の伸長量の平均

【推定初期値の結果】

表 3-3　植栽前後の計測結果

地区	植栽前		植栽後	
計測日	平成 29 年 12 月 13 日		平成 30 年 6 月 9 日	
項目	根元径（cm）	樹高（cm）	根元径（cm）	樹高（cm）
データ数	12 本		219 本	
平均	0.5	31.0	－	31.0
標準偏差	0.1	3.0	－	3.0
最小値	0.4	26.3	－	26.3
最大値	0.7	38.3	－	38.3
形状比平均	65		－	

（参考：植栽前の状態での計測結果）

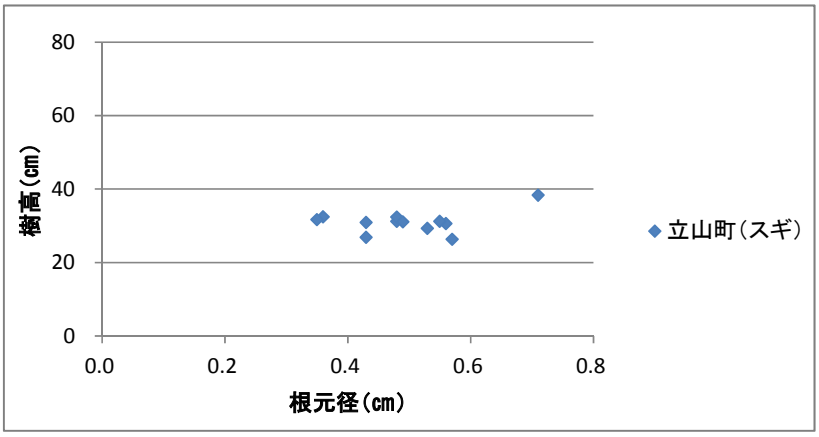


図 3-3　平成 29 年度植栽前データの形状

⑤　現地写真

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>平成 29 年：地拵え前</td><td>平成 29 年：地拵え中</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">平成 29 年：植栽完了</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td colspan="2">平成 30 年 6 月調査時</td></tr>
</table>

写真 3-3　調査地の様子

4. 平成 27 年度から平成 29 年度植栽地における追跡調査及び下刈の実証調査

4－1. 調査概要

平成 27 年度植栽地 10 箇所、平成 28 年度植栽地 6 箇所、平成 29 年度植栽地 3 箇所での追跡調査及び下刈の実証調査を実施した。調査項目と内容については以下のとおりである。

① 追跡調査

【調査項目と内容】

・追跡調査は「夏期」と「秋冬期（成長休止時期)」の 2 回行った。
・夏期調査は、平成 29 年度より、下刈り前の雑草木と植栽木の競争関係等を把握する目的で調査を実施している。
・秋冬期調査は、平成 27 年度より、活着状況・成長量等を把握する目的で調査を実施している。
・成長状況の取りまとめに当たっては、枯死・食害・曲がり・斜立・折れ等の不健全木データは除外した「健全木」のデータを利用した。

表 4-1 調査項目

時期	夏期	秋冬期
項目	・樹高、地際直径の計測 ・植栽木の状態記録 ・C 区分調査※・簡易植生調査 ・調査地の概況把握（概況写真の撮影等） ・下刈り調査	・樹高、地際直径、樹冠幅の計測 ・植栽木の状態記録 ・調査地の概況把握（概況写真の撮影等）
対象	各密度に設定プロット中、 約半分のプロット	全プロット

※C 区分調査について

C 区分とは、植栽木と雑草木の競合関係を把握するため、山川ら（2013）が「低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集：下刈りを省くとスギの成長はどうなる？, P26, 森林総合研究所」で報告した区分である（図 4-1)。各プロットにおいて、C 区分を利用し、C-1～4 の割合を把握した。

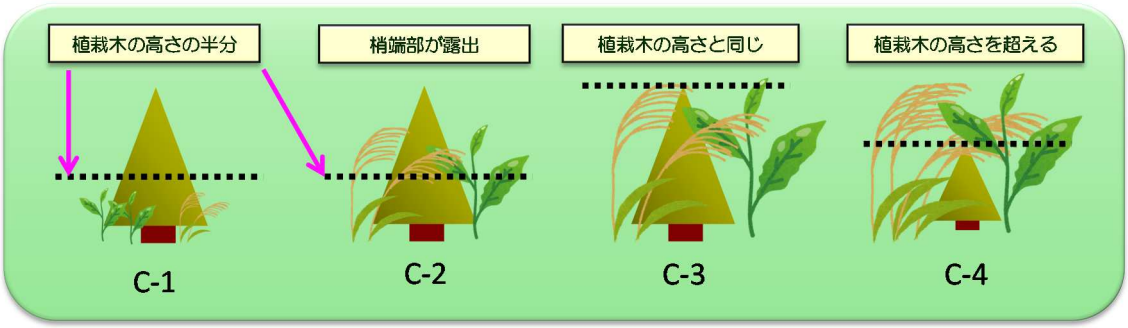


図 4-1　C 区分の段階

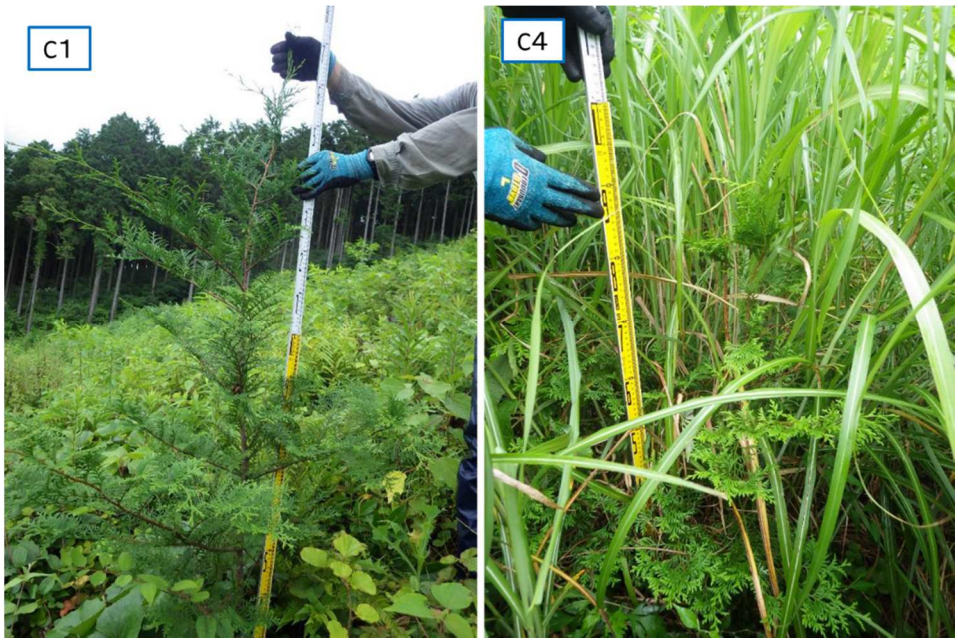


写真 4-1　C 区分のイメージ

②　下刈の実証調査

下刈りは、全調査地において、「全刈り」にて実施した。

これまで、植栽密度により下刈り時間やコストが違うのではないかという指摘があったものの、作業日報上での分析では、詳細な密度別の時間やコスト分析が出来ていなかった。そこで、本年度は、植栽密度別に下刈り時間の計測を行い、詳細な時間分析を行うことで、植栽密度毎に下刈時間の比較を行うこととした。

【調査項目と内容】

・既設プロット内にて下刈りを実施し、下刈り開始時刻～終了時刻を記録した。出来るだけ受託者立会いのもと時間計測を行ったが、一部調査地域では下刈り実施団体のみで計測を行った。

・時間分析を行うにあたり、正確なプロット面積が必要であるため、プロット面積の計測・算出を行った。面積の算出にはヘロン公式（三角形の３辺の長さを元にして、面積を計算する公式）を利用した。

・作業者へのヒアリングを行い、実施状況について意見を取りまとめた。

（参考：ヘロン公式）

三角形の３辺（a・b・c）の長さを元にして、面積を求める。

$$S = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \qquad s = (a+b+c)/2$$

（主なヒアリング内容）

・植栽密度によって下刈り作業の難易はあったか

・植栽密度により下刈り時間に差が生じた場合、その理由はどのようなものか

・植栽密度による誤伐の可能性、誤伐防止のアイディア等

・その他、現場よりの意見

図 4-2　調査地のイメージ

【対象地域】

調査地は、植栽後２年以上が経過した箇所を中心に選定を行った。

調査地	苗種	植栽密度(本/ha)	植栽年月
岩手県　紫波町	カラマツ	1,600、2,500	H27.12
岩手県　盛岡市	カラマツ	1,100、1,600、2,500	H27.12
岩手県　葛巻町	カラマツ	1,600、2,500	H27.11
宮城県　登米市	スギ	1,100、1,600、2,500	H27.12
茨城県　日立市（国有林）	ヒノキ	1,100、1,600、2,500	H28.11
茨城県　日立市（民有林）	スギ	1,100、1,600、2,500	H28.10
三重県　大紀町	ヒノキ	1,600、2,500	H28.2
岡山県　吉備中央町	ヒノキ	1,100、1,600、2,500	H28.12
高知県　四万十町	ヒノキ	1,100、1,600、2,500	H29.2
長崎県　大村市	ヒノキ	1,600、2,500	H28.1
長崎県　東彼杵町	ヒノキ	1,100、1,600、2,500	H28.1
熊本県　美里町	スギ	1,700、2,500	H28.2
宮崎県　椎葉村	スギ	1,100、1,600、2,500	H28.2
宮崎県　都城市	スギ（大苗）	1,100、1,600、2,500	H29.1
	スギ（普通苗）	2,500	H29.1
鹿児島県　薩摩川内市	スギ	1,600、2,500	H27.12

【実施にあたっての留意点】

・基本的には、一般的な技術レベルを持つ１名に１プロットを担当していただくよう依頼をした（人による作業能率の違いを排除するため）。

・やむを得ず複数名で下刈りを実施する際には、技術や経験による偏りが出ないよう同等の技術レベルを持つ担当を揃えるよう要請した。

・作業者に対しては、下刈り時間を競争するものではないことを説明し、状況に応じて中断や休憩を取るなど安全第一での実施を依頼した。

4－2.　平成 27 年度植栽地での実施結果

平成 27 年度植栽地の実施結果を以下に示す。

表 4-2　平成 27 年度植栽地　一覧（全 10 箇所）

No.	場所	苗種	植栽密度（本/ha）	植栽面積（ha）		植栽本数（本）		下刈時期	H30 調査日		備考
									夏期	秋冬期	
1	岩手県紫波郡紫波町赤沢行人平 63-12（125-8 林小班⑤・⑥）	カラマツ 150cc コンテナ苗	1,600	0.50	1.00	800	2,050	8 月	7 月	10 月	
			2,500	0.50		1,250					
2	岩手県盛岡市猪去上猪去 55-1（203 林班-2-2）	カラマツ 150cc コンテナ苗	1,100	0.35	1.00	385	1,695	8 月	7 月	10 月	
			1,600	0.35		560					
			2,500	0.30		750					
3	岩手県葛巻町押田内 267-1 林小班②	カラマツ 150cc コンテナ苗	1,600	0.54	1.07	864	2,189	7 月	7 月	10 月	
			2,500	0.53		1,325					
4	宮城県登米市東和町米川字東綱木 33 林班イ-1・6 小班	スギ 150cc コンテナ苗	1,100	0.38	1.14	418	1,976	8 月	7 月	10 月	
			1,600	0.38		608					
			2,500	0.38		950					
5	三重県大紀町 2064 林班ア-9 小班	ヒノキ 150cc コンテナ苗	1,600	0.50	0.90	800	1,800	7 月	7 月	11 月	シカ柵
			2,500	0.40		1,000					
6	長崎県大村市 14 林班 20-1 小班	ヒノキ 300cc コンテナ苗	1,600	0.36	0.72	576	1,476	9 月	6 月	12 月	
			2,500	0.36		900					
7	長崎県東彼杵郡遠ノ久保 56-3 遠目採穂園	ヒノキ 300cc コンテナ苗	1,100	0.38	1.05	420	1,780	7 月	6 月	12 月	
			1,600	0.35		560					
			2,500	0.32		800					
8	熊本県美里町大露山団地 26 林班 1 小班 3-0 林分	スギ 300cc コンテナ苗	1,700	0.56	1.11	952	2,327	8 月	6 月	11 月	
			2,500	0.55		1,375					
9	宮崎県椎葉村大字大河内 1 林班ア 10 小班	スギ 300cc コンテナ苗	1,100	0.35	1.00	385	1,695	8 月	6 月	12 月	シカ柵
			1,600	0.35		560					
			2,500	0.30		750					
10	鹿児島県薩摩川内市祁答院町大字黒木字片草 2826（50 林班イ 59 小班）	スギ 300cc コンテナ苗	1,600	0.47	0.93	752	1,902	8 月	6 月	11 月	シカ柵
			2,500	0.46		1,150					

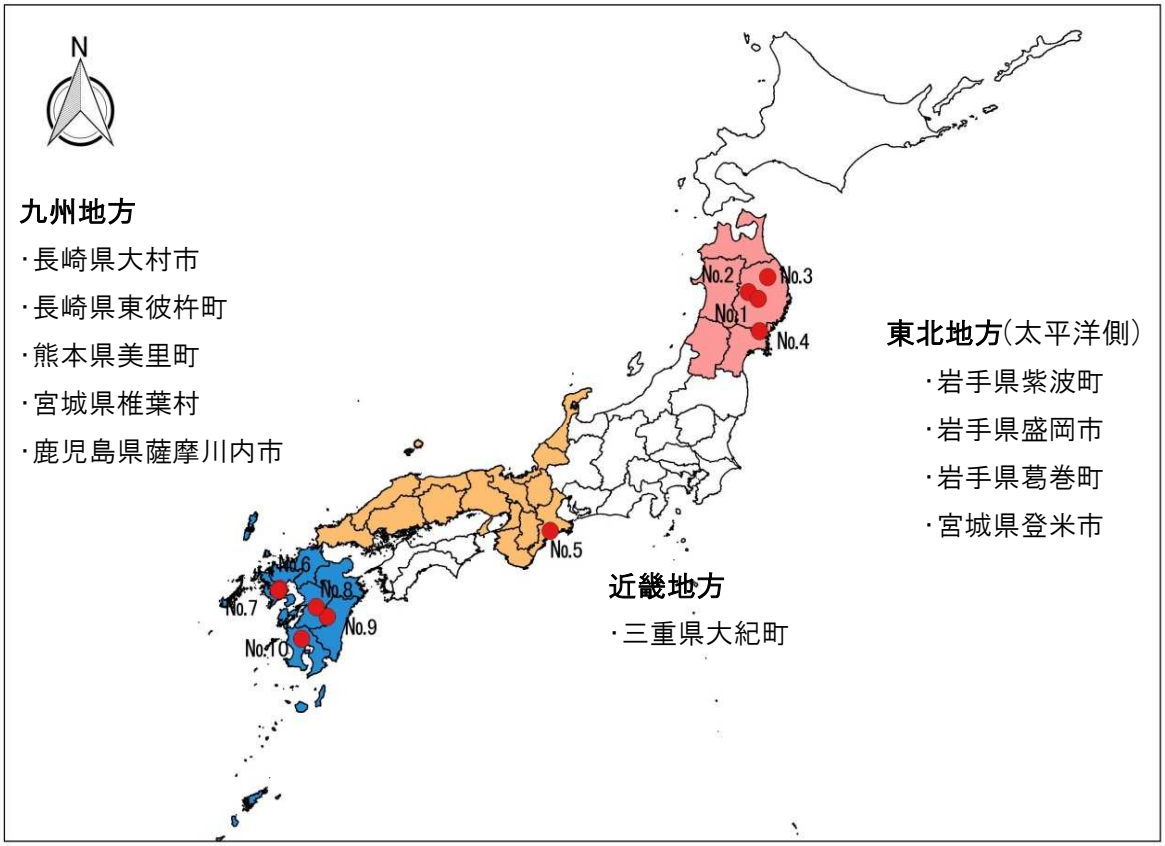


図 4-3　平成 27 年度植栽地　位置図

4－2－1.　東北地方（太平洋側）

(1)　岩手県　紫波町（No.1）

①　位置図

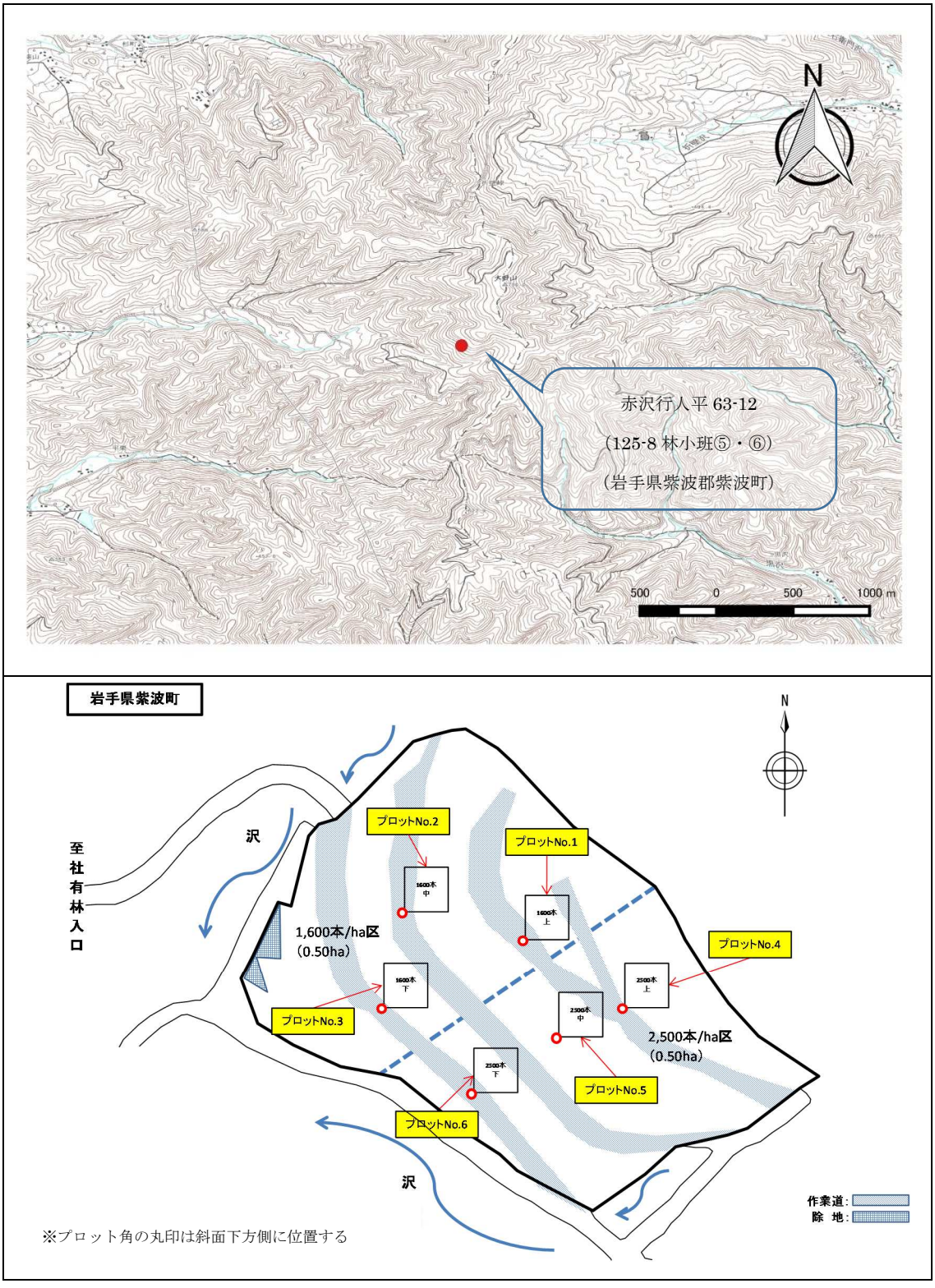


図 4-4　調査地

② 試験地の概要

岩手県紫波町は傾斜が緩く、作業道から近いため、平成 27 年度の植栽時には、前生樹の伐採（植栽 1 か月前）に使用した林業機械（グラップル）により、機械地拵えを行う一貫作業として植栽が実施された。

表 4-3　調査地の情報

実証試験地	岩手県紫波郡紫波町赤沢行人平 125-8 林小班		
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.50ha	0.50ha	1.00ha
植栽本数	800 本	1,250 本	2,050 本
気温/ 降水量	10.0℃（年平均気温）/　1,239.7mm（年降水量）（平年値、紫波）		
標高/ 傾斜/ 方位	550～580m　/　10～25°　/　SW		
土壌	乾性褐色森林土～褐色森林土		
土地所有者	株式会社イワリン		
植栽実施者	岩手県盛岡市菜園 1-3-6　ノースジャパン素材流通協同組合		
植栽日	平成 27 年 12 月 24～26 日（前生林分の伐採は平成 27 年 11 月）		
下刈実施者	岩手県盛岡市菜園 1 丁目 3-6　株式会社イワリン		
下刈年月日	平成 28 年 8 月 19 日 平成 29 年 8 月 4 日～5 日 平成 30 年 8 月 8 日～9 日		

③ 調査プロットの概要

表 4-4 プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	植栽本数	備　考
1,600 本/ha	No.1	15×15m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	15×15m	36 本	斜面中部に設置
	No.3	15×15m	41 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.4	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.5	12×12m	37 本	斜面中部に設置
	No.6	12×12m	39 本	斜面下部に設置
合計			225 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 2 日／秋冬期調査：平成 30 年 10 月 18 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットとも活着率は 85%以上となっている。1,600 本プロットでの枯死率がやや高く、初期の衰弱によるものと考えられるが、衰弱の原因は不明である。

表 4-5　活着率及び枯死原因（紫波町）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1600	36	0	4（衰弱4）	0	1（不明）	5	88.9	13.9	0
2	1600	36	0	3（衰弱2・不明1）	1（先端折れ）	0	4	91.7	11.1	0
3	1600	41	0	0	1（不明）	0	1	100.0	2.4	0
4	2500	36	0	0	2（衰弱2）	0	2	100.0	5.6	0
5	2500	41	0	0	2（衰弱1・不明1）	0	2	100.0	4.9	0
6	2500	40	0	0	0	1（誤伐）	1	100.0	2.5	1

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-6　植栽木の成長状況（紫波町）

岩手県紫波町		①1600本/ha				②2,500本/ha			
カラマツ150cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径(cm)	平均値	0.5	1.0	2.0	2.7	0.5	1.0	2.2	2.8
	標準偏差	0.1	0.3	0.3	0.7	0.1	0.2	0.3	0.8
	最小値	0.3	0.3	0.9	1.1	0.3	0.4	0.9	1.4
	最大値	0.8	1.8	3.1	4.8	0.7	1.5	3.0	6.0
樹高(cm)	平均値	45.9	61.8	107.3	141.8	47.4	64.8	119.0	154.5
	標準偏差	5.7	15.4	19.5	41.4	5.7	13.1	22.8	49.5
	最小値	30.0	11.1	67.2	63.0	32.0	41.0	52.3	4.0
	最大値	62.0	101.0	172.1	255.0	61.0	95.1	188.8	280.0
形状比	平均値	96.0	64.0	58.0	53.4	96.0	66.0	60.0	57.5
	標準偏差	16.0	17.0	11.4	11.0	16.0	14.0	10.0	11.9
	最小値	59.0	38.0	35.0	33.1	64.0	40.0	41.0	4.0
	最大値	150.0	132.0	100.0	109.0	140.0	115.0	96.0	103.4

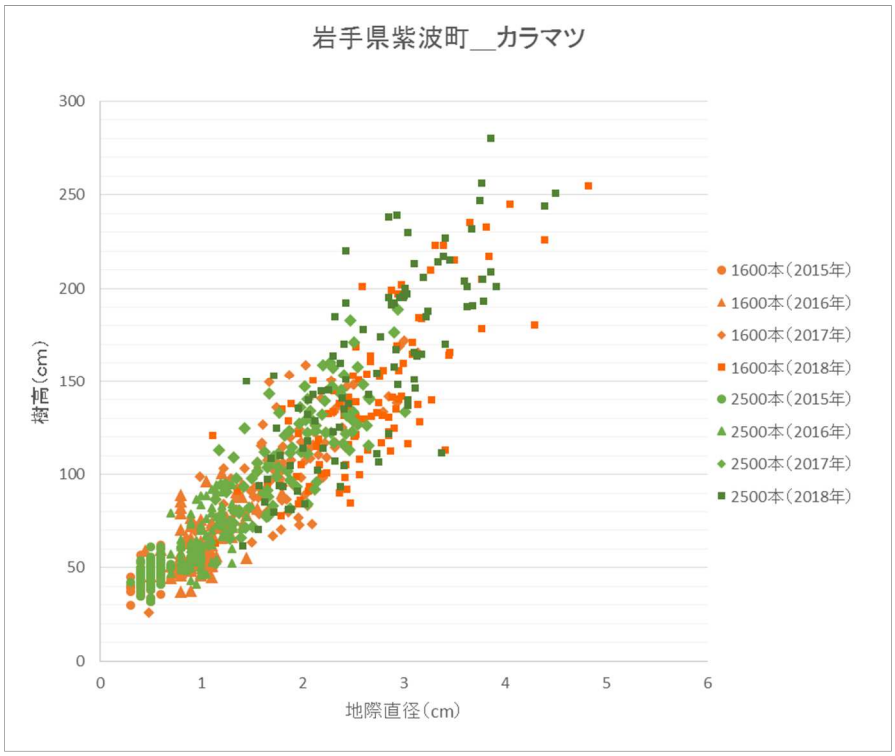


図 4-5　植栽木の形状

⑤　下刈り実施結果

これまでの下刈りの実施の有無は以下のとおりである。

平成 28 年度においては雑草木の繁茂量が少なく、２個のプロット（No.２,５）のみ下刈りを実施している。平成 29 年度及び本年度においては全プロットで下刈りを実施した。

表 4-7　下刈り履歴（紫波町）

密度調査区	プロット No.	H28 下刈り	H29 下刈り	H30 下刈り
1,600 本/ha	No.1	無	有	有
	No.2	有	有	有
	No.3	無	有	有
2,500 本/ha	No.4	無	有	有
	No.5	有	有	有
	No.6	無	有	有

【雑草木との競争関係】

夏期調査にて実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分については、C1 及び C2 の状態に昨年度時点で 90%以上が、本年度においては 95%以上がなっている。競合植生については、僅かに低木類がみられるものの、殆どが草本類となっている。

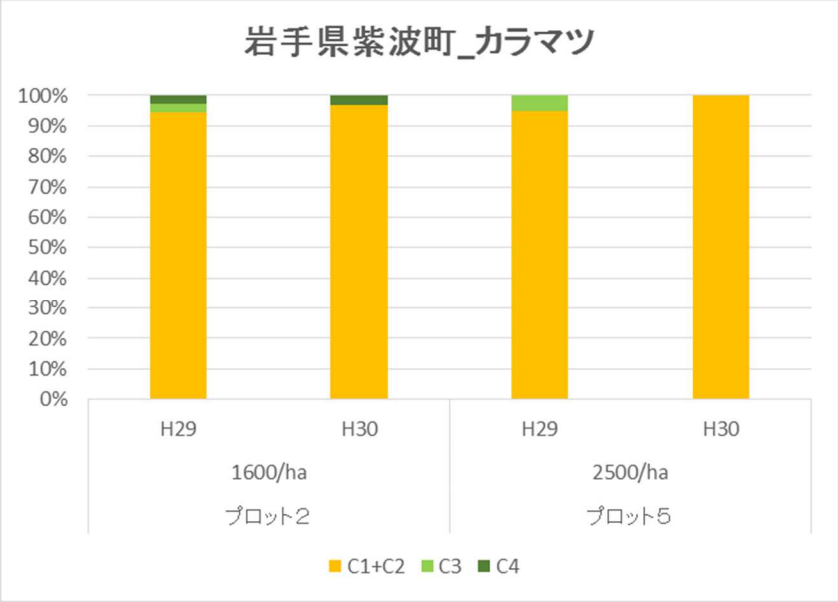


図 4-6　C 区分調査結果（紫波町）

表 4-8　競合植生の優占種（紫波町）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1600	低木草	–	–	–
		草本層	・ワラビ ・コバノガマズミ ・クマイチゴ	30%	・ウリハダカエデ ・モミジイチゴ ・タラノキ ・オオバクロモジ ・スギ・アカマツ
5	2500	低木草	・クマイチゴ（1.23） ・アワブキ（1.65） ・ミズナラ（1.3）	5%	–
		草本層	・スギ ・コバノガマズミ ・オオバクロモジ	30%	・ホオノキ ・ハウチワカエデ ・タラノキ

写真 4-2　C 区分調査プロットの様子・（左：プロット No.2、右：プロット No.5）

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

2,500 本植栽区での平均下刈り時間が長い結果となった。本年度、最も 1 ha あたりの下刈り時間が最も長いという結果となったプロット 6 において、誤伐 1 本の発生が確認された。

表 4-9　下刈り時間分析結果（紫波町）

プロット	植栽密度(本/ha)	プロット面積（㎡）	下刈り時間(秒)	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1600	228.3	20.5	895.7	**1062.1**	K氏	10	
2	1600	246.3	28.6	1159.9		N氏	3	
3	1600	274.2	31.0	1130.6		K氏	10	下草が濃い・ぼざ多い
4	2500	159.7	18.0	1124.7	**1143.0**	N氏	3	上辺4m幅には下草無し
5	2500	216.2	19.9	920.6		K氏	10	
6	2500	195.7	27.1	1383.7		N氏	3	下草が濃い ※本年度、誤伐有

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・密度よりも地形で作業のしやすさが変わる。

・斜面が緩いほうが足元を気をつけなくて済む。

・植栽間隔が 2.0m であると、刈払機の一振りで上段下段に届くが、2.5m 以上であると届かないためやりづらい。

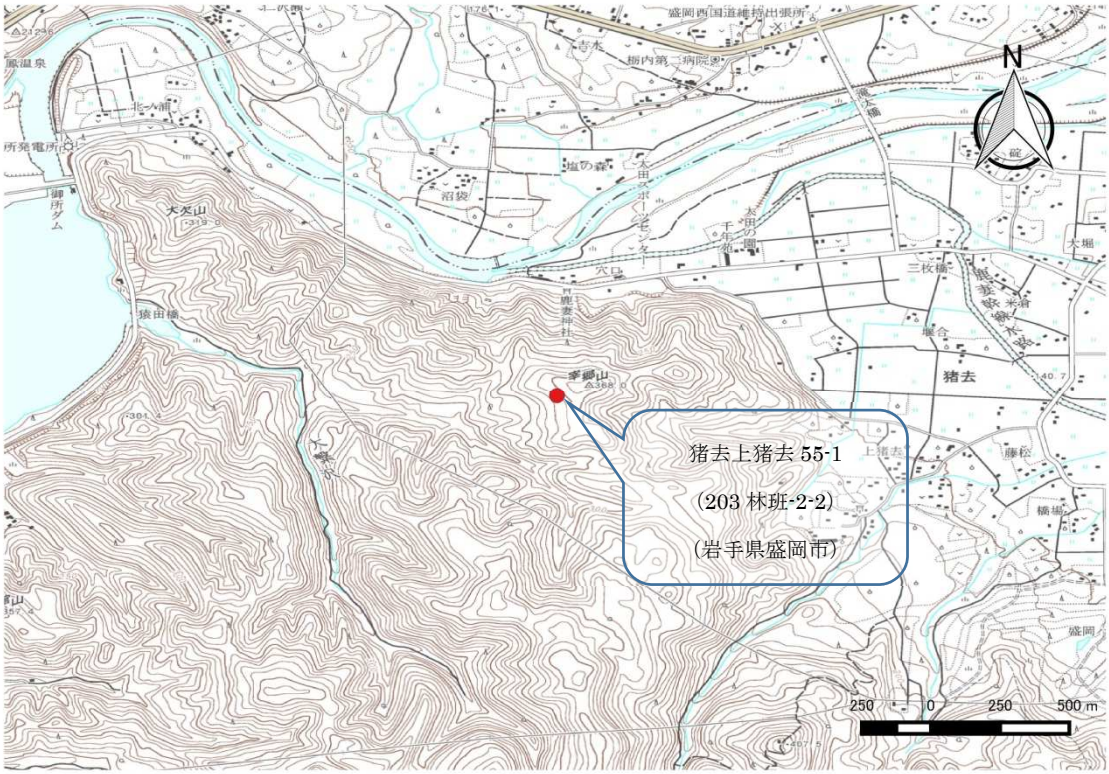
⑥　現地写真

植栽後（平成 27 年 12 月）	下刈り後（平成 28 年 8 月）
下刈り前（平成 29 年 8 月）	下刈り前（平成 29 年 8 月）
下刈り前（平成 30 年 7 月）	下刈り後（平成 30 年 10 月）

写真 4-3　調査地の様子

(2)　岩手県　盛岡市（No.2）

①　位置図



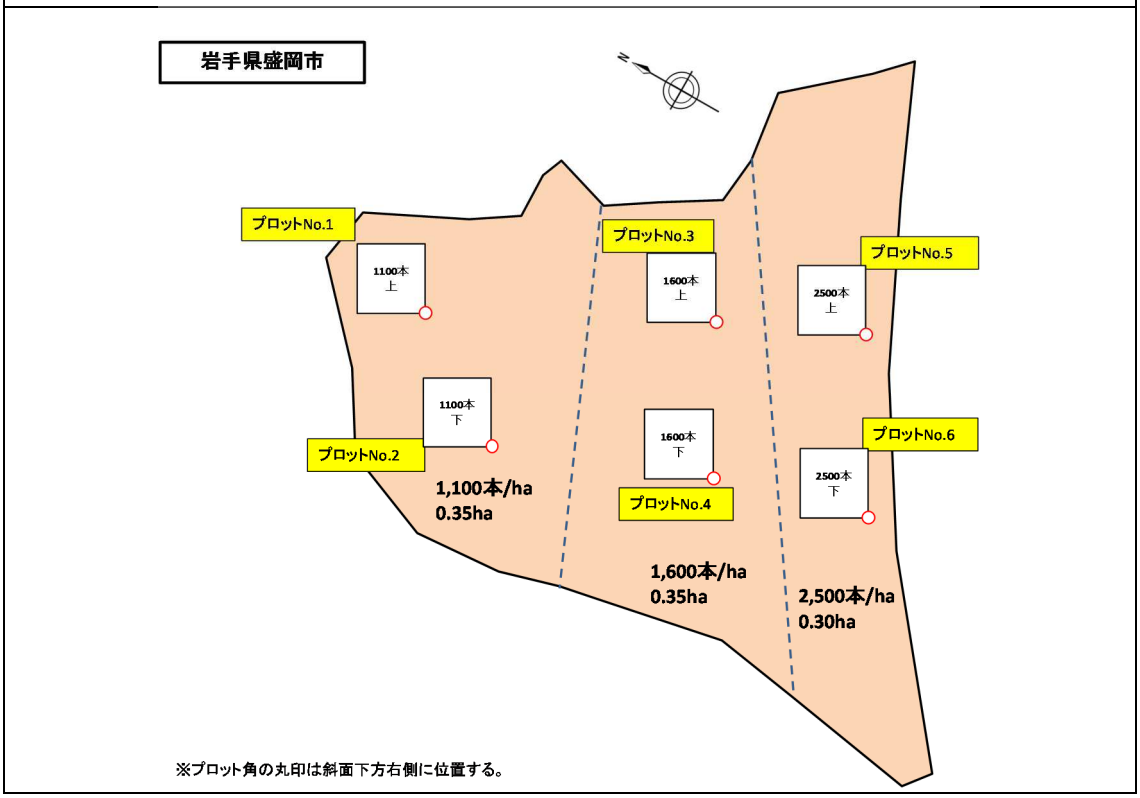


図 4-7　調査地

② 試験地の概要

表 4-10　調査地の情報

実証試験地	岩手県盛岡市繋下猿田 203-2 林小班			
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.35ha	0.35ha	0.30ha	1.00ha
植栽本数	385 本	560 本	750 本	1,695 本
気温/ 降水量	10.2℃（年平均気温）/　1,266.0mm（年降水量）（平年値、盛岡）			
標高/ 傾斜/ 方位	280～290m　/　20°　/　SW			
土壌	乾性褐色森林土			
土地所有者	岩手県盛岡市東中野字五輪 7 番地 1　有限会社川又林業			
植栽実施者	岩手県盛岡市菜園 1-3-6　ノースジャパン素材流通協同組合			
植栽日	平成 27 年 11 月 30 日～12 月 2 日 （前生林分の伐採は平成 27 年 10 月）			
下刈り実施者	有限会社川又林業			
下刈年月日	平成 28 年 8 月 19 日～24 日 平成 29 年 8 月 7 日～11 日 平成 30 年 8 月 7 日～8 日			

③ 調査プロットの概要

表 4-11　プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	40 本	斜面上部に設置
	No.2	18×18m	40 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	41 本	斜面上部に設置
	No.4	15×15m	37 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			230 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 2 日／秋冬期調査：平成 30 年 10 月 11 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットとも活着率は 95%以上となっている。植栽密度 1,100 本/ha のプロット 1 において僅かに他のプロットよりも枯死率が高いが、枯死の原因は不明である。

表 4-12　活着率及び枯死原因（盛岡市）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	40	0	0	5(消失3・不明2)	0	5	100.0	12.5	0
2	1100	40	0	2 （消失１・不明1）	1（不明）	1（不明）	4	95.0	10.0	0
3	1600	41	0	0	2（衰弱1・不明1）	1（不明）	3	100.0	7.3	0
4	1600	37	0	0	1（不明）	0	1	100.0	2.7	0
5	2500	36	0	1（衰弱）	1（不明）	1（不明）	3	97.2	8.3	0
6	2500	36	0	0	2（不明2）	0	2	100.0	5.6	0

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-13　植栽木の成長状況（盛岡市）

岩手県盛岡市		①1,100本/ha				②1,600本/ha				③2,500本/ha			
カラマツ150cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.6	0.8	1.2	1.6	0.5	0.8	1.1	1.4	0.6	0.8	1.0	1.3
	標準偏差	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.3
	最小値	0.4	0.4	0.7	0.9	0.4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.6	0.7	0.9
	最大値	0.8	1.2	2.0	3.6	0.7	1.1	2.0	3.3	0.8	1.0	1.5	2.4
樹高	平均値	53.7	63.3	78.9	96.0	52.1	61.2	77.1	89.8	51.9	59.7	67.9	74.5
	標準偏差	5.5	8.5	18.8	32.7	5.7	9.9	18.2	26.2	6.2	8.3	12.4	14.5
	最小値	38.0	41.0	53.9	55.0	40.0	41.6	52.2	53.0	38.0	42.1	45.9	49.0
	最大値	64.0	98.6	148.6	230.0	64.0	90.5	130.3	227.0	64.0	80.0	102.6	110.0
形状比	平均値	100.0	81.5	70.0	59.2	98.0	81.0	74.0	62.8	93.0	80.0	70.0	57.3
	標準偏差	15.0	18.0	12.0	10.1	15.0	14.0	14.0	10.3	16.0	12.0	13.0	9.8
	最小値	65.0	51.0	53.0	36.2	70.0	55.0	50.0	41.8	69.0	60.0	45.0	40.0
	最大値	138.0	140.0	118.0	99.5	135.0	128.0	112.0	86.4	143.0	113.0	108.0	90.4

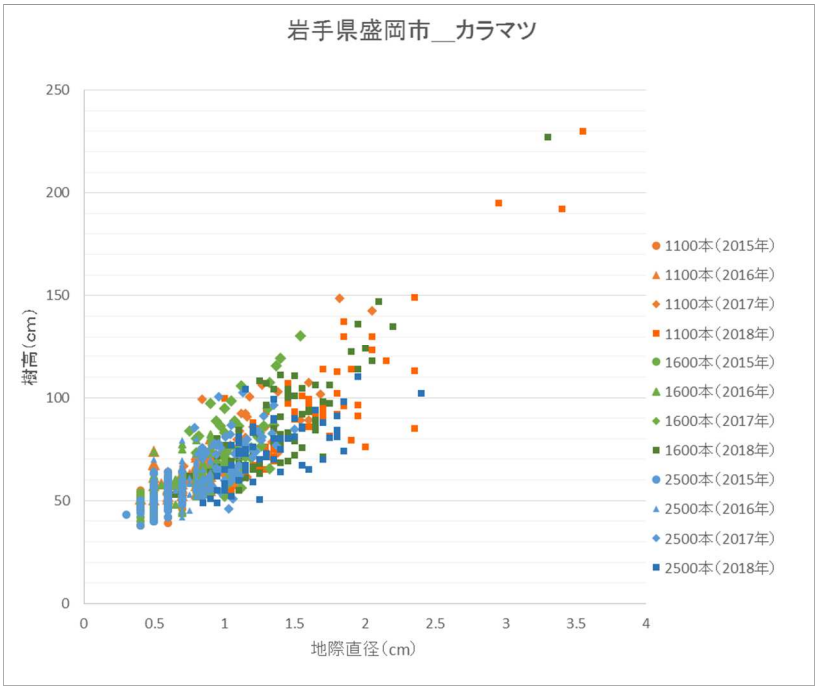


図 4-8　植栽木の形状

⑤　下刈り実施結果

これまでの下刈りの実施の有無は以下のとおりである。

平成 28 年度においては、試験的に３プロット（No.１,３,５）においては下刈りを実施していない。平成 29 年及び本年度については、全プロットで下刈りを実施した。

表 4-14　下刈り実施履歴（盛岡市）

密度調査区	プロット No.	H28 下刈り	H29 下刈り	H30 下刈り
1,100 本/ha	No.1	無	有	有
	No.2	有	有	有
1,600 本/ha	No.3	無	有	有
	No.4	有	有	有
2,500 本/ha	No.5	無	有	有
	No.6	有	有	有

【競合木との競争関係】

夏期調査にて実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分については、全プロットにおいて昨年度よりも C1 及び C2 の割合が増加しており、全調査地において 85%以上の割合となった。競合植生は、優占草本類にクマイザサが見られ、低植生高で被度が高い状態となっていることが分かる。

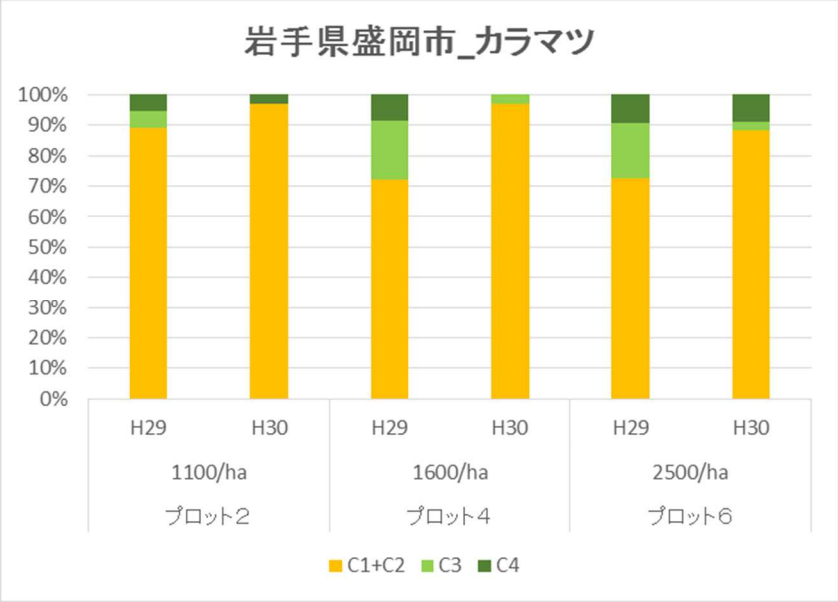


図 4-9　C 区分調査結果（盛岡市）

表 4-15　競合植生の優占種（盛岡市）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1100	低木草	–	–	–
		草本層	・クマイザサ ・コアカソモドキ(0.59) ・ミヤマガマズミ（0.71）	60%	・コゴメウツギ ・アカマツ ・コバノトネリコ ・クマイチゴ
4	1600	低木草	–	–	–
		草本層	・クマイザサ ・コアカソモドキ	65%	・モミジイチゴ ・ホオノキ ・キブシ ・ミヤマガマズミ
6	2500	低木草	–	–	–
		草本層	–	40%	・アカイタヤ ・クマイザサ ・クマイチゴ ・コバノガマズミ ・コアカソモドキ ・アカマツ

左上：プロット No.2
右上：プロット No.4
左下：プロット No.6

写真 4-4　C 区分調査プロットの様子

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

2,500 本植栽区での平均下刈り時間が長い結果となった。プロット 6 においては、C4 の割合が高く、下刈り時間も最も長い結果となった。

表 4-16　下刈り時間分析結果（盛岡市）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1100	296.0	59.9	2022.4	**2098.9**	K氏	16	
2	1100	410.8	89.4	2175.5		K氏	16	
3	1600	277.2	70.8	2552.2	**2457.3**	K氏	16	
4	1600	245.4	58.0	2362.4		K氏	16	
5	2500	151.8	35.9	2361.6	**2583.5**	K氏	16	
6	2500	144.8	40.6	2805.5		K氏	16	斜立・枯死が多い

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・監督者より誤伐の無いよう丁寧な作業を指示されており、通常の植栽よりも慎重に実施した。時には手鋸を利用した。

・植栽間隔が広いと、次の１本が見えにくく作業がしにくい。

・気をつけない限り誤伐が多くなるだろう。

・ボサの下に苗が埋もれていたり、広葉樹の萌芽が多いと邪魔であった。

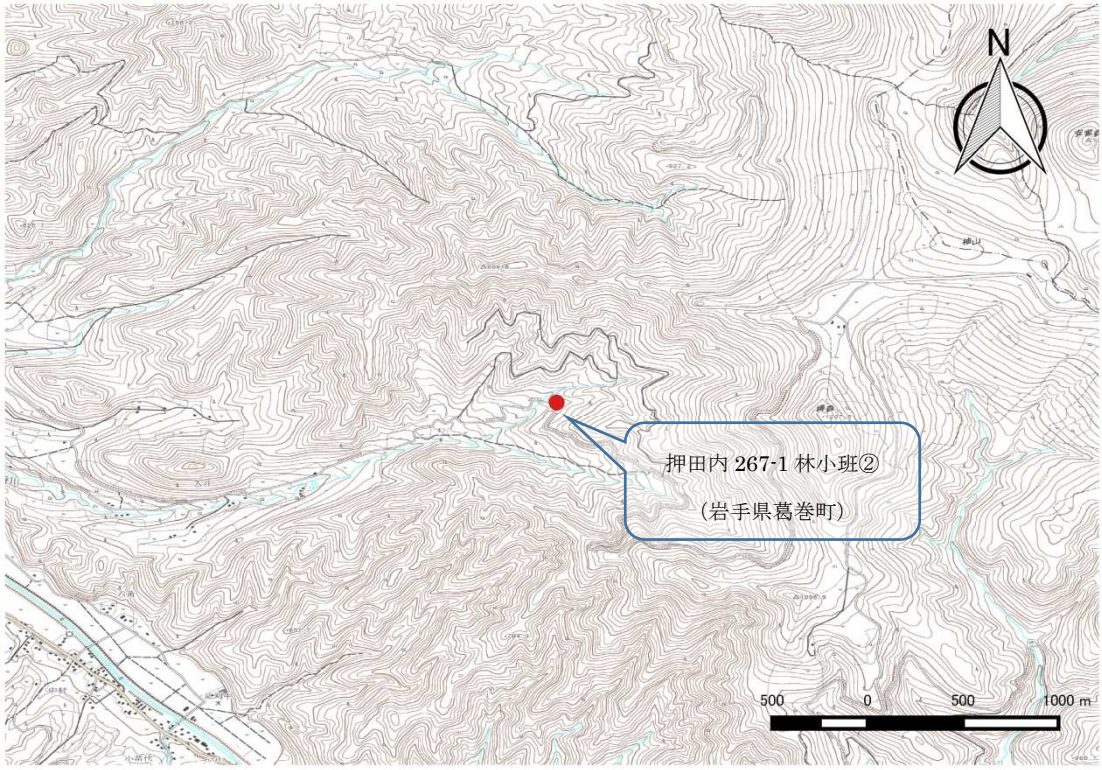
⑥　現地写真

植栽後（平成 27 年 12 月）	下刈り前（平成 28 年 7 月）
下刈り前（平成 29 年 8 月）	下刈り前（平成 29 年 8 月）
下刈り前（平成 30 年 7 月）	下刈り後（平成 30 年 10 月）

写真 4-5 エラー! 参照元が見つかりません。　調査地の様子

(3)　岩手県　葛巻町（No.3）

①　位置図



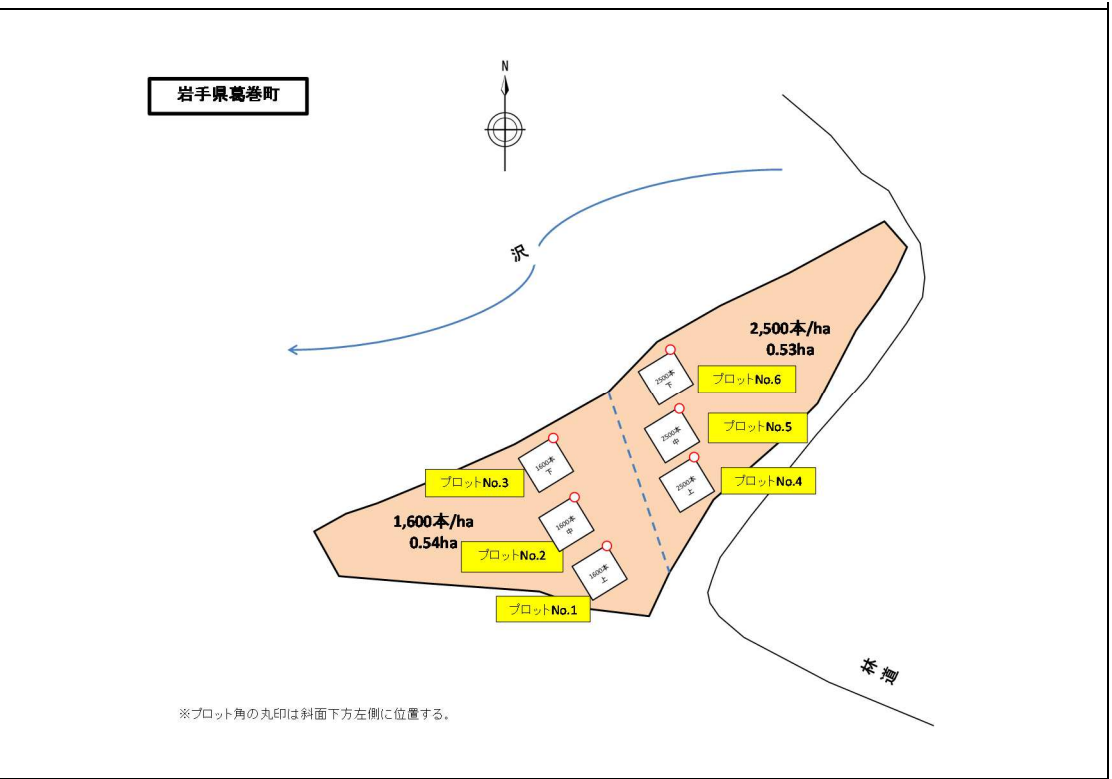


図 4-10　調査地

② 試験地の概要

表 4-17　調査地の情報

実証試験地	岩手県葛巻町押田内 267-1 林小班		
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.54ha	0.53ha	1.07ha
植栽本数	864 本	1,325 本	2,189 本
気温/ 降水量	8.4℃（年平均気温）/　1,008.7mm（年降水量）（平年値、葛巻）		
標高/ 傾斜/ 方位	220～250m　/　10～15°　/　NW		
土壌	乾性褐色森林土		
土地所有者	（個人所有者）		
植栽実施者	岩手県岩手郡葛巻町葛巻 14-37　葛巻森林組合		
植栽日	平成 27 年 11 月 16～18 日（前生林分の伐採は平成 25 年 11 月）		
下刈実施者	葛巻森林組合		
下刈年月	平成 28 年 8 月 25 日～26 日 平成 29 年 9 月 11 日 平成 30 年 7 月 18 日		

③ 調査プロットの概要

表 4-18　プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,600 本/ha	No.1	15×15m	41 本	斜面上部に設置
	No.2	15×15m	40 本	斜面中部に設置
	No.3	15×15m	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.4	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.5	12×12m	40 本	斜面中部に設置
	No.6	12×12m	42 本	斜面下部に設置
合計			235 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 2 日／秋冬調査：平成 30 年 10 月 12 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットとも活着率は 90%以上となっている。平成 29 年度に消失・梢端折れ、誤伐等を理由とする枯死が多く見られ、特に平成 29 年度に枯死が多く見られたプロット 2 及び 5 においては、前年の平成 28 年度に下刈りを実施していないため、これによる影響も考えられる。

表 4-19　活着率及び枯死原因（葛巻町）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1600	41	0	3 (幹折れ1・不明2)	2（シカ食1・不明1)	0	5	92.7	12.2	0
2	1600	40	0	0	3（衰弱1・不明1・ 誤伐1)	0	3	100.0	7.5	1
3	1600	36	0	2（不明1・ 幹折れ１)	2（誤伐2)	0	4	94.4	11.1	2
4	2500	42	0	1（不明)	1（梢端折れ)	2（不明2)	4	97.6	9.5	0
5	2500	40	0	0	5(衰弱1・梢端折れ1・誤伐1・消失1・不明1)	2 (幹折れ１・不明1)	7	100.0	17.5	1
6	2500	36	0	1（不明)	1（梢端折れ)	1（不明)	3	97.2	8.3	0

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-20　植栽木の成長状況（葛巻町）

岩手県葛巻町		①1600本/ha				②2,500本/ha			
カラマツ150cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.5	0.7	1.1	1.6	0.5	0.6	1	1.5
	標準偏差	0	0.1	0.2	0.5	0.1	0.1	0.3	0.5
	最小値	0.3	0.4	0.7	0.9	0.4	0.4	0.6	0.8
	最大値	0.7	1.1	1.8	2.9	0.6	1	2.1	3.4
樹高	平均値	45.9	52.5	81.6	103.8	43.9	51.4	84	103.3
	標準偏差	5.7	10.3	20.4	24.3	5.9	9.9	18.8	27.6
	最小値	30	16	35.2	52.0	32	13	55.3	35.5
	最大値	62	86	141	187.0	57	73.1	131.2	187.0
形状比	平均値	95	81	79	66.3	94	84	89	68.7
	標準偏差	17	17	17	10.7	14	16	19	12.1
	最小値	60	20	43	40.0	64	22	51	39.0
	最大値	145	143	133	105.7	135	122	149	97.0

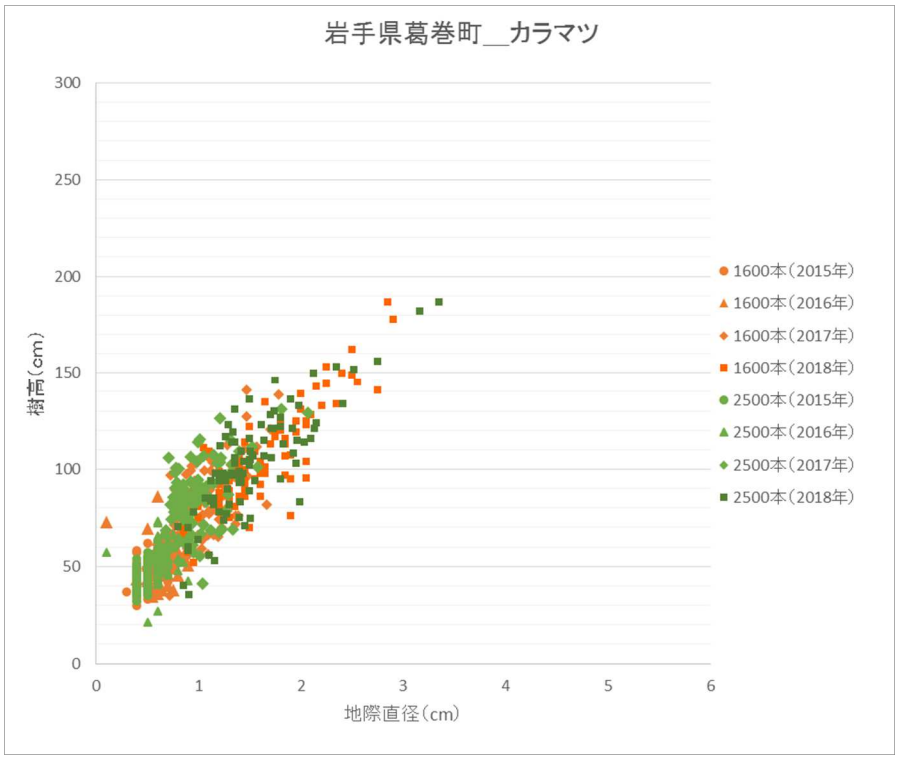


図 4-11　植栽木の形状

⑤　下刈りの生産性

これまでの下刈り実施の有無は、以下のとおりである。

平成 28 年度においては、試験的に 2 個のプロット（No. 2 , 5 ）で下刈りを実施していない。平成 29 年度及び本年度においては、全プロットで下刈りを実施した。

表 4-21　下刈り履歴（葛巻町）

密度調査区	プロット No.	H28 下刈り	H29 下刈り	H30 下刈り
1,600 本/ha	No.1	有	有	有
	No.2	無	有	有
	No.3	有	有	有
2,500 本/ha	No.4	有	有	有
	No.5	無	有	有
	No.6	有	有	有

【雑草木との競争関係】

夏期調査にて実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分については、昨年度までは C1 及び C2 の割合は半分程度に抑えられていたが、本年度は両プロット共に 80%以上の割合となった。競合植生は、イネ科草本やクマイザサ等の比較的植生高が低いものであり、植栽木の樹高が競合植生高の平均的な高さを抜いたためと考える。

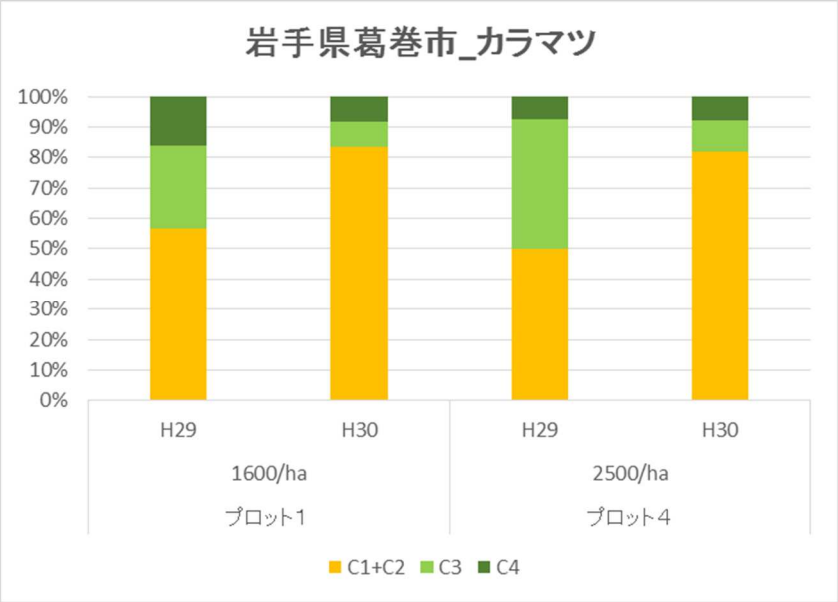


図 4-12　C 区分調査結果（葛巻町）

表 4-22　競合植生の優占種（葛巻町）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
1	1600	低木草	–	–	–
		草本層	イネ科SP	90%	・クマイザサ ・タラノキ ・ヤブレガサ ・アカショウマ
4	2500	低木草	・タラノキ(1.0m)	5%	―
		草本層	–	80%	・イネ科SP ・クマイザサ ・ノコンギク

写真 4-6　C 区分調査プロットの様子（左：プロット No.1　右：プロット No.4）

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

2,500 本植生区での平均下刈り時間が長い結果となった。

表 4-23　下刈り時間分析結果（葛巻町）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1600	278.3	62.2	2233.6	2063.6	I氏	8	ツル巻はその都度除去
2	1600	256.9	52.5	2042.5		I氏	8	
3	1600	227.1	43.5	1914.8		M氏	8	
4	2500	183.3	41.9	2284.1	2128.2	M氏	8	
5	2500	174.6	35.9	2055.4		I氏	8	
6	2500	158.9	32.5	2045.1		M氏	8	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・ツル巻が多く、見つけた場合は手で取り除きながら作業を行った。（ツルを取る作業も下刈り時間に含めている。）

・植栽間隔よりも、プロットごとの地形によってやり易さが変わる。

・下草の層が厚く、岩がない方がやりやすい。

⑥ **現地写真**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>施業前（平成 27 年）</td><td>植栽後（平成 27 年 11 月）</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">下刈り前（平成 28 年 8 月）</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>下刈り前（平成 29 年 8 月）</td><td>下刈り前（平成 29 年 8 月）</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>下刈り前（平成 30 年 7 月）</td><td>下刈り後（平成 30 年 10 月）</td></tr>
</table>

写真 4-7　調査地の様子

（4）　宮城県　登米市（No.4）

①　位置図

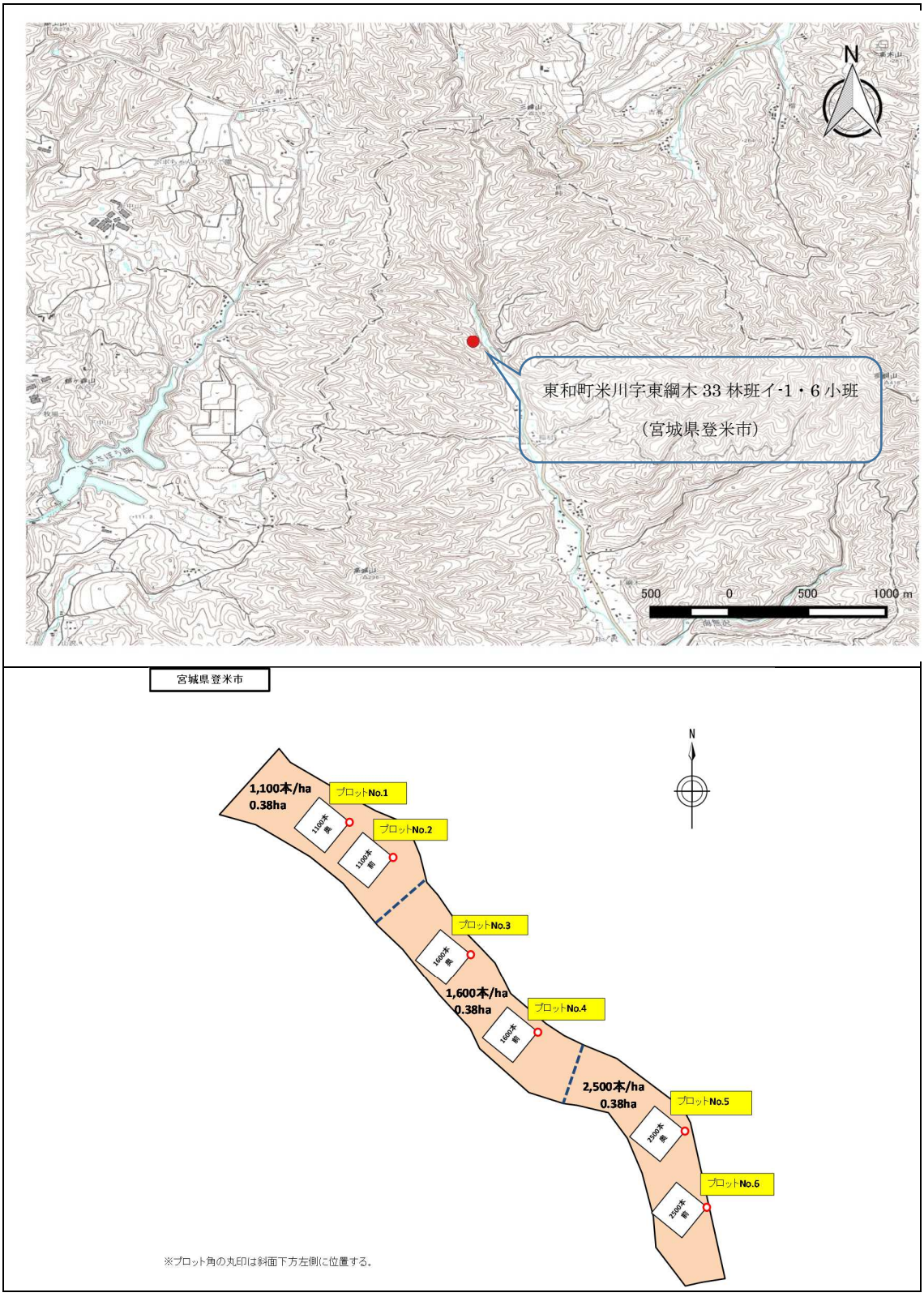


図 4-13　調査地

② 試験地の概要

宮城県東和町は、平成 27 年度に多数の植栽木がウサギの食害を受け、そのほとんどが枯死した。そのため平成 28 年度事業で、補植作業を行うとともに、忌避剤を使用した獣害対策を実施している。

表 4-24 調査地の情報

実証試験地	宮城県登米市東和町米川字東綱木 33 林班イ-1・6 小班			
苗木種	スギ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.38ha	0.38ha	0.38ha	1.14ha
植栽本数	418 本	608 本	950 本	1,976 本
気温/ 降水量	11.1℃(年平均気温） / 1068.8mm（年降水量）（平年値、米山）			
標高/ 傾斜/ 方位	100～130m / 38° / NE			
土壌	乾性褐色森林土			
土地所有者	宮城県登米市中田町上沼字西桜庭 8 登米市役所中田支所農林政策課			
植栽実施者	宮城県登米市東和町米川字小田 110-1 東和町森林組合			
植栽日	平成 27 年 12 月 8～11 日（前生林分の伐採は平成 24 年 10 月）			
補植日	平成 28 年 10 月 7 日			
忌避剤散布	平成 28 年 10 月 25 日			
下刈実施者	東和町森林組合			
下刈年月日	平成 28 年 8 月 25 日、26 日 平成 29 年 9 月 19 日～21 日 平成 30 年 8 月 2 日			

③ 調査プロットの概要

表 4-25 プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	39 本	1,100 本区奥側に設置
	No.2	18×18m	36 本	1,100 本区前側に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	35 本	1,600 本区奥側に設置
	No.4	15×15m	36 本	1,600 本区前側に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	35 本	2,500 本区奥側に設置
	No.6	12×12m	37 本	2,500 本区前側に設置
合計			218 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 4 日／秋冬期調査：平成 30 年 10 月 19 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。平成 28 年度に補植を実施しており、以下のデータは補植後のデータとなる。

植栽密度 1,100 本/ha で、他植栽地よりもやや活着率が低い。枯死原因に食害や梢端折れもあるが、殆どの原因は不明である。

表 4-26　活着率及び枯死原因（登米市）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	39	0	0	8（不明8）	3（消失1・誤伐1・食害1）	11	100.0	28.2	1
2	1100	37	0	3（消失2･不明1）	1（不明）	5（不明4・梢端折れ1）	9	91.9	24.3	0
3	1600	37	0	2（消失2）	1（誤伐）	4（不明4）	7	94.6	18.9	1
4	1600	38	0	2（消失2）	0	3（不明3）	5	94.7	13.2	0
5	2500	36	0	1（不明1）	0	4（誤伐2・不明2）	5	97.2	13.9	2
6	2500	38	0	3（消失3）	0	4（誤伐2・不明2）	7	92.1	18.4	2

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

なお、前述のとおり、平成 28 年度に補植を行っており、平成 27 年度の計測値はあくまで参考値とする。

表 4-27　植栽木の成長状況

宮城県登米市		①1,100本/ha				②1,600本/ha				③2,500本/ha			
スギ150cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.5	0.5	0.8	1.1	0.5	0.5	0.7	1.0	0.5	0.5	0.7	1.1
	標準偏差	0.1	0.1	0.2	0.5	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.4
	最小値	0.4	0.4	0.4	0.6	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6
	最大値	0.8	0.9	1.4	2.8	0.7	0.8	1.1	2.1	0.8	0.9	1.3	2.0
樹高	平均値	39.7	41.5	64.7	72.5	39.1	40.3	60.1	66.6	39.6	41.9	54.6	71.9
	標準偏差	8.1	9.0	22.3	28.5	8.4	7.8	11.7	21.3	7.0	7.3	13.8	20.2
	最小値	26.0	25.0	24.3	29.0	13.0	19.0	36.1	22.0	24.0	25.0	32.6	35.0
	最大値	61.0	68.0	125.0	169.0	65.0	60.0	100.2	130.0	57.0	62.0	92.1	125.0
形状比	平均値	79.0	80.0	81.0	65.4	79.0	81.0	87.0	68.2	78.0	79.0	84.0	64.9
	標準偏差	14.0	18.0	13.0	10.4	18.0	17.0	15.0	11.3	14.0	17.0	19.0	13.1
	最小値	45.0	53.0	49.0	37.4	33.0	38.0	60.0	37.3	50.0	31.0	47.0	38.8
	最大値	113.0	183.0	107.0	85.3	117.0	115.0	120.0	92.9	110.0	115.0	132.0	94.1

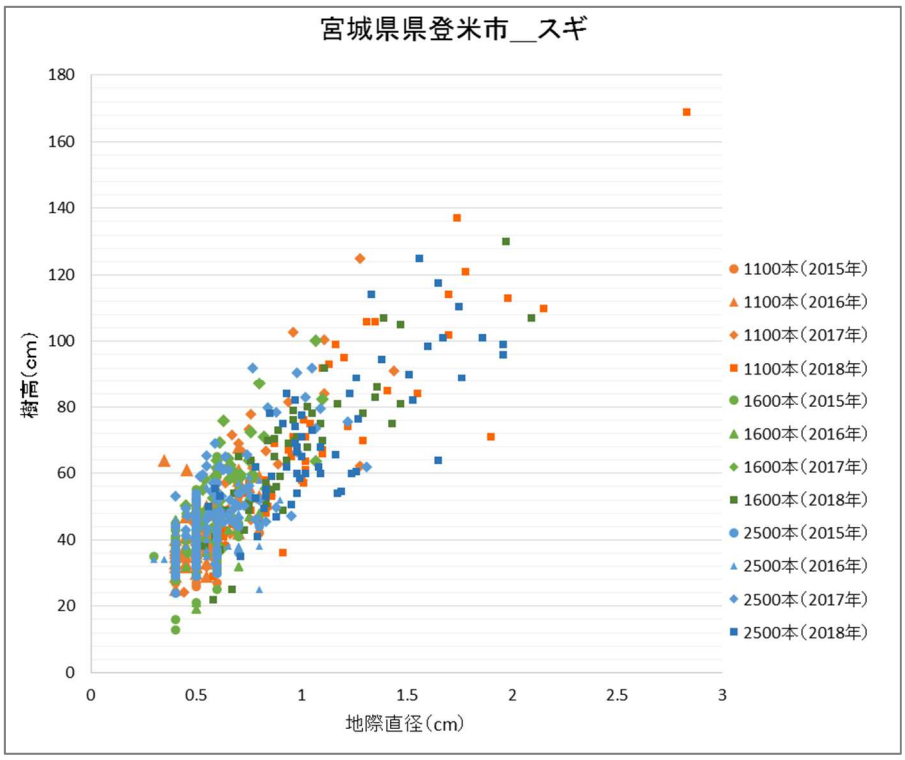


図 4-14　植栽木の形状

⑤　下刈り実施結果

これまでの下刈りの実施の有無は、以下のとおりである。

平成 28 年度において試験的に３つのプロット（No.２,４,６）のみ下刈りを実施していない。

平成 29 年度及び本年度においては、全プロットで下刈りを実施している。

表 4-28　下刈り履歴（登米市）

密度調査区	プロット No.	H28 下刈り	H29 下刈り	H30 下刈り
1,100 本/ha	No.1	有	有	有
	No.2	無	有	有
1,600 本/ha	No.3	有	有	有
	No.4	無	有	有
2,500 本/ha	No.5	有	有	有
	No.6	無	有	有

【雑草木と競争関係】

夏期調査にて実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分について、昨年度は全てのプロットで C3・C4 で占められていたが、本年度は、10%～30%程度 C1 及び C2 の状態が見られた。低木層が多く、イチゴ類、ススキ、タケニグサ等のパイオニア種が高植生高で繁茂している状態である。

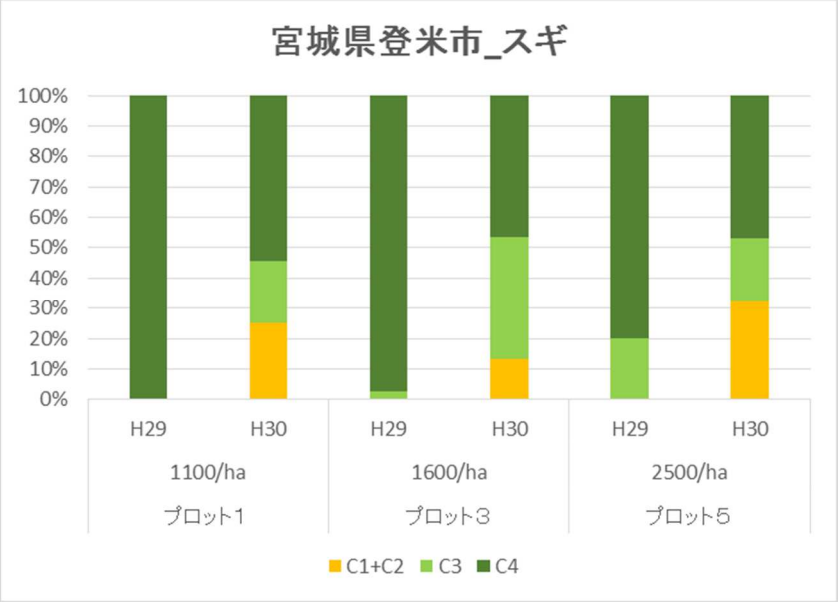


図 4-15　C 区分調査結果（登米市）

表 4-29　競合植生の優占種（登米市）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
1	1100	低木草	・クマイチゴ（1.24） ・タケニグサ(1.92)	70%	・タラノキ・ヤマザクラ ・アワブキ・モミジイチゴ ・ススキ
		草本層	–	30%	・シダSP ・ゼンマイ
3	1600	低木草	・ススキ（1.55） ・タケニグサ（1.44）	30%	・タラノキ ・オオヤザクラ ・クマイチゴ
		草本層	・タケニグサ ・モミジイチゴ	40%	・シダSP・タラノキ ・クマイチゴ・クズ ・オカトラノオ・ヒメジョオン ・ゼンマイモドキ
5	2500	低木草	・オオヤマザクラ(1.5m) ・クマイチゴ(1.3m)	30%	・コゴメウツギ・オカトラノオ ・ホオノキ・タケニグサ ・ススキ
		草本層	–	60%	・ゼンマイ ・モミジイチゴ・クマイチゴ ・コゴメウツギ

左上：プロット No.1
右上：プロット No.3
左下：プロット No.5

写真 4-8　C 区分調査プロットの様子

【下刈り時間の分析結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

1,100 本植栽区で平均下刈り時間が長い結果となった。個別にプロットを見ると、C 区分の C4 の割合が高い箇所の順に下刈り時間も長くなっている。また、最も下刈り時間の長いプロット 1 においては、ガレ場が含まれる等、悪条件である可能性が考えられる。

表 4-30　下刈り時間分析結果（登米市）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1100	374.9	63.5	1692.5	**1393.9**	S氏	40	上部ガレ場
2	1100	419.2	45.9	1095.3		A氏	40	上部ガレ場・急傾斜・植生濃い
3	1600	277.0	36.7	1324.8	**1119.8**	S氏	40	
4	1600	266.1	24.4	914.9		A氏	40	
5	2500	182.0	28.3	1553.7	**1301.5**	S氏	40	
6	2500	185.0	19.4	1049.4		A氏	40	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・どのプロットも地形が悪く、特にガレ場があるところでは、刈りづらい。

・苗さえ見えれば植栽間隔は関係ない。植栽地の苗の伸びが良くない印象。

・植栽間隔が 2.0m と 2.5m は苗の場所の予測がつきやすい。3.0m だと上の段の苗が見えず刈りづらい。距離感覚の問題である。

・2500 本区では苗が密植しているため、苗を避ける分の手間がかかる。

⑥　現地写真

施業前（平成 27 年）

植栽後（平成 28 年 1 月）

下刈り前（平成 28 年 8 月）

下刈り前（平成 29 年 8 月）

下刈り後（平成 29 年 11 月）

下刈り前（平成 30 年 7 月）

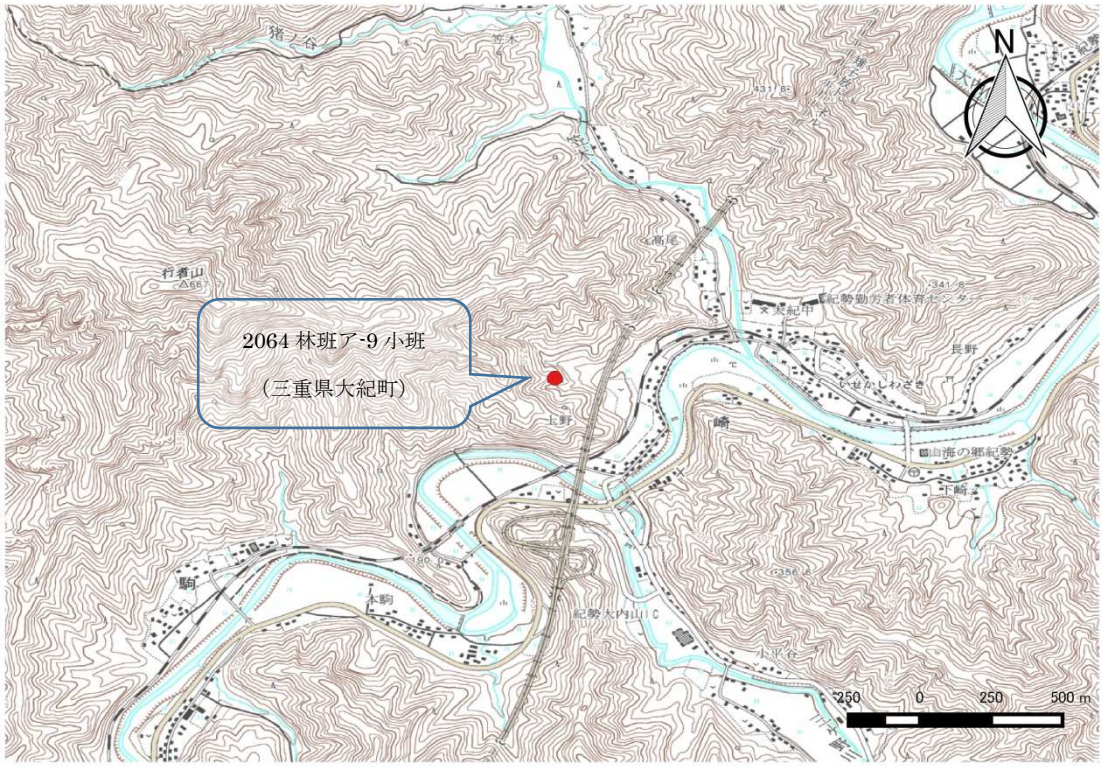
下刈り後（平成 30 年 10 月）

写真 4-9　調査地の様子

4－2－2.　近畿・中国地方

(1)　三重県　大紀町（No.5）

①　位置図



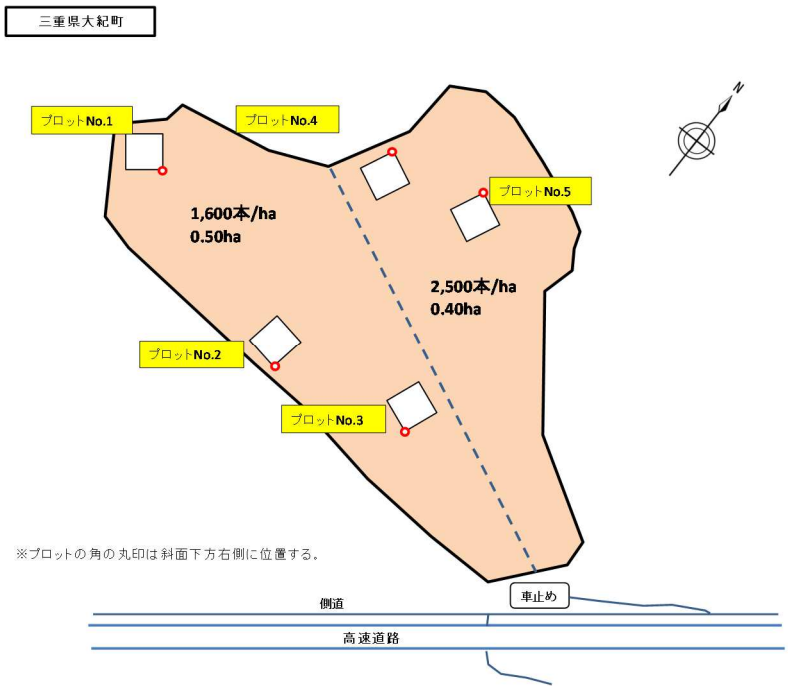


図 4-16　調査地

② 試験地の概要

三重県大紀町の試験地は、前生林分の伐採から 10 年が経過していたため、平成 27 年度の地拵え時には侵入木が多く存在した。また、一部は急傾斜となっているため、地拵え、植栽ともに生産性が上がらなかった。

当地域にはシカが多数生息していることから、平成 27 年度にシカ柵の設置を行った。しかし、平成 28 年度 12 月にシカによる植栽木への食害がプロット内全てに確認され、シカ柵には数箇所にピンの抜けが確認された。また、平成 30 年 11 月調査時には、倒木の発生によりシカ柵の破損が確認された。しかし、倒木の処理が困難であり、現状で破損した状態が続いている。

平成 28 年度時点でほとんどの植栽木が食害を受けていることから、以降の植栽木の数値は、食害を受けた植栽木の数値を含めて整理している。

表 4-31 調査地の情報

実証試験地	三重県大紀町 2064 林班ア-9 小班		
苗木種	ヒノキ 150cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.50ha	0.40ha	0.90ha
植栽本数	800 本	1,000 本	1,800 本
気温/ 降水量	15.7℃（年平均気温）/ 2,261.6mm（年降水量）（平年値、南伊勢）		
標高/ 傾斜/ 方位	170～240m / 36～46° / N、NW、S		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	（個人所有者）		
植栽実施者	三重県度会郡大紀町崎 239-2 大紀森林組合		
植栽日	平成 28 年 2 月 16～18 日（前生林分の伐採は平成 17 年 10 月）		
下刈実施者	大紀町森林組合		
下刈年月日	平成 28 年 8 月 18 日～24 日 平成 29 年 8 月 22 日～9 月 4 日 平成 30 年 7 月 9 日～19 日		

③ 調査プロットの概要　　表 4-32

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,600 本/ha	No.1	16×15m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	18×19m	40 本	斜面中部に設置
	No.3	14×17m	31 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.4	13×11m	37 本	斜面上部に設置
	No.5	13×9.5m	36 本	斜面中部に設置
合計			180 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 25 日／秋冬期調査：平成 30 年 11 月 27 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は、以下のとおりである。ほぼ全ての植栽木にシカ食害が発生しており、枯死原因においては不明のものが多いが、シカによる影響が考えられる。なお、枯死率が 40%を超えるプロットもあるが、シカ食害を受けながらも生存している個体も多くみられる。

表 4-33　活着率及び枯死原因（大紀町）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1600	36	0	1（不明）	0	0	1	97.2	2.8	0
2	1600	40	0	3（不明3）	7（不明6・消失1）	7（枯死3・折れ1・消失3）	17	92.5	42.5	0
3	1600	31	0	2（不明2）	1（不明1）	4（消失2・不明2）	7	93.5	22.6	0
4	2500	37	0	1（不明1）	0	0	1	97.3	2.7	0
5	2500	36	0	0	0	1（幹折れ）	1	100.0	2.8	0

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。シカ食害による影響により、成長は思わしくない。1,600 本植栽区においては、梢端食害の影響により、昨年度よりも樹高が低くなっている。標準偏差にも開きがみられ、食害を受けていない健全木においては、根元径 2.0cm 以上、樹高 1.5m 以上に成長しているものが見られる（最大値参照）。

表 4-34　植栽木の成長状況（大紀町）

三重県大紀町		①1,600本/ha				②2,500本/ha			
ヒノキ150cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.5	0.7	0.9	1.1	0.4	0.7	0.9	1.2
	標準偏差	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.3
	最小値	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5	0.5	0.6
	最大値	0.6	1	1.5	2.7	0.5	0.9	1.4	2.1
樹高	平均値	49.8	49.5	64.3	63.5	43.9	47.9	52.6	68.6
	標準偏差	6.7	10.5	25.2	31.2	7.9	11.4	13.5	27.0
	最小値	27.7	30	25.2	19.2	25.2	25.0	24.5	22.0
	最大値	64.6	80	115.5	152.0	62.0	87.0	120.0	168.0
形状比	平均値	105	67	65	56.2	101.0	69.0	69.0	58.1
	標準偏差	13	11	18	16.3	19.0	14.0	22.0	15.9
	最小値	69	48	36	27.0	56.0	41.0	33.0	23.4
	最大値	143	100	105	101.0	135.0	116.0	148.0	99.1

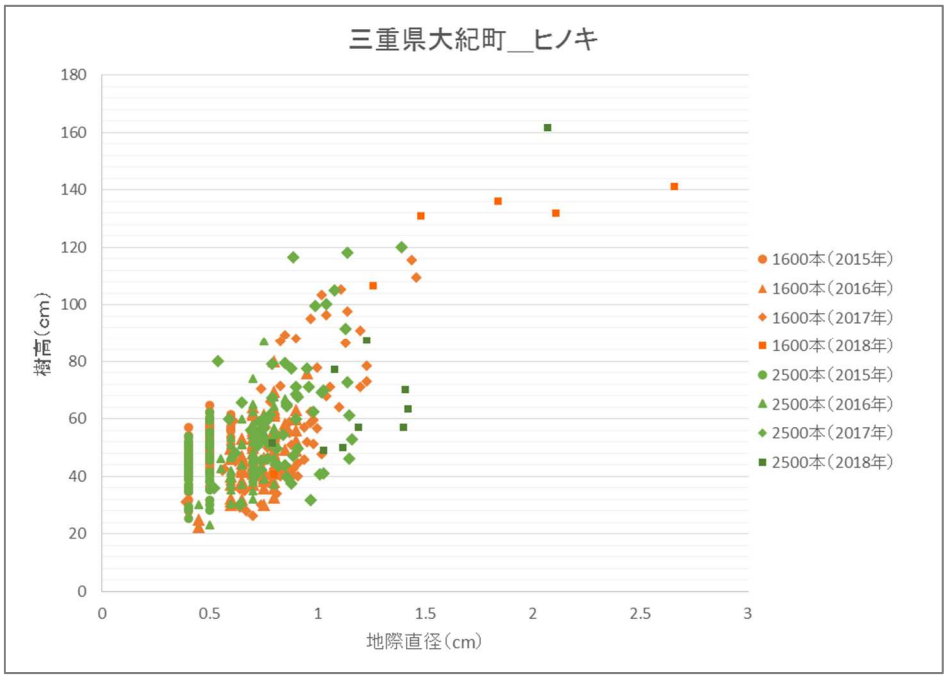


図 4-17　植栽木の形状

⑤　下刈りの実施結果

これまでの下刈りの実施の有無は、以下のとおりである。

平成 28 年度においては、試験的に 2 プロット（No. 2 , 5 ）のみ下刈りを実施していない。

平成 29 年度及び本年度においては、全プロットで下刈りを実施した。

表 4-35　下刈り履歴（大紀町）

密度調査区	プロット No.	H28 下刈り	H29 下刈り	H30 下刈り
1,600 本/ha	No.1	有	有	有
	No.2	無	有	有
	No.3	有	有	有
2,500 本/ha	No.4	有	有	有
	No.5	無	有	有

【雑草木との競争関係】

夏期調査にて実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分については、C1 及び C2 割合が、1,600 本植栽区においては大幅に増加し、2,500 本植栽区においても 2 倍程度に増加した。両調査地ともに、優占競合植生は、ススキとシダ類となっており、植生高が高いススキによる被圧が大きいものと考えられる。

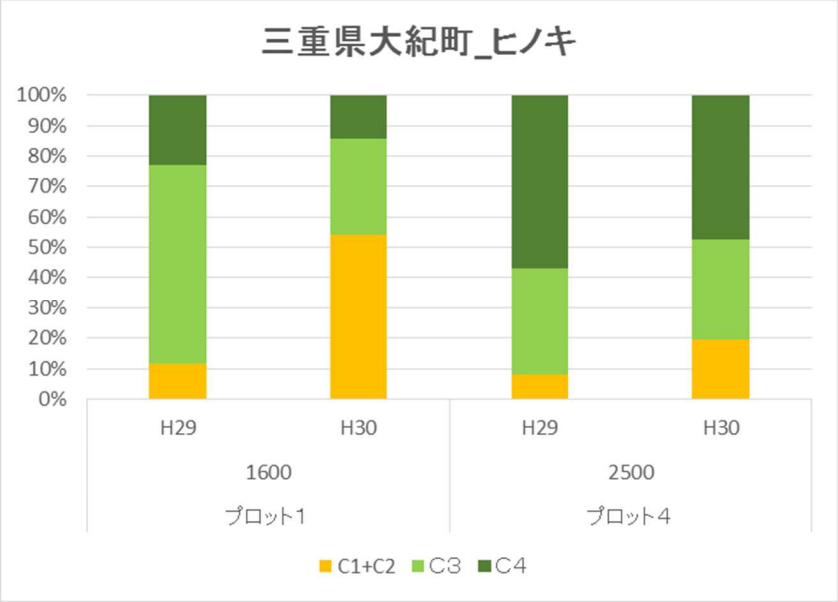


図 4-18　C 区分調査結果（大紀町）

表 4-36　競合植生の優占種（大紀町）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
1	1600	低木草	・ススキ(1.6m)	50%	・タケニグサ ・ソヨゴ
		草本層	・ウラジロ（0.3m）	30%	・スギ・シキミ・ツルSP ・マメ科SP・ダンドボロギク ・コガクウツギ・サルトリイバラ ・ヒイラギ・マルバウツギ ・サンショウ
4	2500	低木草	・ススキ（1.4m）	50%	・クスノキ・タケニグサ・ソヨゴ ・サンショウＳＰ ・カラスザンショウ ・ヒイラギ・イズセンリョウ
		草本層	・ワラビ（1.0m）	30%	・ウラジロ・サルトリイバラ ・ヒサカキ・シシガラ・ベニシダ ・スギ・ヒイラギ ・ナガバモミジイチゴ ・コガクウツギ・ヤマノイモ ・アカメガシワ・シダSP

写真 4-10　C 区分調査プロットの様子（左：プロット No.1　右：プロット No.4）

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

1,600 本植栽区での、平均下刈り時間が長い結果となった。個別にプロットを見ると、枯死率が特に高いプロット２・３において下刈り時間が長い傾向が見られると共に、作業者による差の発生も考えられ、複数の要因が関与していることが考えられる。

表 4-37　下刈り時間分析結果（大紀町）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1600	300.9	64.3	2138.2	**2491.2**	O氏	12	窪地があり迂回・残材多
2	1600	372.8	98.9	2652.4		Y氏	38	潅木の伐採が発生
3	1600	222.4	59.7	2683.0		Y氏	38	
4	2500	160.9	25.6	1588.3	**1811.0**	O氏	12	
5	2500	166.0	33.8	2033.7		O氏	12	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・プロット１では、地形が入り組んだ窪地があり、窪地を避ける必要があった。また、残材が多く、作業の妨げとなった。
・プロット４・５では、残材がまとめてあり作業しやすかった。
・通常は 1.2m間隔であり、３m 間隔に慣れていない。
・３m は間隔が広く、植栽木が予想した位置に見つからないと誤伐したかと不安になった。ただし、間隔が広いと動きの自由度は高かった。

⑥　現地写真

施業前（平成 28 年 1 月）

地拵え後（平成 28 年 1 月）

下刈り前（平成 28 年 8 月）

下刈り前（平成 29 年 8 月）

下刈り前（平成 29 年 8 月）

下刈り前（平成 30 年 7 月）

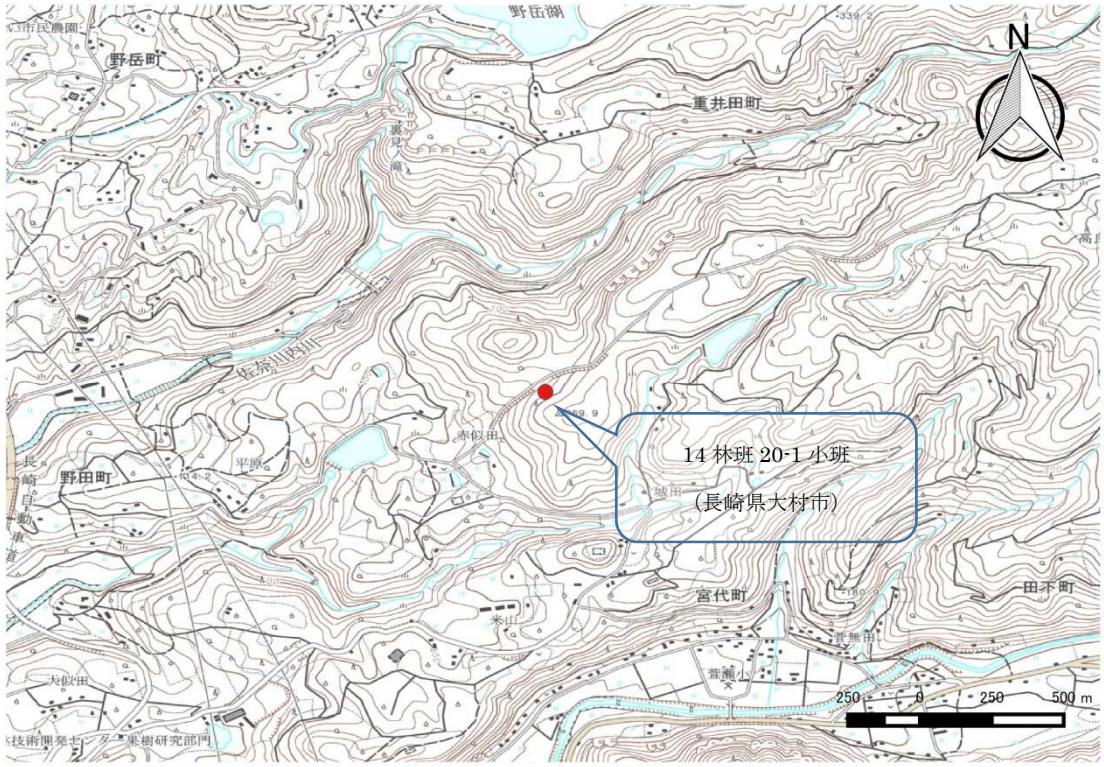
下刈り前（平成 30 年 11 月）

写真 4-11　調査地の様子

4－2－3.　九州地方

（1）　長崎県　大村市（No.6）

① 位置図



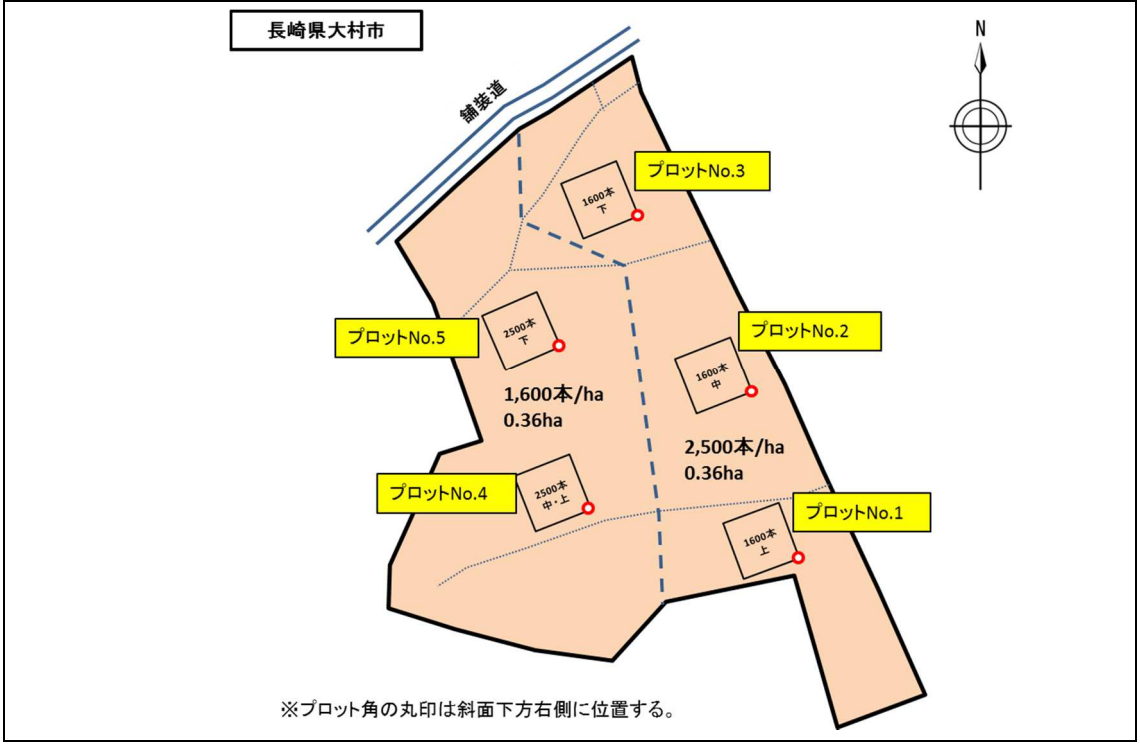


図 4-19　調査地

② 試験地の概要

表 4-38　調査地の情報

実証試験地	長崎県大村市　14 林班 20-1 小班		
苗木種	ヒノキ 300cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.36ha	0.36ha	0.72ha
植栽本数	575 本	898 本	1,473 本
気温/ 降水量	17.3℃（年平均気温）/　1,761.2mm（年降水量）（平年値、大村）		
標高/ 傾斜/ 方位	230～250m　/　11～24°　/　N		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	長崎県大村市玖島 1-25　大村市農林整備課林務グループ		
植栽実施者	長崎県大村市大川田町 990-1　長崎南部森林組合大村支所		
植栽日	平成 28 年 1 月 21～22 日（前生林分の伐採は平成 26 年 10 月）		
下刈実施者	長崎南部森林組合大村支所		
下刈年月日	平成 28 年 8 月 19 日～27 日 平成 29 年 8 月 10 日～18 日 平成 30 年 9 月 6 日～7 日		

③ 調査プロットの概要

表 4-39　プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,600 本/ha	No.1	15×15m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	15×15m	36 本	斜面中部に設置
	No.3	15×15m	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.4	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.5	12×12m	36 本	斜面中部に設置
合計			180 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 6 月 2 8 日／秋冬調査：平成 30 年 12 月 4 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。平成 28 年度に全てのプロットにおいて、枯死率が高かったが、その後は僅かに確認されるのみである。植栽 1 年目で誤伐が多く見られたことから、苗木が小さく見えづらかった等の可能性も考えられる。

表 4-40　活着率及び枯死原因（大村市）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1600	36	0	4（誤伐2・根浮1・不明1）	0	0	4	88.9	11.1	2
2	1600	36	0	3（誤伐1・不明2）	1（不明）	0	4	91.7	11.1	1
3	1600	36	0	4（不明4）	1（消失）	2（不明2）	7	88.9	19.4	0
4	2500	36	0	3（不明2・消失1）	0	0	3	91.7	8.3	0
5	2500	36	0	4（誤伐1・不明2）	0	1（誤伐）	4	88.9	11.1	2

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。樹高成長・肥大成長ともに良好な成長が見られる。

表 4-41　植栽木の成長状況（大村市）

長崎県大村市		①1,600本/ha				②2,500本/ha			
ヒノキ300cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.5	0.9	1.6	3.0	0.5	0.9	1.5	2.5
	標準偏差	0.1	0.1	0.3	0.6	0.1	0.1	0.3	0.5
	最小値	0.4	0.4	1.0	1.7	0.4	0.6	1.0	1.4
	最大値	0.7	1.3	2.6	4.4	0.7	1.2	2.5	4.5
樹高	平均値	52.6	76.9	128.7	192.8	52.4	74.3	115.7	163.3
	標準偏差	6.8	10.2	24.1	31.5	6.1	9.1	23.6	39.1
	最小値	34.9	58.2	76.2	109.6	36.2	55.2	71.4	78.0
	最大値	70	97.8	190.0	256.7	66.1	90.2	184.6	250.0
形状比	平均値	108	88.0	78.0	66.5	109.0	89.0	78.0	65.8
	標準偏差	19	18.0	14.0	10.6	16.0	16.0	14.0	14.9
	最小値	59	65.0	37.0	45.1	82.0	51.0	41.0	30.3
	最大値	154	161.0	128.0	102.0	151.0	134.0	123.0	99.4

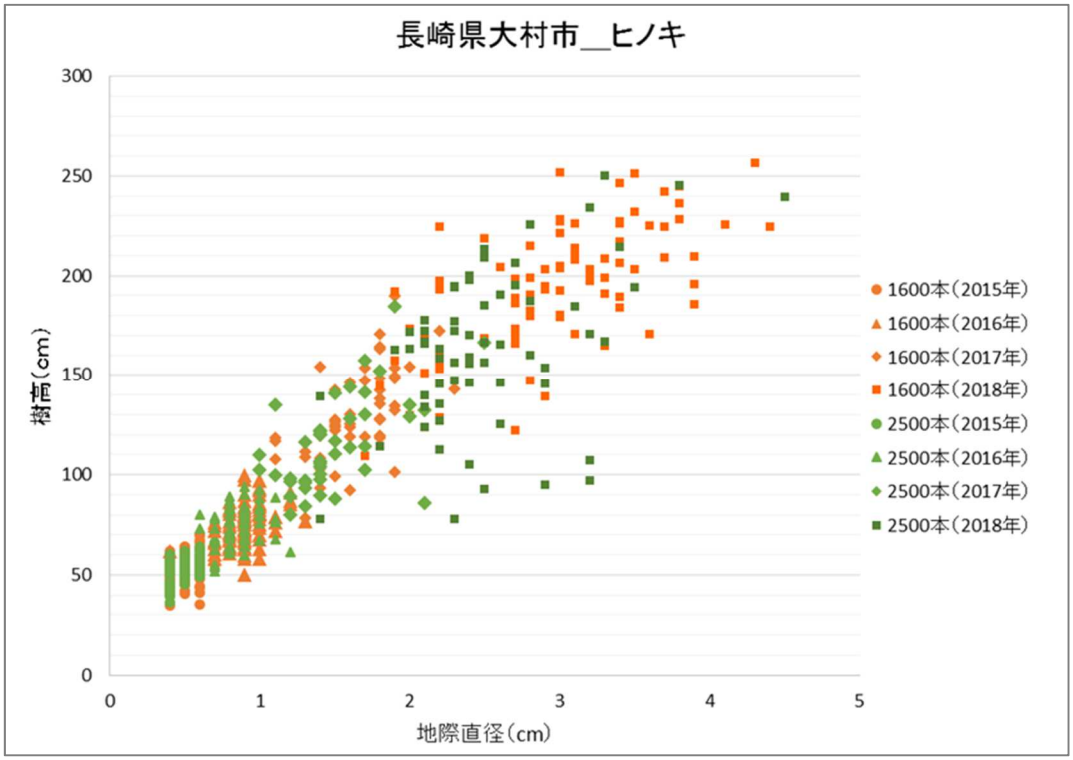


図 4-20　形状木の形状

⑤　下刈りの生産性

これまで、下刈りの実施の有無は以下のとおりである。

全調査期間において、下刈りを実施している。

表 4-42　下刈り履歴

密度調査区	プロット No.	H28～H30 下刈りの有無
1,600 本/ha	No.1	有
	No.2	有
	No.3	有
2,500 本/ha	No.4	有
	No.5	有

【雑草木との競争関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分については、両プロットとも C4 が本年度は見られず、C3 の割合も減少し、C1 及び C2 に推移している。。

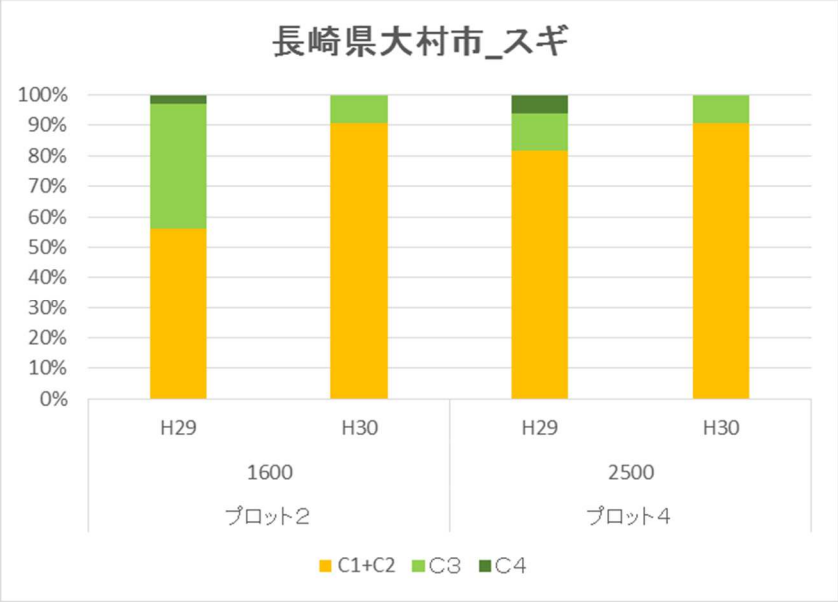


図 4-21　C 区分調査結果（大村市）

表 4-43　競合植生の優占種（大村市）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1600	低木草	・アオモジ(1.8m)	30%	・アカメガシワ(1.5m) ・ヌルデ(1.6m)
		草本層	・クサギ	90%	・フユイチゴ ・フモトシダ ・ススキ ・ヒヨドリバナ
4	2500	低木草	・アオモジ(1.3m)	10%	ー
		草本層	・フユイチゴ ・ツワブキ	90%	・アオモジ ・ベニシダ ・アカメガシワ ・ヒヨドリバナ

写真 4-12　C 区分調査プロットの様子（左：プロット No.2　右：プロット No.4）

【下刈り時間分析結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

2,500 本植栽区での、平均下刈り時間が長い結果となった。C 区分の割合等による影響は見られない。

表 4-44　下刈り時間分析結果（大村市）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1600	224.9	32.3	1437.5	**1520.0**	W氏	10	
2	1600	203.7	27.6	1352.8		K氏	5	
3	1600	219.1	38.8	1769.8		W氏	10	
4	2500	156.4	30.6	1956.4	**2004.8**	K氏	5	
5	2500	164.8	33.8	2053.3		W氏	10	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・植栽密度が多いと、作業に時間がかかる。地形や繁茂の状況と、雑木や枯木などでキックバックに注意しながら実施するため。

・新植後の下刈り作業での誤伐を無くすため、植栽時にピンクのテープを植栽木頂部に巻き付けている。下刈りの際は、草に埋もれていても見つけやすいため、誤伐は少なくなった。

・下刈りにかかる時間は、実施時期の遅れ等にもよる。

⑥　現地写真

施業前（平成 27 年）	地拵え後（平成 28 年 1 月）
下刈り前（平成 28 年 8 月）	下刈り前（平成 28 年 8 月）
下刈り前（平成 29 年 7 月）	下刈り前（平成 29 年 7 月）
下刈り前（平成 30 年 7 月）	下刈り後（平成 30 年 12 月）

写真 4-13　調査地の様子

(2)　長崎県　東彼杵郡（No.7）

①　位置図

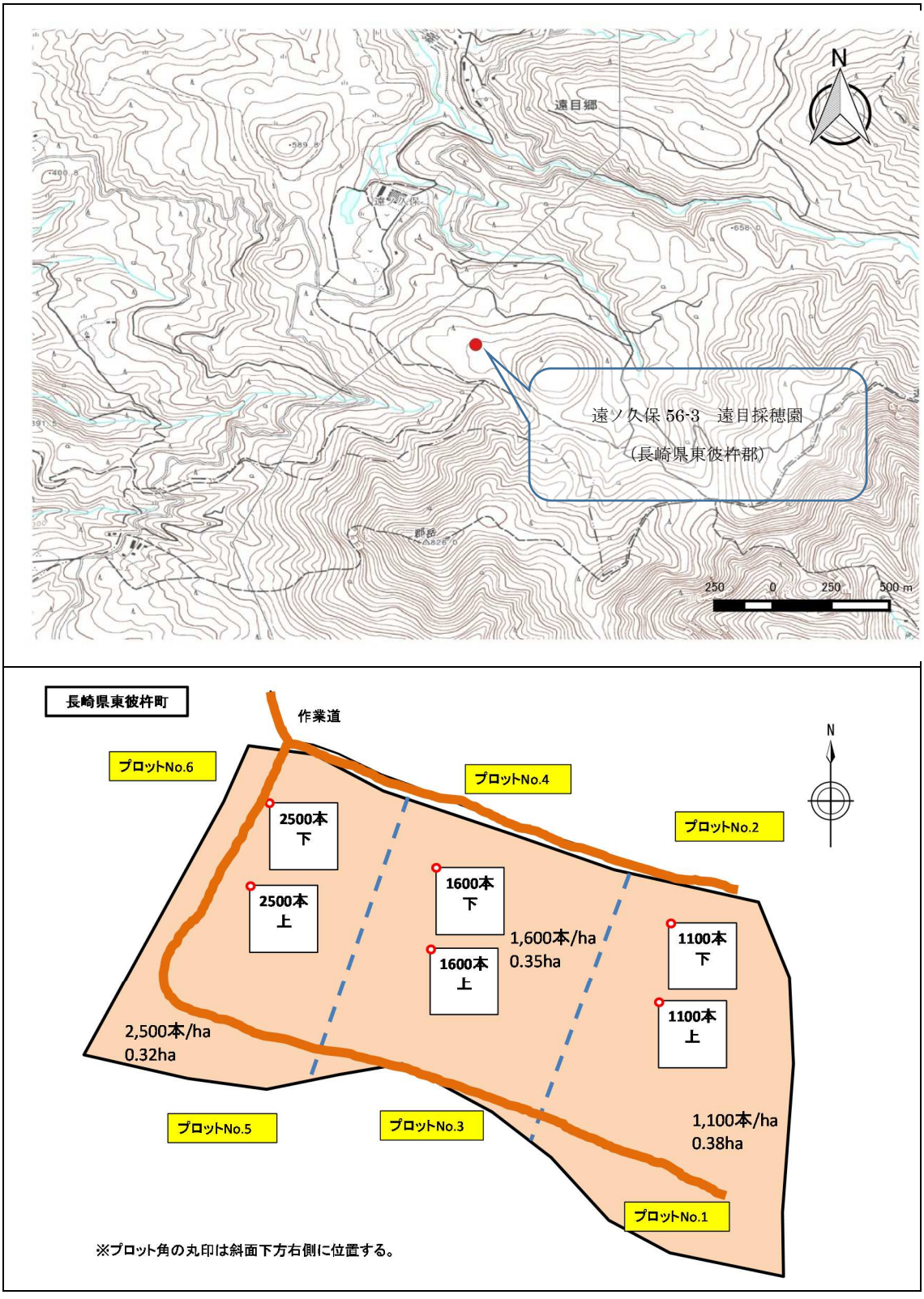


図 4-22　調査地

② 試験地の概要

長崎県東彼杵町は、平成 27 年度の植栽時には、前生樹の伐採に使用した林業機械（グラップル）により、機械地拵えを行う一貫作業として植栽が実施された。

表 4-45 調査地の情報

実証試験地	長崎県東彼杵郡東彼杵町遠ノ久保 56-3 遠目採穂園			
苗木種	ヒノキ 300cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.38ha	0.35ha	0.32ha	1.05ha
植栽本数	420 本	560 本	800 本	1,780 本
気温/ 降水量	17.3℃（年平均気温）/ 1,761.2mm（年降水量）（平年値、大村）			
標高/ 傾斜/ 方位	610～620m / 2～16° / N			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	長崎県長崎市江戸町 2-13 長崎県森林整備室森林整備班			
植栽実施者	長崎県東彼杵郡川棚町百津郷 39-125 東彼杵郡森林組合			
植栽日	平成 28 年 1 月 5～7 日（前生林分の伐採は平成 27 年 12 月）			
下刈実施者	東彼杵郡森林組合			
下刈年月日	平成 28 年 8 月 31 日～9 月 30 日 平成 29 年 8 月 28 日～8 月 31 日 平成 30 年 7 月 24 日			

③ 調査プロットの概要

表 4-46 プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	18×18m	36 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	36 本	斜面上部に設置
	No.4	15×15m	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			216 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏季調査：平成 30 年 6 月 28 日／秋冬調査：平成 30 年 12 月 4 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。植栽密度 2,500 本/ha のプロット 5 において、やや枯死率が高くなったが、原因は不明である。

表 4-47　活着率及び枯死原因（東彼杵町）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	36	0	2（不明1・イノシシ堀1）	2（不明2）	0	4	94.4	11.1	0
2	1100	36	0	0	0	3（不明3）	3	100.0	8.3	0
3	1600	36	0	1（不明1）	0	2（不明2）	3	97.2	8.3	0
4	1600	36	0	0	1（消失）	3（不明2・誤伐1）	4	100.0	11.1	1
5	2500	36	0	0	5（不明5）	3（誤伐1・不明2）	8	100.0	22.2	1
6	2500	36	0	2（不明1・イノシシ堀1）	1（誤伐）	0	3	94.4	8.3	1

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。樹高成長、肥大成長ともに良好な成長が見られる。

表 4-48　植栽木の成長状況（東彼杵町）

長崎県東彼杵		①1,100本/ha				②1,600本/ha				③2,500本/ha			
ヒノキ3000cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.4	1.1	1.6	2.7	0.4	1.0	1.6	2.5	0.4	1.0	1.6	2.4
	標準偏差	0.1	0.2	0.3	0.7	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.4	0.7
	最小値	0.3	0.6	1.0	1.2	0.3	0.7	0.9	1.4	0.3	0.6	0.9	1.2
	最大値	0.5	1.6	2.3	4.2	0.6	1.6	3.2	4.2	0.6	1.4	2.7	4.2
樹高	平均値	54.3	79.1	129.9	168.6	54.4	72.5	113.6	148.1	53.2	74.0	114.4	151.9
	標準偏差	6.9	7.6	17.3	25.8	5.6	6.3	13.1	18.7	6.8	7.3	16.3	22.1
	最小値	39.5	63.2	71.2	93.5	42.1	63.6	86.0	110.0	37.2	60.5	81.5	110.3
	最大値	69.1	97.2	174.5	223.0	66.3	86.8	148.2	186.2	67.5	95.8	149.7	202.0
形状比	平均値	130.0	75.0	83.0	65.8	137.0	70.0	74.0	59.9	130.0	72.0	76.0	66.6
	標準偏差	22.0	11.0	15.0	13.8	24.0	9.0	12.0	10.2	18.0	13.0	13.0	16.1
	最小値	81.0	51.0	54.0	38.1	90.0	55.0	43.0	41.9	86.0	50.0	44.0	42.5
	最大値	208.0	108.0	120.0	115.7	207.0	96.0	122.0	100.4	180.0	112.0	108.0	131.8

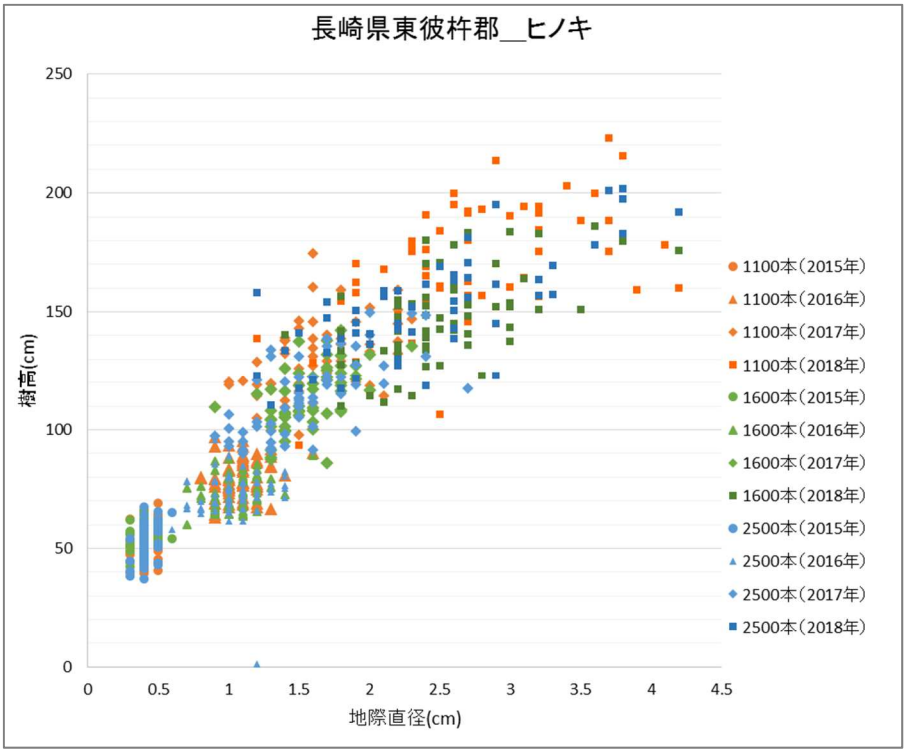


図 4-23　植栽木の形状

⑤　下刈りの生産性

これまでの下刈りの実施の有無は以下のとおりである。

平成 28 年度においては、プロット外は全面を刈り払い機による下刈りを実施するものとし、プロット内については、その半分を植栽木の周辺を手ガマによる坪刈り（ツル切りを含む）を実施し、プロット内の残り半分については試験的に未処理区として下刈りをせず、経過観察をするものとした。

平成 29 年度及び本年度においては、全てのプロットの全面を刈り払い機による下刈りを実施した。

表 4-49　下刈り履歴（東彼杵町）

密度調査区	プロット No.	H28 下刈り	H29 下刈り	H30 下刈り
1,100 本/ha	No.1	プロット内の半分を手鎌刈り・半分を経過観察	有	有
	No.2		有	有
1,600 本/ha	No.3		有	有
	No.4		有	有
2,500 本/ha	No.5		有	有
	No.6		有	有

【雑草木との競争関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分においては、全プロットにおいて昨年度より大幅に C1 及び C2 の割合が増加した。競合雑草は、1.5m程度のススキがメインであり、植栽木の樹高が 1.5mを超えるものが出てきたことによるものと考える。

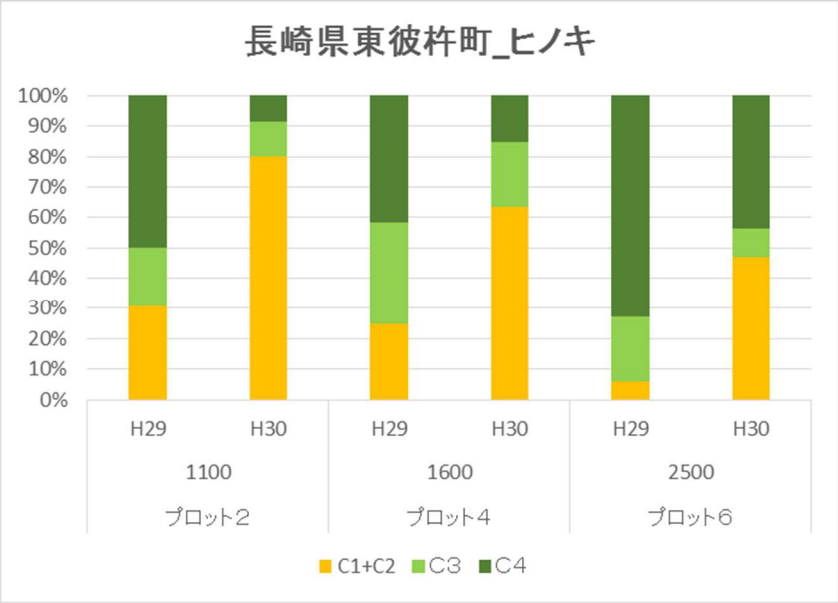
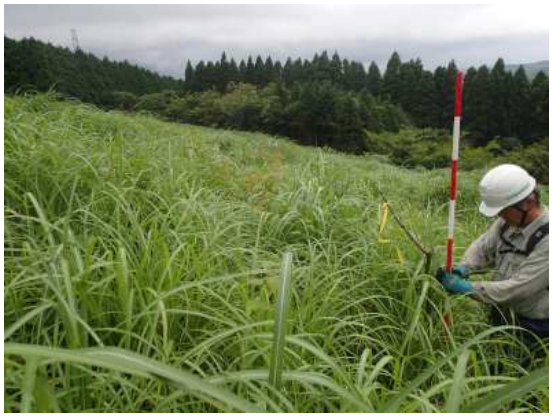


図 4-24　C区分調査結果（東彼杵町）

表 4-50　競合植生の優占種（東彼杵町）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1100	低木草	–	–	–
		草本層	・ススキ（1.5m）	95%	・タラノキ ・フユイチゴ
4	1600	低木草	–	–	–
		草本層	・ススキ（1.5m）	70%	・フユイチゴ ・スイカズラ ・タラノキ ・サルトリイバラ ・クマイチゴ
6	2500	低木草	–	–	–
		草本層	・ススキ（1.5m）	70%	・フユイチゴ ・タラノキ ・ナガバモミジイチゴ ・ヨモギ



左上：プロット No.1
右上：プロット No.3
左下：プロット No.6

写真 4-14　C 区分調査プロットの様子

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

2,500 本植栽区での、平均下刈り時間が長い結果となった。また、各プロット別に見ると、C4 の割合が最も高いプロット 6 で下刈り時間が最も長かった。

表 4-51　下刈り時間分析結果

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1100	321.1	43.3	1348.5	**1446.8**	S氏	25	O氏の機械より出力が大きい
2	1100	321.9	49.7	1545.1		O氏	25	
3	1600	225.5	24.6	1090.0	**1233.2**	S氏	25	O氏の機械より出力が大きい
4	1600	216.1	29.8	1376.4		O氏	25	
5	2500	144.1	28.7	1989.0	**2102.0**	S氏	25	O氏の機械より出力が大きい
6	2500	147.9	32.8	2215.0		O氏	25	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・植栽間隔 2m×2m が従来から慣れているので、作業時間が早いと思ったが、計測すると 2.5m×2.5m 間隔が時間的には短く下刈りできた。これは草払い機の長さによるものだと考えられる。

・2m 間隔はすぐ近くに植栽があるので大振りできないが、2.5m 間隔であれば、誤伐にならない。3.0m 間隔は草が多くなってくるので、体力的にしんどい。

・誤伐が発生している箇所は、石等の障害物等で本来の位置とずれた場所である。

・7 月以降になると草丈が急に伸び、植栽木を被覆してしまう。５～６月に実施したほうが、誤伐も無くなる。また、暑い盛りに実施する際とは人工も変ってくるだろう。

⑥　現地写真

地拵え後（平成 27 年）	植栽後（平成 27 年）
下刈り前（平成 28 年 8 月）	下刈り前（平成 28 年 8 月）
下刈り前（平成 29 年 7 月）	下刈り前（平成 29 年 7 月）
下刈り前（平成 30 年 7 月）	下刈り後（平成 30 年 12 月）

写真 4-15　調査地の様子

(3)　熊本県　美里町（No.8）

①　位置図

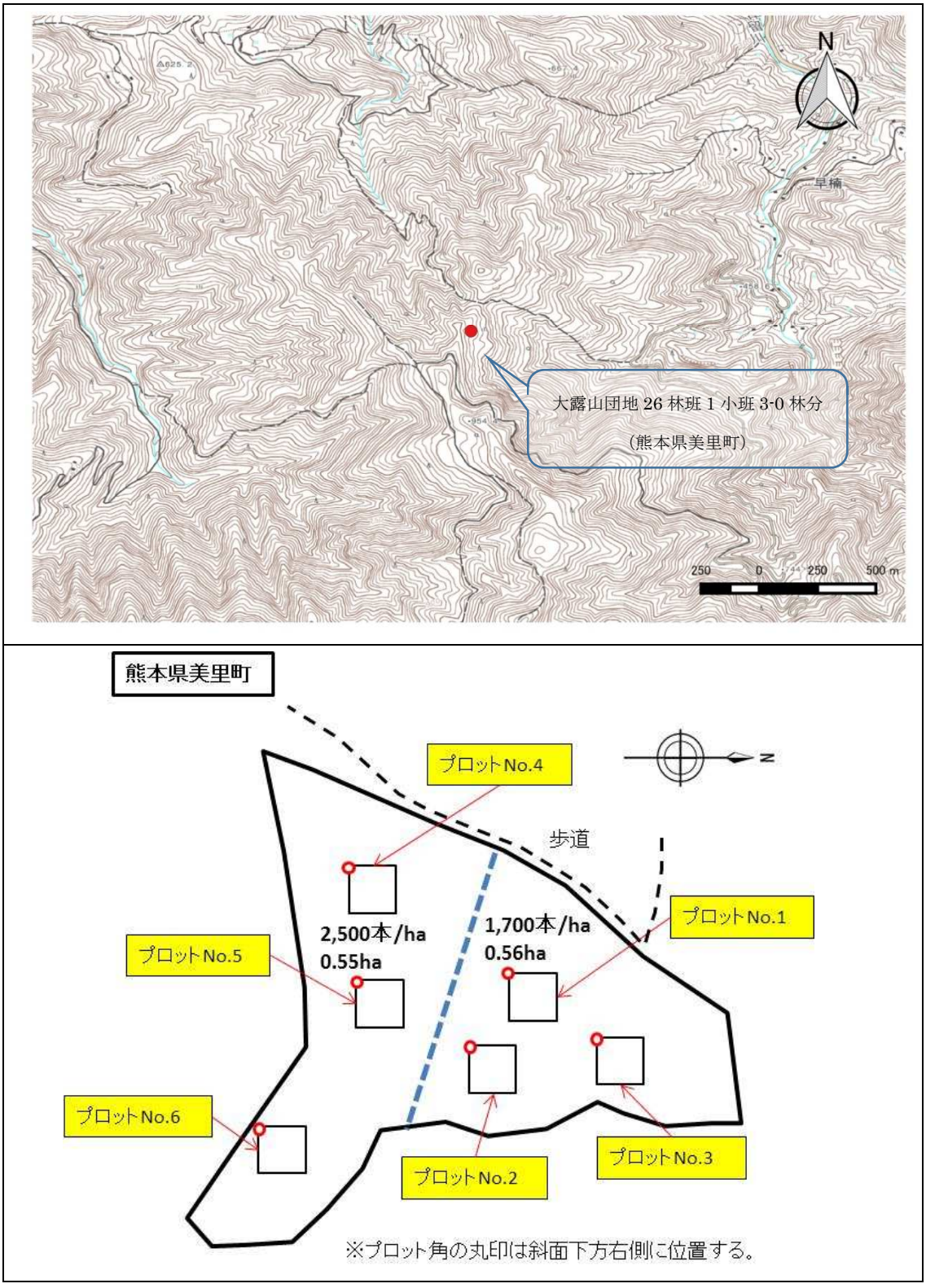


図 4-25　調査地

② 試験地の概要

表 4-52 調査地の情報

実証試験地	熊本県美里町大露山団地 26 林班 1 小班 3-0 林分		
苗木種	スギ 300cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,700 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.56ha	0.55ha	1.11ha
植栽本数	952 本	1,375 本	2,327 本
気温/ 降水量	16.1℃（年平均気温）/ 2,096.5mm（年降水量）（平年値、甲佐）		
標高/ 傾斜/ 方位	665～690m / 11～30° / E～SE		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	熊本県熊本市中央区水前寺 6-18-1 熊本県庁森林整備課県有林班		
植栽実施者	熊本県熊本市中央区新屋敷 1-5-4 熊本県森林組合連合会		
植栽日	平成 28 年 2 月 10～13 日（前生林分の伐採は平成 27 年 11 月）		
下刈実施者	熊本県森林組合連合会		
下刈年月日	平成 29 年 8 月 23 日～29 日 平成 30 年 8 月下旬		

③ 調査プロットの概要

表 4-53 プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,700 本/ha	No.1	15×15m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	15×15m	36 本	斜面中部に設置
	No.3	15×15m	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.4	12×12m	35 本	斜面上部に設置
	No.5	12×12m	36 本	斜面中部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			215 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 6 月 3 日／秋冬調査：平成 30 年 12 月 23 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットとも活着率は 97%以上となっている。1,700 本植栽区において、誤伐による枯死が多いが、原因は不明である。

表 4-54　活着率及び枯死原因（美里町）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1700	36	0	0	1（消失）	1（消失）	2	100.0	5.6	0
2	1700	36	0	0	2（誤伐1・不明1）	3（誤伐3）	5	100.0	13.9	4
3	1700	36	0	0	0	5（誤伐4・不明1）	5	100.0	13.9	4
4	2500	36	0	0	0	1（シカ食）	1	100.0	2.8	0
5	2500	36	0	1（消失）	1（不明）	2（誤伐）	4	97.2	11.1	2
6	2500	36	0	0	0	1（不明）	1	100.0	2.8	0

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。樹高成長・肥大成長共に良好な成長がみられる。

表 4-55　植栽木の成長状況（美里町）

熊本県美里町		①1,700本/ha				②2,500本/ha			
ヒノキ300cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.7	1.0	1.4	2.4	0.7	1.1	1.7	2.9
	標準偏差	0.1	0.2	0.3	0.6	0.1	0.2	0.5	0.8
	最小値	0.5	0.7	0.7	1.1	0.5	0.7	0.6	1.3
	最大値	1.0	1.4	2.3	4.4	0.9	1.6	3.1	4.8
樹高	平均値	55.4	65.9	91.8	128.7	55.2	66.0	104.1	150.1
	標準偏差	7.9	9.0	12.6	22.1	8.2	10.6	23.1	37.0
	最小値	33.8	44.8	61.5	79.3	35.0	41.7	56.4	73.6
	最大値	70.5	92.1	126.6	201.5	70.2	96.0	182.2	253.5
形状比	平均値	82.0	64.0	68.0	56.8	80.0	61.0	62.0	52.1
	標準偏差	17.0	10.0	12.0	11.6	13.0	10.0	9.0	6.7
	最小値	40.0	45.0	45.0	32.4	50.0	36.0	44.0	29.9
	最大値	124.0	101.0	111.0	116.1	108.0	87.0	101.0	67.3

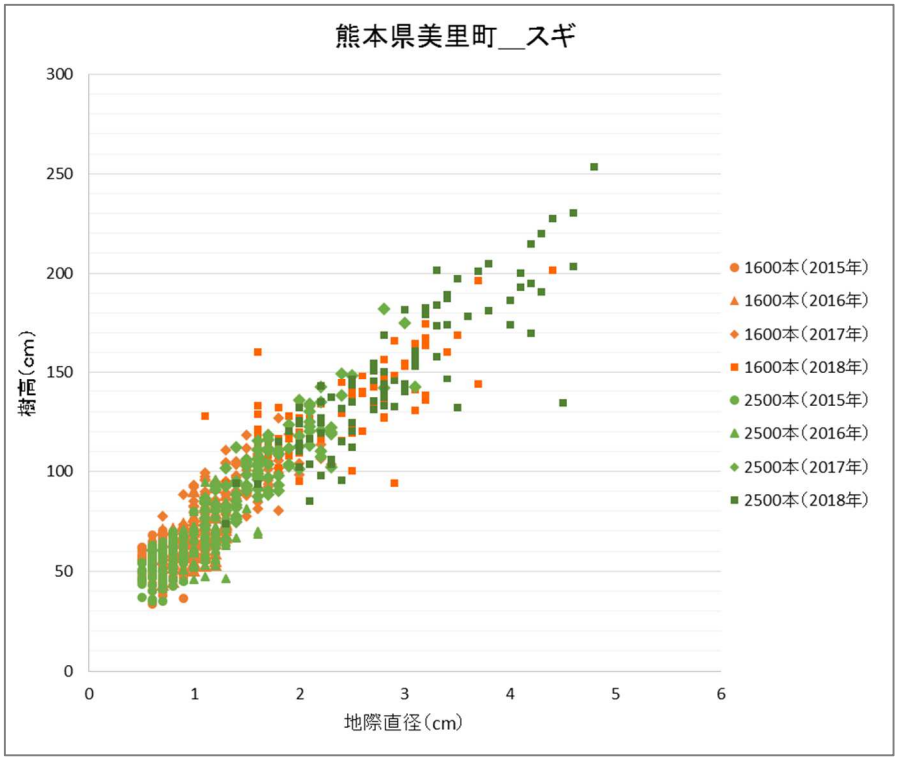


図 4-26　植栽木の形状

⑤　下刈りの生産性

これまでの下刈りの実施の有無は、以下のとおりである。

平成 28 年度においては雑草木の繁茂量が少なく、試験地すべてで下刈りを実施していない。平成 29 年度及び本年度においては、全プロットで下刈りを実施した。

表 4-56　下刈り履歴（美里町）

密度調査区	プロット No.	H28 下刈り	H29 下刈り	H30 下刈り
1,700 本/ha	No.1	無	有	有
	No.2	無	有	有
	No.3	無	有	有
2,500 本/ha	No.4	無	有	有
	No.5	無	有	有
	No.6	無	有	有

【競争木との競争関係】

夏期調査にて実施した、C 区分調査ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分においては、両調査区共に、C1 及び C2 の割合が増加しているが、部分的に継続して C4 となる箇所があることが分かる。競合植生は 1.5m程度のススキがメインであることから、1.5m未満の植栽木が存在することによるものと考える。

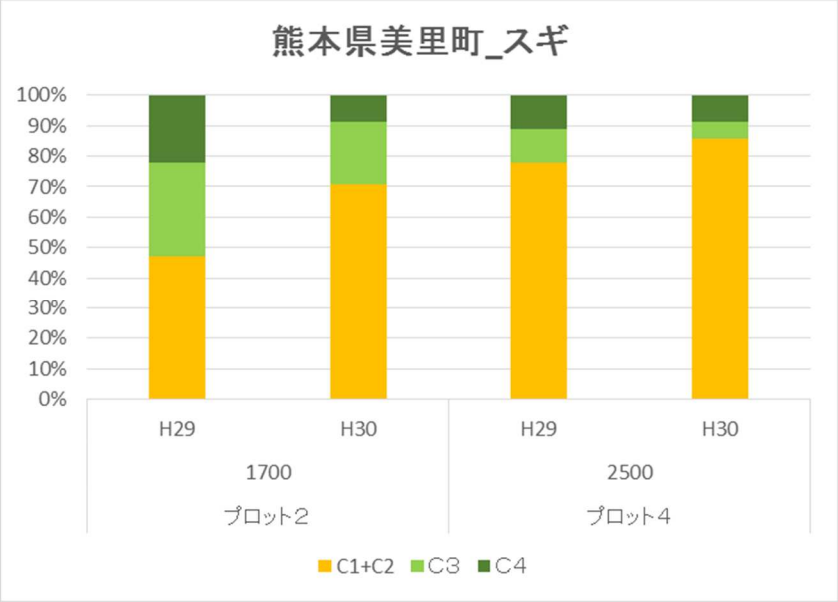


図 4-27　C 区分調査結果（美里町）

表 4-57　競合植生の優占種（美里町）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1700	低木草	–	–	–
		草本層	・ススキ（1.7m） ・ナガバモミジイチゴ	90%	・マツカゼソウ ・タケニグサ
4	2500	低木草	–	–	–
		草本層	・ススキ（1.6m） ・チヂミザサ	70%	・ナガバモミジイチゴ ・マツカゼソウ ・タケニグサ

写真 4-16　C区分調査プロットの様子（左：プロット No.2　右：プロット No.4）

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

1,700 本植栽区での平均下刈り時間が長い結果となった。

表 4-58　下刈り時間分析結果（美里町）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1700	185.0	37.8	2045.1	2170.8	H氏	24	
2	1700	217.6	46.1	2119.2		H氏	24	
3	1700	256.2	60.2	2348.1		H氏	24	
4	2500	169.4	32.8	1932.9	1999.3	H氏	24	
5	2500	159.1	33.8	2121.5		H氏	24	
6	2500	142.8	27.8	1943.6		H氏	24	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・低密度地の下刈りは、やりやすい草が多い。

・切り株の高いものは刃が当たりやすくキックバックしやすい。

・1700 本植栽地は傾斜があり、カヤのまとまりが多かった。

・2500 本植栽地はバラ科が多く、低い草が多かった。

・誤伐防止を考えるのであれば、3 年生くらいまでは草に覆われるため年 2 回実施する。
また、植栽間隔を守ると良いと考える。

・低密度は植栽間隔が広いため、枯れた場合は補植の検討が必要。

・獣害対策と下刈りを考え、早く苗木を成長させ下刈り回数を減らすことも必要。

⑥　現地写真

施業前（平成 27 年）

植栽後（平成 28 年 2 月）

下刈り前（平成 28 年 7 月）

下刈り前（平成 28 年 7 月）

下刈り前（平成 29 年 7 月）

下刈り前（平成 29 年 7 月）

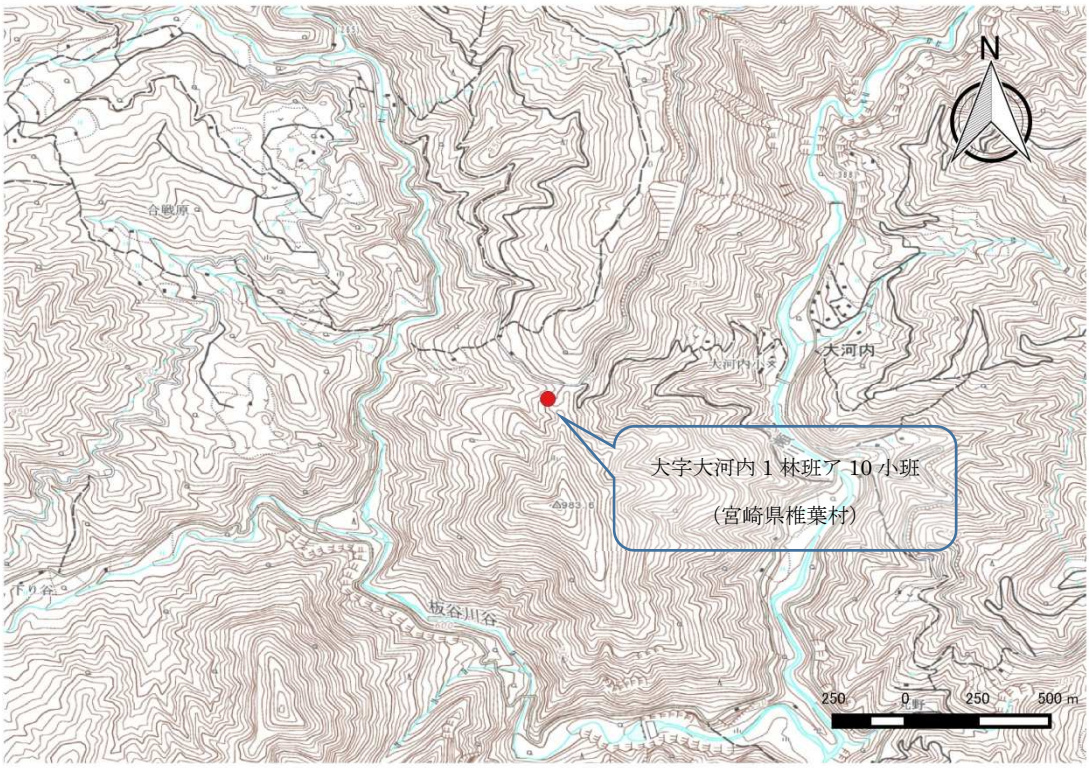
下刈り前（平成 30 年 7 月）

下刈り前（平成 30 年 12 月）

写真 4-17　調査地の様子

（4）　宮崎県　椎葉村（No.9）

①　位置図



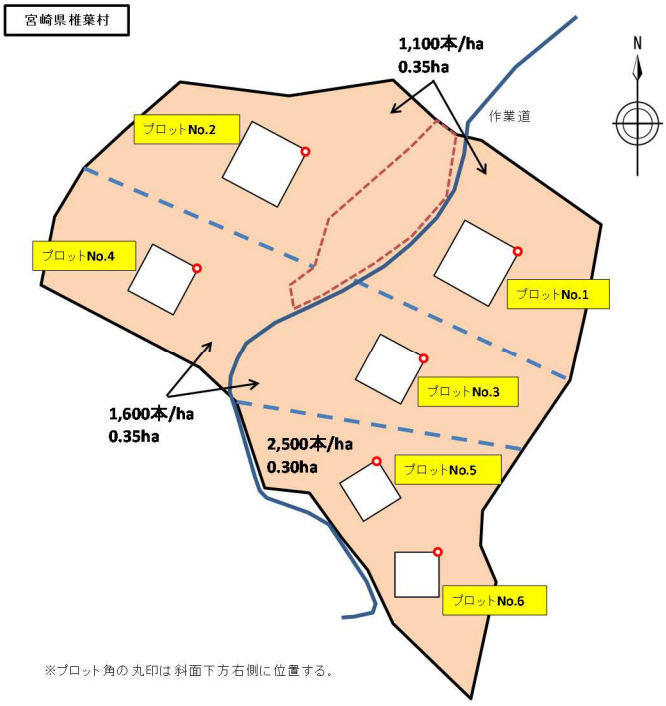


図 4-28　調査地

② 試験地の概要

表 4-59 調査地の情報

実証試験地	宮崎県椎葉村大字大河内 1 林班ア 10 小班			
苗木種	スギ 300cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.35ha	0.35ha	0.30ha	1.00ha
植栽本数	385 本	560 本	750 本	1,695 本
気温/ 降水量	12.7℃（年平均気温）/ 2,364.4mm（年降水量）（平年値、鞍岡）			
標高/ 傾斜/ 方位	830～870m / 13～37° / NW～SW			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	宮崎県東臼杵郡椎葉村大字下福良 1762-1 椎葉村林業振興グループ			
植栽実施者	宮崎県東臼杵郡椎葉村大字下福良 1758-1 耳川広域森林組合椎葉支所			
植栽日	平成 28 年 2 月 3～5 日（前生林分の伐採は平成 25 年 11 月）			
下刈実施者	耳川広域森林組合椎葉支所			
下刈人月日	平成 28 年 9 月 23 日～26 日 平成 29 年 8 月 30 日～9 月 4 日 平成 30 年 8 月下旬			

③ 調査プロットの概要

表 4-60 プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	18×18m	36 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	36 本	斜面上部に設置
	No.4	15×15m	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面上部に設置
合計			216 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 6 月 28 日／秋冬期調査：平成 30 年 12 月 14 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットとも活着率は 100%となっており、また、その後の枯死率も低い。

表 4-61　活着率及び枯死原因

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	36	0	0	0	1（消失）	1	100.0	2.8	0
2	1100	36	0	0	1（誤伐）	0	1	100.0	2.8	1
3	1600	36	0	0	0	0	0	100.0	0.0	0
4	1600	36	0	0	1（不明）	0	1	100.0	2.8	0
5	2500	36	0	0	0	1（誤伐）	1	100.0	2.8	1
6	2500	36	0	0	1（不明）	1（誤伐）	2	100.0	5.6	1

※なんらかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。植栽密度 1,100 本/ha において、形状比の増加が見られた。

表 4-62　植栽木の成長状況（椎葉村）

宮崎県椎葉村		①1,100本/ha				②1,600本/ha				③2,500本/ha			
ヒノキ300cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.7	0.9	1.1	1.5	0.7	0.8	1.1	1.5	0.7	0.9	1.1	1.6
	標準偏差	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3
	最小値	0.4	0.6	0.7	0.4	0.5	0.7	0.6	0.8	0.5	0.6	0.4	0.9
	最大値	1.2	2.0	1.6	2.7	1.1	1.2	1.6	2.0	1.1	1.1	1.5	2.7
樹高	平均値	48.5	66.4	87.5	113.8	50.9	63.6	82.1	105.3	52.4	64.3	84.9	117.3
	標準偏差	7.7	12.5	19.1	23.6	6.7	8.1	11.4	17.6	5.7	6.9	13.5	22.4
	最小値	29.0	24.2	22.0	64.3	37.0	40.1	56.0	33.4	37.6	45.0	39.0	39.1
	最大値	67.2	94.2	125.2	172.2	71.0	84.4	114.4	151.4	66.4	79.2	117.4	169.4
形状比	平均値	76.0	73.0	77.0	80.9	73.0	75.0	77.0	73.1	75.0	74.0	79.0	74.9
	標準偏差	16.0	14.0	14.0	27.9	7.0	8.0	13.0	11.4	12.0	10.0	13.0	11.6
	最小値	50.0	38.0	24.0	51.4	37.0	40.0	47.0	37.1	44.0	40.0	51.0	43.4
	最大値	120.0	97.0	104.0	285.5	71.0	89.0	114.0	105.0	108.0	98.0	112.0	107.8

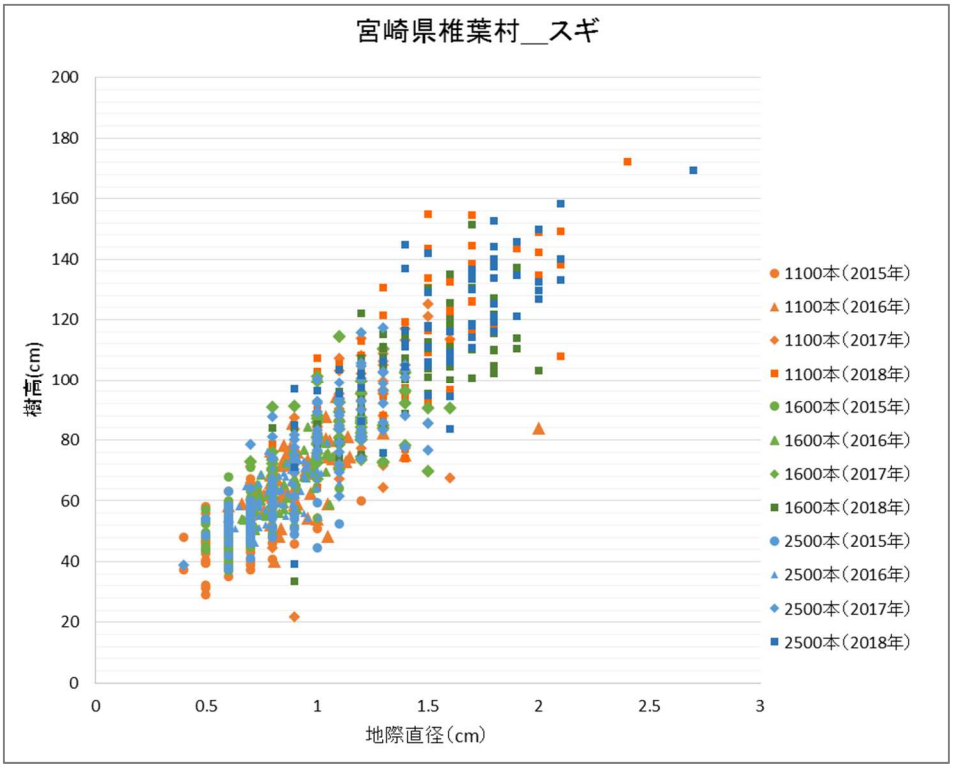


図 4-29　植栽木の形状

⑤　下刈りの生産性

これまでの、下刈り実施の有無は以下のとおりである。

平成 28 年度から本年度まで、全プロットにて下刈りを実施している。

表 4-63　下刈り履歴（椎葉村）

密度調査区	プロット No.	H28～H30 下刈り
1,100 本/ha	No.1	有
	No.2	有
1,600 本/ha	No.3	有
	No.4	有
2,500 本/ha	No.5	有
	No.6	有

【雑草木との競争関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分調査において、1,100 本植栽区プロット 2 では、C4・C3 の割合の増加が見られた。競合植生には 1.6m 以上のススキがメインとなっている。

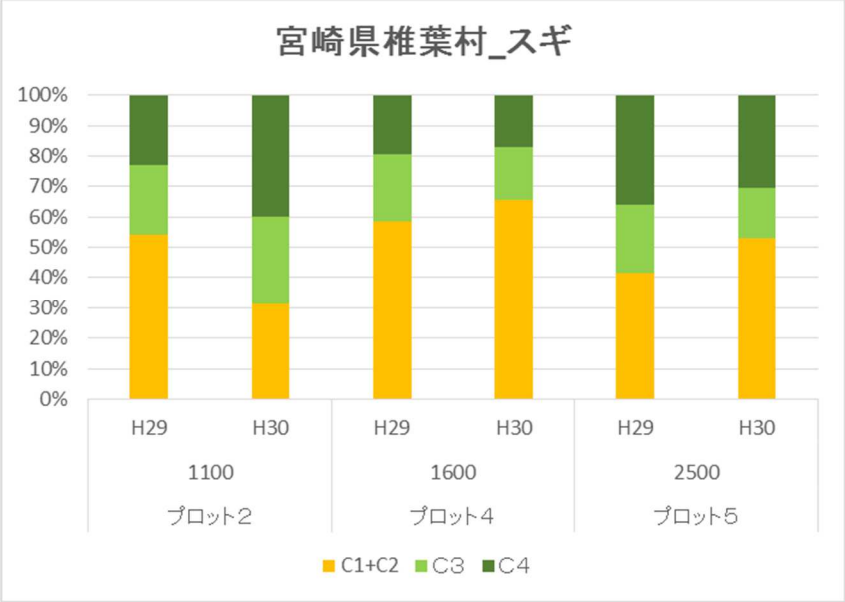


図 4-30　C 区分調査結果（椎葉村）

表 4-64　競合植生の優先種（椎葉村）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1100	低木草	–	–	–
		草本層	・ススキ（1.6m）	80%	・タケニグサ ・ナガバモミジイチゴ ・イワヒメワラビ ・チャノキ
4	1600	低木草	–	–	–
		草本層	・ススキ（1.7m）	95%	・クマイチゴ ・タケニグサ ・スズタケ
5	2500	低木草	–	–	–
		草本層	・ススキ（1.8m）	90%	・スズタケ ・タケニグサ ・クマイチゴ

左上：プロット No.2
右上：プロット No.4
左下：プロット No.5

写真 4-18　C 区分調査プロットの様子

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの、下刈り時間の計測結果を以下に示す。

2,500 本植栽区での平均下刈り時間が長い結果となった。2,500 本植栽区両プロットにおいては、本年度誤伐が見られた。

表 4-65　下刈り時間分析結果（椎葉村）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1100	345.5	28.7	829.7	**941.8**	K氏	9	
2	1100	344.0	36.3	1053.9		K氏	9	
3	1600	231.1	13.4	580.6	**792.4**	K氏	9	
4	1600	261.4	26.3	1004.3		K氏	9	
5	2500	186.0	20.4	1097.7	**1017.6**	K氏	9	※本年度、誤伐有
6	2500	168.0	15.8	937.4		K氏	9	※本年度、誤伐有

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・植栽密度別では、そこまで差はないと思う。多少有るとすれば、スギを探すのが減るぐらいだと思う。

・時間の差が生じたのは、草の繁りで変わったのだと思う。くわえて、地形の影響も大きい。

・草が繁っていて誤伐につながった。

・等高線上に植付けをすると、スギが見つけやすく誤伐が減ると思う。

・低密度になると、除間伐の頻度が減るのではないか。

・樹冠閉鎖が進まないので、下層植生が繁るのではないか。

・コンテナ苗は、活着はいいが、成長はそこまで早くない。

⑥　現地写真

施業前（平成 27 年）

下刈り前（平成 28 年 7 月）

下刈り前（平成 28 年 7 月）

下刈り前（平成 29 年 7 月）

下刈り前（平成 29 年 7 月）

下刈り前（平成 30 年 7 月）

下刈り後（平成 30 年 12 月）

写真 4-19　調査地の様子

（5）　鹿児島県　薩摩川内市（No.10）

①　位置図

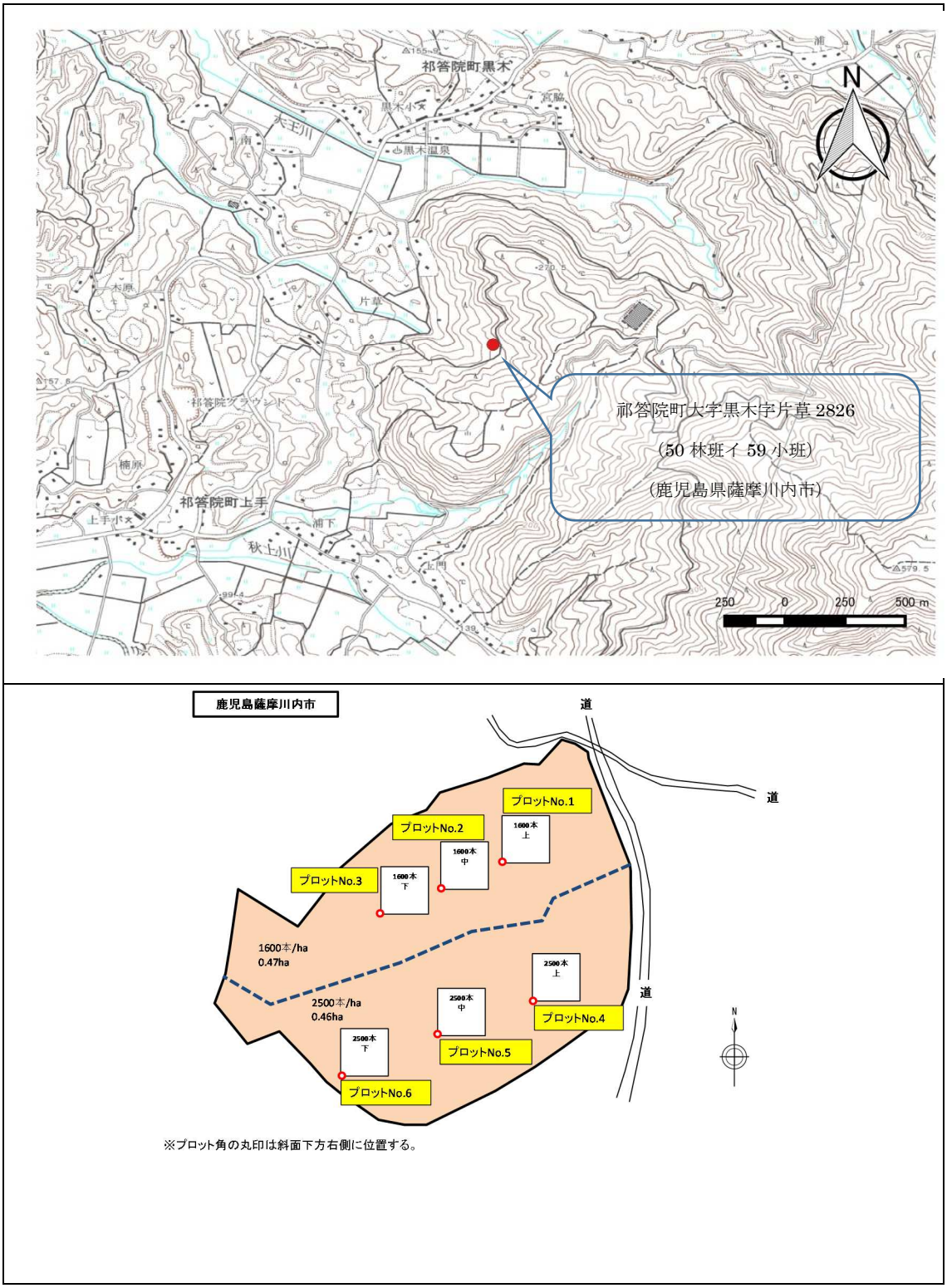


図 4-31　調査地

② 試験地の概要

表 4-66 調査地の情報

実証試験地	鹿児島県薩摩川内市祁答院町大字黒木字片草 2826 50 林班イ 59 小班		
苗木種	スギ 300cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.47ha	0.46ha	0.93ha
植栽本数	752 本	1,150 本	1,902 本
気温/ 降水量	17.0℃（年平均気温）/ 2,281.4mm （年降水量）（平年値、川内）		
標高/ 傾斜/ 方位	180～195m / 11～19° / W		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	鹿児島県薩摩川内市神田町 3-22 薩摩川内市林務水産課		
植栽実施者	鹿児島県薩摩郡さつま町西新町 20-12 株式会社はなぶさ		
植栽日	平成 27 年 12 月 24 日（前生林分の伐採は平成 26 年 11 月）		
下刈実施者	株式会社はなぶさ		
下刈年月日	平成 28 年 8 月 23 日、24 日 平成 29 年 8 月 17 日～24 日 平成 30 年 8 月 20 日		

③ 調査プロットの概要

表 4-67 プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,600 本/ha	No.1	15×15m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	15×15m	35 本	斜面中部に設置
	No.3	15×15m	34 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.4	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.5	12×12m	36 本	斜面中部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			213 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 6 月 28 日／秋冬調査：平成 30 年 11 月 28 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットとも活着率は 86%以上となっている。また、本年度について、枯死は見られなかった。

表 4-68　活着率及び枯死原因（薩摩川内市）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1600	36	0	2（不明1・被圧1）	2（食害2）	0	4	94.4	11.1	0
2	1600	35	0	0	3（消失3）	0	3	100.0	8.6	0
3	1600	36	0	2（誤伐2）	5（誤伐1・消失4）	0	7	94.4	19.4	3
4	2500	36	0	5（ウサギ食1・消失2・不明2）	0	0	5	86.1	13.9	0
5	2500	36	0	0	2（消失2）	0	2	100.0	5.6	0
6	2500	36	0	1（ウサギ食）	1（ウサギ食）	0	2	97.2	5.6	0

※なんらかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。平成 29 年度から本年度にかけて、樹高成長・肥大成長ともに非常に良好な成長となっている。

表 4-69　植栽木の成長状況

鹿児島県薩摩川内		①1,600本/ha				②2,500本/ha			
スギ300cc		H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.6	1.0	1.8	3.4	0.6	1.1	2.1	3.8
	標準偏差	0.1	0.3	0.8	1.6	0.1	0.2	0.6	1.2
	最小値	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4	0.6	0.8	1.0
	最大値	0.7	1.8	3.6	7.8	0.8	1.8	3.2	6.1
樹高	平均値	49.6	79.5	137.8	188.8	50.7	88.5	152.0	212.1
	標準偏差	7.7	16.7	38.7	65.2	7.6	17.4	29.9	45.7
	最小値	26.4	22.0	39.8	33.0	30.0	17.8	53.5	67.0
	最大値	69.0	115.2	208.0	333.0	69.0	125.6	213.0	308.0
形状比	平均値	86.0	83.0	82.0	59.5	88.0	83.0	76.0	58.5
	標準偏差	16.0	16.0	16.0	12.7	16.0	14.0	14.0	9.8
	最小値	53.0	38.0	51.0	38.3	50.0	23.0	32.0	43.3
	最大値	154.0	147.0	143.0	101.8	133.0	117.0	112.0	84.4

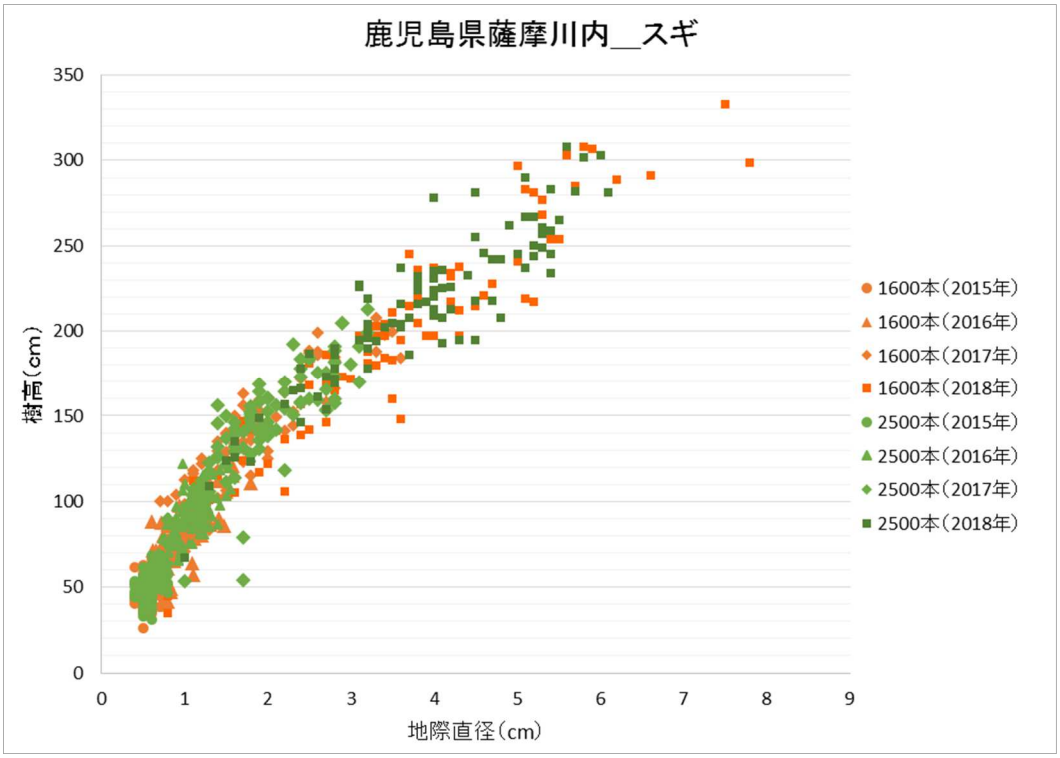


図 4-32　植栽木の形状

⑤　下刈りの生産性

これまでの、下刈りの実施の有無は以下のとおりである。

平成 28 年度においては、２つのプロット（No.２,５）を除き、下刈りを実施した。平成 29 年度及び本年度においては、全プロットで下刈りを実施した。

表 4-70　下刈り履歴（薩摩川内市）

密度調査区	プロット No.	H28 下刈り	H29 下刈り	H30 下刈り
1,600 本/ha	No.1	有	有	有
	No.2	無	有	有
	No.3	有	有	有
2,500 本/ha	No.4	有	有	有
	No.5	無	有	有
	No.6	有	有	有

【雑草木との競争関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分調査について、全プロットにおいて昨年度に比べ C1 及び C2 の割合が増加している。競合雑草木については、低木層に２m 程度の植生高の高い種が出現している。

樹高成長が非常に良好であると同時に、競合雑草木の成長もよかったものと考えられる。

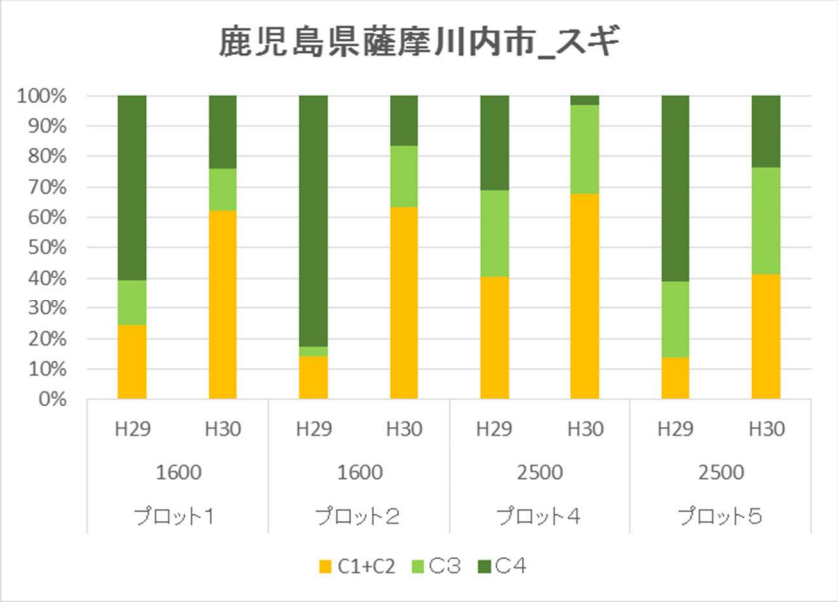


図 4-33　C 区分調査結果（薩摩川内市）

表 4-71　競合植生の優占種（薩摩川内市）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
1	1600	低木草	・アカメガシワ（1.7m） ・アオモジ（2.0m） ・クマイチゴ（1.7m） ・センダン（2.2m）	70%	–
		草本層	・ススキ（2.2m）	20%	・フユイチゴ ・ナガバモミジイチゴ ・ウラジロ ・カラスザンショウ ・クサギ
2	1600	低木草	・アカメガシワ（1.6m） ・センダン（1.8m） ・クマイチゴ（1.8m） ・ススキ（1.9m）	40%	–
		草本層	–	50%	・ススキ ・コシダ ・フユイチゴ
4	2500	低木草			
		草本層	未調査		
5	2500	低木草			
		草本層			

左上：プロット No.1
右上：プロット No.2
左下：プロット No.4

写真 4-20　C 区分調査プットの様子

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

1,600 本植栽区での平均下刈り時間が長い結果となった。

表 4-72　下刈り時間分析結果（薩摩川内市）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1600	223.7	55.8	2492.0	**2392.7**	K氏	2	
2	1600	219.5	52.6	2395.2		K氏	2	
3	1600	208.4	47.8	2290.9		K氏	2	
4	2500	141.5	36.4	2573.6	**2275.4**	K氏	2	
5	2500	138.5	28.9	2089.0		K氏	2	
6	2500	142.3	30.8	2163.5		K氏	2	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・植栽密度別では、そこまで差はないと思う。多少は、有るとすれば、スギを探すのが減るぐらいだと思う

・時間の差が生じたのは、草の繁りで変わったのだと思う。また、地形の影響も大きい

・草が繁っていて誤伐につながった。

・等高線上に植付けをすると、スギが見つけやすく誤伐が減ると思う。

・低密度になると、除間伐の頻度が減るのではないか。

・樹幹閉鎖が進まないので、下層植生が繁るのではないか。

・コンテナ苗は、活着はいいが、成長はそこまで早くない。

⑥　現地写真

施業前（平成 27 年）

地拵え後（平成 28 年 1 月）

下刈り前（平成 28 年 7 月）

下刈り前（平成 28 年 7 月）

下刈り前（平成 29 年 7 月）

下刈り前（平成 29 年 7 月）

下刈り前（平成 30 年 7 月）

下刈り後（平成 30 年 11 月）

写真 4-21　調査地の様子

4－3.　平成 28 年度植栽地での実施結果

平成 28 年度に植栽を実施した調査地を以下に示す。

表 4-73　平成 28 年度植栽地　一覧（全 7 箇所）

No.	場所	苗木種	植栽密度（本/ha）	植栽面積（ha）		植栽本数（本）		下刈時期	H30 調査日		備考
									夏季	秋冬期	
1	茨城県日立市（小松沢国有林）	ヒノキ 150cc コンテナ苗	1,100	0.83	1.59	900	2,400	8 月	7 月	12 月	
			1,600	0.39		600					
			2,500	0.37		900					
2	茨城県日立市（民有林）	スギ 150cc コンテナ苗	1,100	0.35	1.03	385	1,695	8 月	7 月	12 月	
			1,600	0.35		560					
			2,500	0.33		750					
3	岐阜県高山市（民有林）	カラマツ 150cc コンテナ苗	1,100	0.30	0.90	330	1,560	8 月	8 月	11 月	シカ柵設置
			1,600	0.30		480					
			2,500	0.30		750					
4	岐阜県高山市（民有林）	ヒノキ 150cc コンテナ苗	1,100	0.35	1.00	385	1,695				シカ柵設置
			1,600	0.35		560					
			2,500	0.30		750					
5	岡山県加賀郡（加茂山国有林）	ヒノキ 150cc コンテナ苗	1,100	0.29	0.86	323	1,492	8 月	8 月	10 月	
			1,600	0.29		468					
			2,500	0.28		701					
6	高知県四万十町（大谷山国有林）	ヒノキ 150cc コンテナ苗	1,100	0.31	0.98	341	1,733	9 月	7 月	10 月	
			1,600	0.33		528					
			2,500	0.34		864					
7	宮崎県都城市（民有林）	スギ大型コンテナ苗	1,100	0.35	1.20	387	1,753	8 月	6 月	11 月	シカ柵設置
			1,600	0.28		443					
			2,500	0.37		923					
		スギ 300cc コンテナ苗	2,500	0.20		501	501				

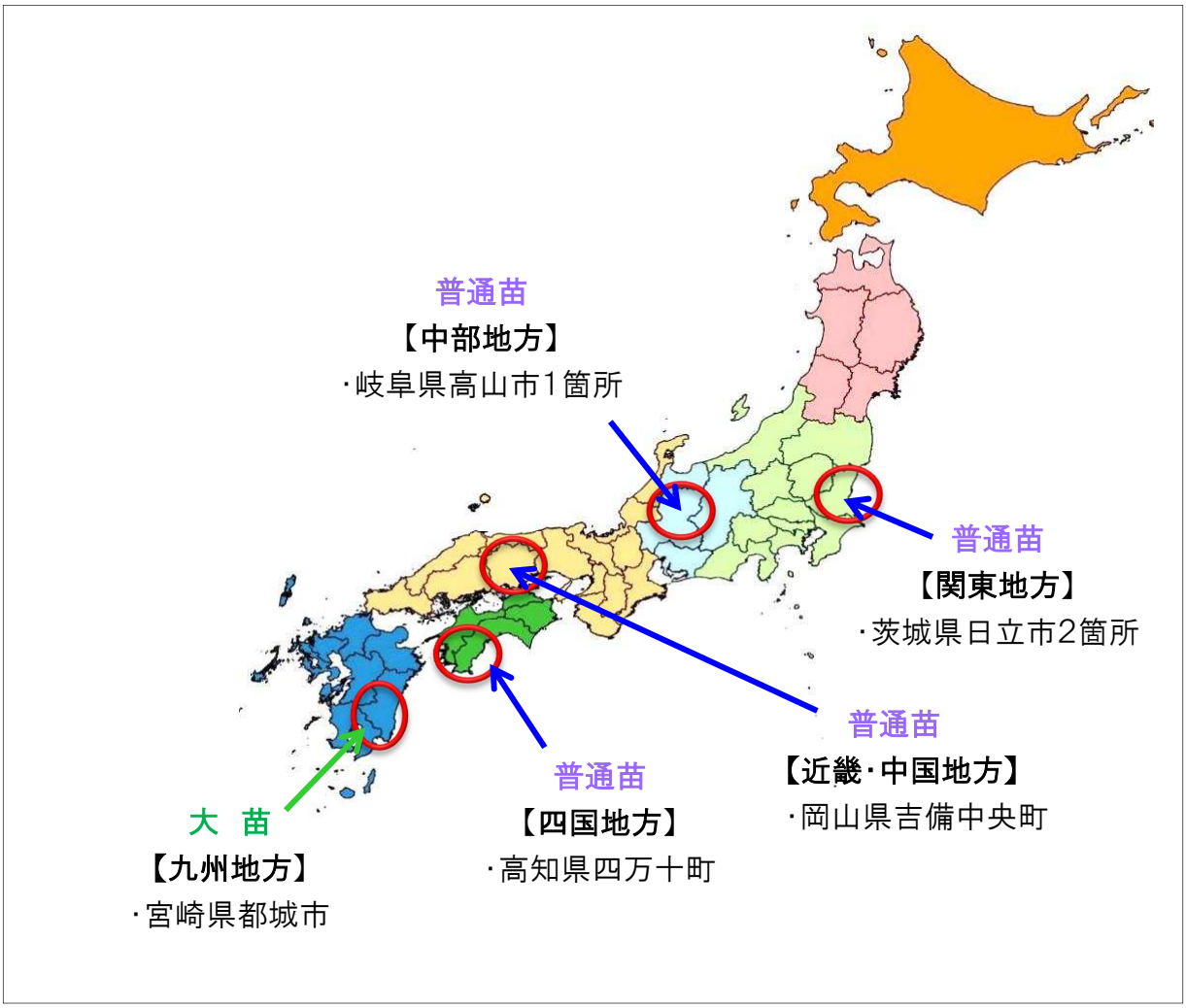


図　4-34　平成 28 年度植栽地　位置図

4－3－1.　関東地方

(1)　茨城県　日立市（ヒノキ）(No.1)

① 位置図

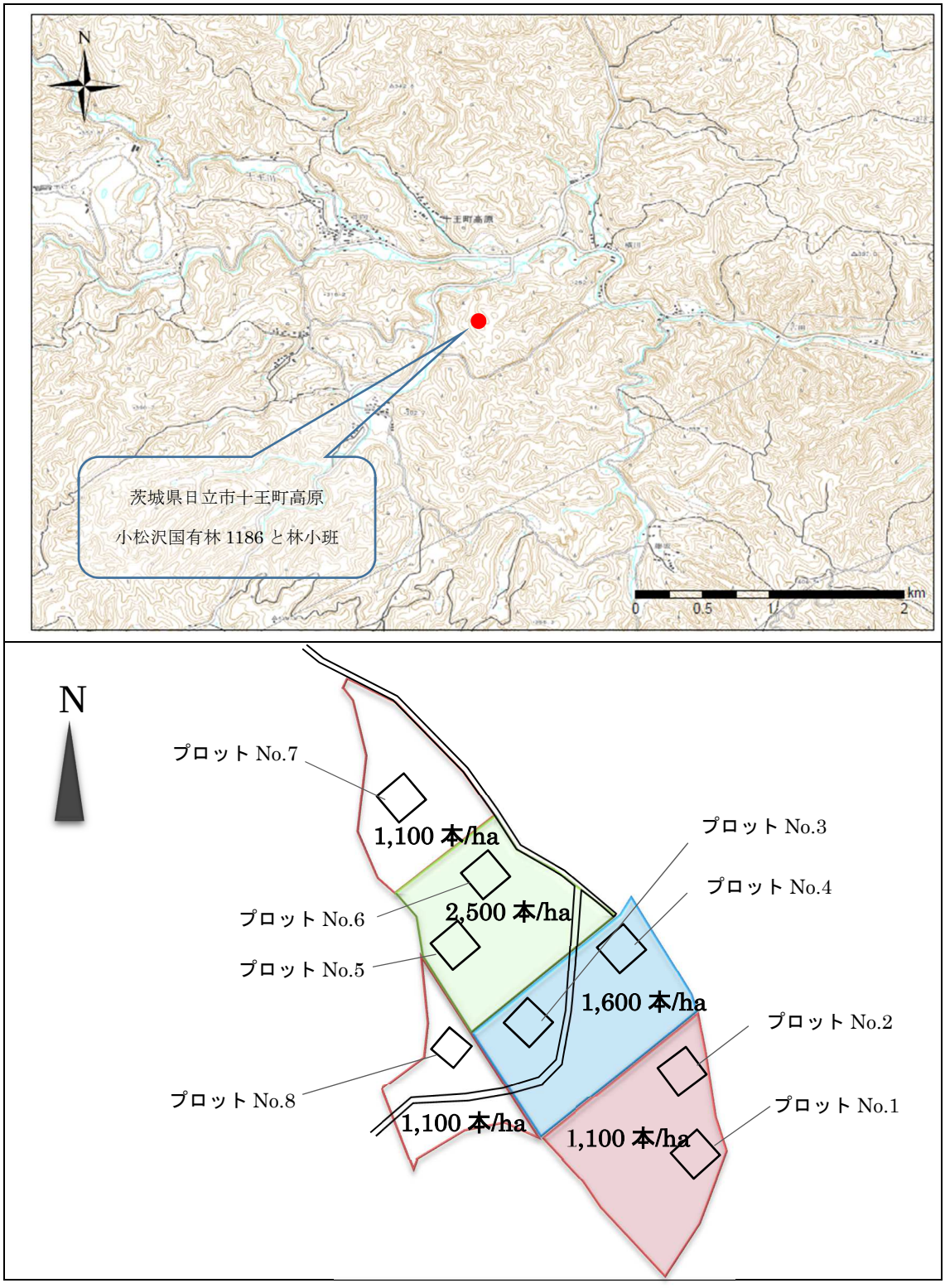


図 4-35　調査地

② 植栽地の概要

実証試験地は除地を含め約 1.7ha あり、協議のうえ、除地を除く約 1.6ha に植栽を実施している。

表 4-74 調査地の情報

実証試験地	茨城県日立市十王町高原小松沢国有林 1186 と林小班			
苗木種	ヒノキ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.83ha	0.39ha	0.37ha	1.59ha
植栽本数	900 本	600 本	900 本	2,400 本
気温/ 降水量	13.9℃（年平均気温）/ 1,477.3mm（年降水量） （平年値、日立市）			
標高/ 傾斜/ 方位	260～310m / 10～25° / N～S			
土壌	褐色森林土壌			
土地所有者	国有林			
植栽実施者	有限会社 佐川運送			
植栽日	平成 28 年 10 月 31 日、11 月 2 日・3 日 （前生林分の伐採は平成 26 年）			
下刈実施者	有限会社 佐川運送			
下刈年月日	平成 29 年 9 月 4 日～9 日 平成 30 年 8 月 30 日			

③ 調査プロット概要

表 4-75 プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	21×15m	35 本	斜面下部に設置
	No.7	18×18m	36 本	斜面中部に設置
	No.8	12×12m	16 本	斜面中部に設置
1,600 本/ha	No.3	21×18m	42 本	斜面上部に設置
	No.4	18×18m	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			273 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 13 日／秋冬期調査：平成 30 年 12 月 11 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。一部プロットにおいて、誤伐の割合が高い状況や、消失等が複数本見られるプロットもあるが、原因は不明である。

表 4-76　活着率及び枯死原因（茨城県日立市・国）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	36	–	0	1（誤伐）	2（誤伐1・幹折れ1）	3	97.2	8.3	2
2	1100	35	–	0	1（誤伐）	4（食害1・先折れ1・不明2）	5	97.1	14.3	1
3	1600	42	–	0	5（誤伐2・不明3）	0	5	88.1	11.9	2
4	1600	36	–	0	9（誤伐9）	10（消失3・不明4・ウサギ食1・根抜け1・誤伐1）	19	75.0	52.8	10
5	2500	36	–	0	7（消失2・不明4・誤伐1）	0	7	80.6	19.4	1
6	2500	36	–	0	14（消失11・不明3）	5（消失3・誤伐2）	19	61.1	52.8	2

※なんらかの損傷が見られても生存している個体は含まない。

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-77　植栽木の成長状況（茨城県日立市・国）

茨城県日立市（国有林）		①1,100本/ha			②1,600本/ha			③2,500本/ha		
ヒノキ150cc		H28	H29	H30	H28	H29	H30	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.4	0.6	1.3	0.4	0.7	2.0	0.4	0.6	1.5
	標準偏差	0	0.2	0.5	0.0	0.2	0.6	0.0	0.2	0.5
	最小値	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.7
	最大値	0.5	1.2	2.9	0.5	1.2	3.2	0.5	1.0	2.6
樹高	平均値	42.2	62.3	87.6	45.5	66.3	103.7	46.0	60.2	82.0
	標準偏差	6.1	14.3	28.6	4.8	12.8	28.4	5.7	8.4	21.8
	最小値	30.9	37.5	21.0	34.0	44.0	16.0	31.6	39.3	28.0
	最大値	59.5	92.5	159.0	56.0	107.3	173.0	60.0	75.9	126.0
形状比	平均値	122	98	68.5	122.0	99.0	52.9	122.0	90.0	56.8
	標準偏差	16	15	15.1	16.0	23.0	11.5	16.0	15.0	15.9
	最小値	81	66	38.9	81.0	63.0	30.2	81.0	64.0	34.8
	最大値	180	138	123.6	180.0	153.0	86.1	180.0	122.0	95.5

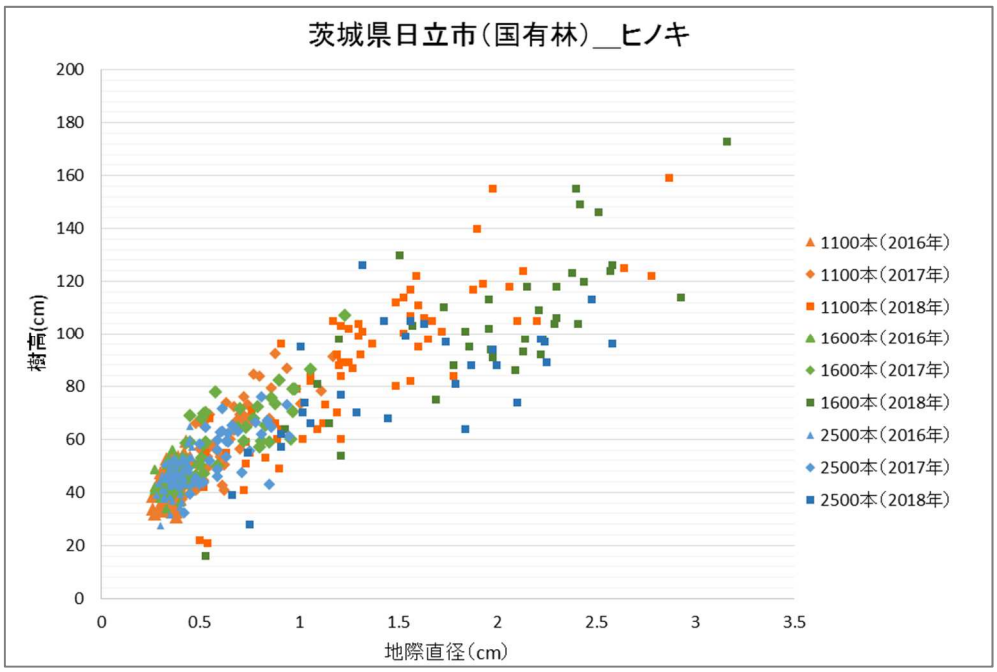


図 4-36　植栽木の状況

⑤　下刈り実施結果

昨年度ならびに本年度においては、全プロットにて下刈りを実施した。

【雑草木との競争関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分について、全プロットにおいて、本年度の C1 及び C2 の割合は、原因は不明であるが、昨年度と比べ減少が見られた。

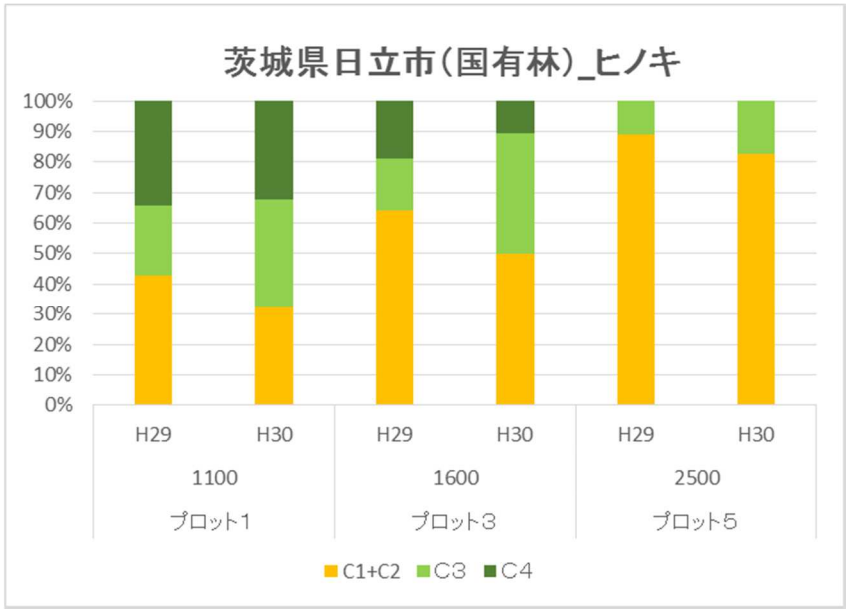


図 4-37　C 区分調査結果（茨城県日立市・国）

表 4-78　競合植生の優占種（茨城県日立市・国）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1100	低木草	・ヤマウルシ(0.7m) ・クマイチゴ(1.3m)	40%	・タラノキ ・タケニグサ
		草本層	・アカメガシワ（0.5m）	60%	・ヘクソカズラ ・ササSP
3	1600	低木草	・ヤマウルシ(0.8m) ・クマイチゴ（1.3m） ・タラノキ（0.7m）	30%	・タケニグサ
		草本層	・アカメガシワ（0.4m）	50%	・コシアブラ ・ヤマウルシ ・ヨウシュヤマゴボウ
5	2500	低木草	・ヤマウルシ（0.6m）	20%	・アカメガシワ（0.9m）
		草本層	・ササSP（0.6m）	50%	・タラノキ ・クマイチゴ ・コシアブラ

左上：プロット No.2
右上：プロット No.3
左下：プロット No.5

写真 4-22　C 区分調査プロットの様子

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

1,600 本区での平均下刈り時間が長い結果となった。特に、誤伐がもっとも多いプロット 4 で下刈り時間が最も長い結果となった。

表 4-79　下刈り時間分析結果（茨城県日立市・国）

プロット	植栽密度 (本/ha)	プロット 面積（㎡）	下刈り時間 (秒)	1ha当たりの 下刈り時間(分)	平均 時間（分）	その他		備考
						作業者	経験 年数	
1	1100	307.0	31.3	1019.6	**1040.9**	S氏	10	尾根部
2	1100	306.5	32.6	1062.2		S氏	10	
3	1600	261.2	23.8	911.8	**1452.0**	S氏	10	尾根部
4	1600	224.0	44.6	1992.2		S氏	10	
5	2500	152.0	15.1	994.3	**1281.2**	S氏	10	尾根沿い
6	2500	139.6	21.9	1568.0		S氏	10	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・刈払い機による作業での刈払い巾は、1.5m程度であり植栽密度により、大きな刈払い巾になることはなく植栽密度による作業の難易度は無いものと思われる。

・地形の状況、草本類、木本類の繁茂状況、植栽木の生長度合い(雑草類より成長して確認が容易）により時間差が発生すると思われる。

・今回のプロット４、６のように「タケニグサ」「オオアレチノギク」のように背丈が高く、密生する箇所においては植栽木の成長度合いも悪く、作業時間に大きく影響する。今回は多く見られなかったが、つる性植物の状況によっても時間に大きく影響する。

・誤伐は、植栽木周辺の雑草木の繁茂状況、又長時間の作業による「疲労や、気の緩み」等より起こることが多い。

・誤伐を避ける方法については、作業人員を多く入れ手作業による植栽木周りの刈り取りや目印をつける等があると思われるが現在の請負費では、不可能である。

・良質の木材が生産できないような気がする。建築様式も変わっているからこれで良しとすることかもしれないが何か割り切れない。

⑥　現地写真

施業前（平成 28 年 10 月）

植栽後（平成 28 年 11 月）

下刈り前（平成 29 年 7 月）

下刈り前（平成 29 年 10 月）

下刈り前（平成 30 年 7 月）

下刈り前（平成 30 年 12 月）

写真 4-23　調査地の様子

(2)　茨城県　日立市（スギ）（No.2）

①　位置図

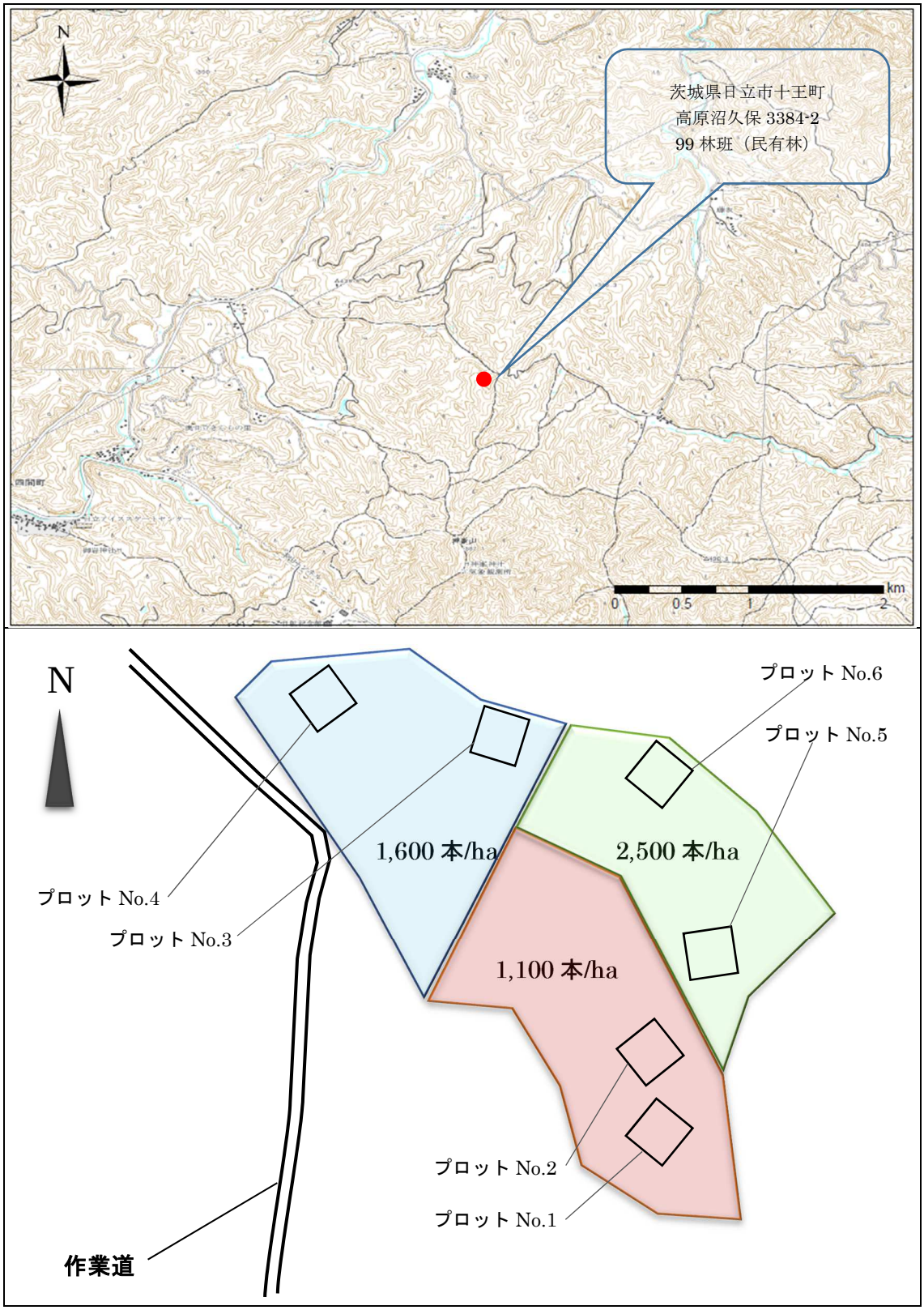


図 4-38　調査地

② 植栽地の概要

表 4-80　調査地の情報

実証試験地	茨城県日立市（民有林）			
苗木種	スギ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.35ha	0.35ha	0.33ha	1.03ha
植栽本数	385 本	560 本	750 本	1,695 本
気温/ 降水量	13.9℃（年平均気温）/　1477.3mm（年降水量）（平年値、日立市）			
標高/ 傾斜/ 方位	400～450m　/　20～25°　/　NW			
土壌	褐色森林土壌			
土地所有者	個人			
植栽実施者	高萩市森林組合			
植栽日	平成 28 年 10 月 25・26 日（前生林分の伐採は平成 28 年 6 月）			
下刈実施者	高萩市森林組合			
下刈年月日	平成 29 年 9 月 29 日～30 日 平成 30 年 8 月 18 日・20 日			

③ 調査プロット概要

表 4-81　プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	39 本	斜面上部に設置
	No.2	18×21m	41 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	35 本	斜面上部に設置
	No.4	15×15m	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			223 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 13 日／冬秋調査：平成 30 年 12 月 11 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。平成 29 年度に、原因不明の枯死や消失・誤伐が多く確認されたが、一部プロットを除き活着率は 80%以上となっている。

表 4-82　活着率及び枯死原因（茨城県日立市・民）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	39	–	0	3（不明3）	2（先端枯れ1・消失1）	5	92.3	12.8	0
2	1100	41	–	0	6（誤伐4・不明２）	0	6	85.4	14.6	4
3	1600	35	–	0	2（消失1・不明1）	0	2	94.3	5.7	0
4	1600	36	–	0	7（誤伐1・消失4・不明2）	0	7	80.6	19.4	1
5	2500	36	–	0	11（誤伐3・不明・7・消失1）	0	11	69.4	30.6	3
6	2500	36	–	0	0	2（誤伐2）	2	100.0	5.6	2

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-83　植栽木の成長状況

茨城県日立市（民有林）		①1,100本/ha			②1,600本/ha			③2,500本/ha		
スギ150cc		H28	H29	H30	H28	H29	H30	H28	H29	H３０
根元径	平均値	0.5	0.7	1.3	0.5	0.8	1.5	0.5	0.8	1.7
	標準偏差	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	0.5	0.1	0.3	0.9
	最小値	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5	0.5
	最大値	0.4	1.0	2.9	0.7	1.2	2.9	0.6	1.8	4.3
樹高	平均値	42.7	52.2	85.3	43.0	58.0	83.9	43.4	58.9	86.8
	標準偏差	6.1	9.0	26.4	6.9	10.6	25.2	6.7	16.0	35.7
	最小値	29.8	37.0	13.0	31.5	34.1	17.0	30.8	36.3	29.0
	最大値	58.6	76.0	150.0	60.0	93.5	139.0	61.0	96.5	181.0
形状比	平均値	93.0	79.0	65.0	93.0	76.0	59.2	93.0	73.0	52.8
	標準偏差	16.0	12.0	14.2	16.0	17.0	17.4	16.0	13.0	9.9
	最小値	51.0	55.0	18.6	51.0	46.5	23.6	51.0	43.0	30.1
	最大値	140.0	117.0	101.2	140.0	119.0	131.0	140.0	116.0	93.1

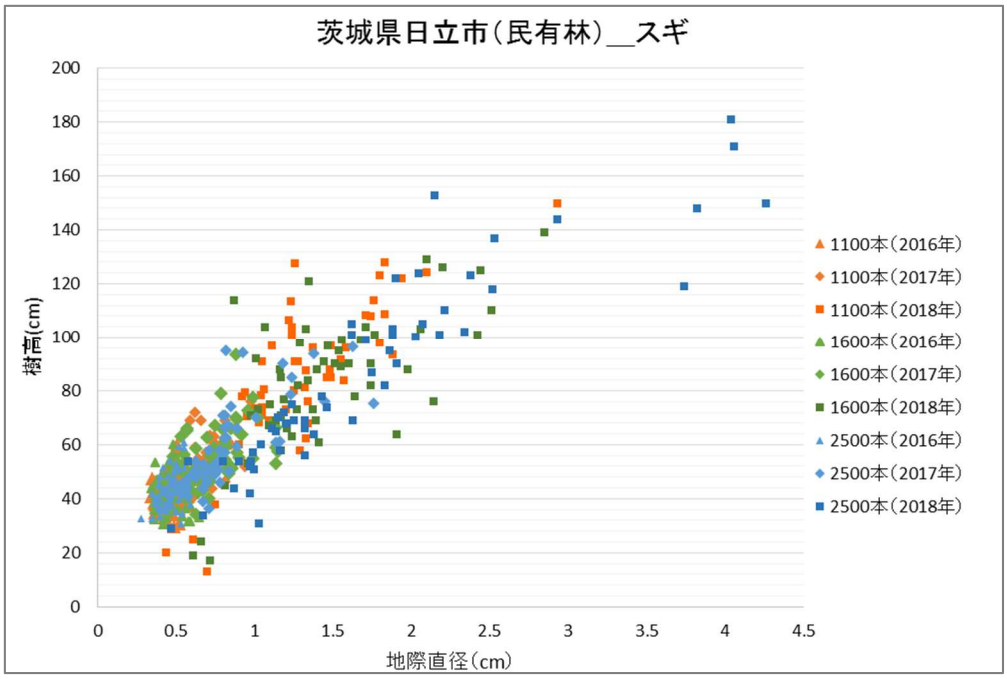


図 4-39　植栽木の形状

⑤　下刈り実施結果

昨年度ならびに本年度においては、全プロットにて下刈りを実施した。

【雑草木との競合関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。平成 29 年度においては、2,500 本プロットのデータの取得は行われなかった。

本年度においては、C1 及び C2 の割合は、原因は不明であるが、1,100 本植栽区で減少し、1,600 本プロットで増加が見られた。

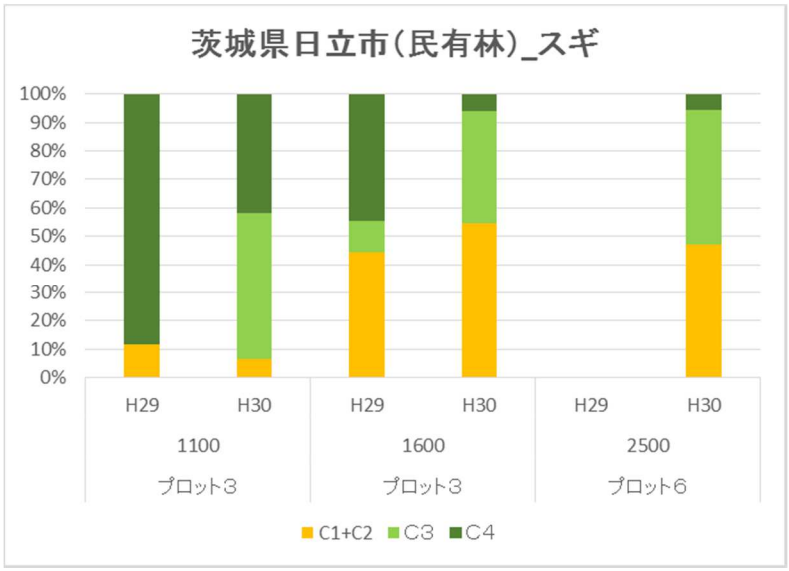


図 4-40　C 区分調査結果（茨城県日立市・民）

表 4-84　競合植生の優占種（茨城県日立市・民）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1100	低木草	・タラノキ(1.3 m) ・ヨウシュヤマゴボウ（2.1）	10%	―
		草本層	・モミジイチゴ（0.7m）	70%	・シダ ・ヤマウルシ
3	1600	低木草	・タラノキ（1.3m）	10%	・ヒノキ
		草本層	・モミジイチゴ（0.9m） ・オギ（1,0m）	60%	・スギ ・ヒノキ ・ヨウシュヤマゴボウ ・ヤマウルシ
6	2500	低木草	・モミジイチゴ(0.9m)	20%	・タケニグサ
		草本層	・モミジイチゴ ・アカメガシワ（0.7m）	50%	・オギ ・タラノキ

左上：プロット No.2
右上：プロット No.3
左下：プロット No.6

写真 4-24　C 区分調査プロットの様子

【下刈り時間の分析結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

2,500 本植栽区での平均下刈り時間が長い結果となった。

表 4-85　下刈り時間分析結果（茨城県日立市・民）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1100	306.2	38.9	1269.9	**1162.5**	S氏	34	
2	1100	346.7	36.6	1055.2		S氏	34	
3	1600	232.5	29.7	1278.0	**1368.9**	S氏	34	
4	1600	216.5	31.6	1459.8		S氏	34	
5	2500	152.1	19.8	1300.5	**1456.8**	S氏	34	
6	2500	143.8	23.2	1613.1		S氏	34	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・1,100 本/ha は間隔が空きすぎて作業しづらい。一本の誤伐が大きな影響を生むので慎重になり、どうしても作業に時間がかかる。1,600 本/ha の箇所も 1,100 本/ha ほどではないが、通常の植栽本数に比べて作業しづらい。

・3,000 本/ha の下刈に慣れているため、感覚が狂うので時間がかかる。

・2,500 本/ha は 3,000 本/ha と感覚的な違いはあまりない。

・1,100 本/ha の植栽地は雑草木の生育が非常によく、3.0m間隔で苗木の植栽箇所が判りづらいこともあり作業時間がかかっている。

・1,600 本/ha の植栽地はバラが非常に多く、作業に支障をきたしている。
（雑草木の繁茂が、植栽本数が少ないことによるものかどうかは不明）

・苗木の間隔が 2.5mや 3.0mは広すぎて、次の苗の位置の予測が難しい。誤伐を減らすなら一旦坪刈りを行うか、２回刈りを行った方がいい。手間とコスト増になるが苗木の脇に目印の支柱を立てる方法もある。

・下刈りに誤伐はつきものなので、どんなに注意しても避けることはできない。

⑥　**現地写真**

施業前（平成 28 年）	施業後（平成 28 年）

下刈り前（平成 29 年 7 月）	下刈り後（平成 29 年 10 月）

下刈り前（平成 30 年 7 月)）	下刈り後（平成 30 年 12 月）

写真 4-25　調査地の様子

（3）　岐阜県　高山市（カラマツ）（No.3）

① 位置図

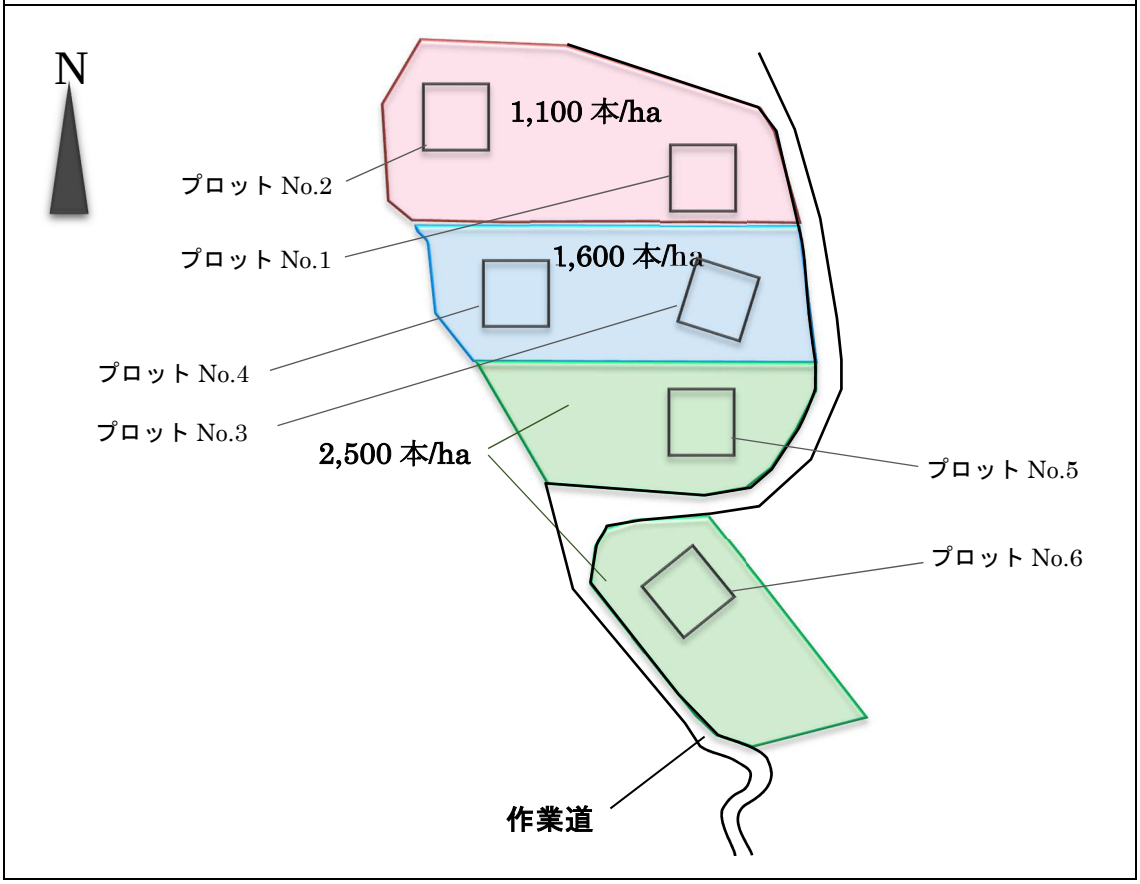


図 4-41 調査地

② 植栽地の概要

岐阜県高山市は、平成 27 年度の植栽時には、前生樹の伐採に使用した林業機械（グラップル）により、機械地拵えを行う一貫作業として植栽が実施された。

表 4-86 調査地の情報

実証試験地	岐阜県高山市荘川寺河戸カヤノ 665			
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.30ha	0.30ha	0.30ha	0.90ha
植栽本数	330 本	480 本	750 本	1,560 本
気温/ 降水量	11.4℃（年平均気温）/ 3,003.5mm（年降水量）（平年値、長滝）			
標高/ 傾斜/ 方位	1,020～1,040m / 0～10° / S			
土壌	褐色森林土壌			
土地所有者	個人			
植栽実施者	特定非営利活動法人農林業経営支援センター			
植栽日	平成 28 年 10 月 14・15 日（前生林分の伐採は平成 28 年 1 月～9 月）			
下刈実施者	株式会社 北栄工事			
下刈年月日	平成 29 年 10 月 5 日～10 日 平成 30 年 8 月 11 日・17 日			

③ 調査プロット概要

表 4-87 プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	36 本	試験地の東部に設置
	No.2	18×18m	36 本	試験地の西部に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	35 本	試験地の東部に設置
	No.4	15×15m	36 本	試験地の西部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	試験地の北部に設置
	No.6	12×12m	36 本	試験地の南部に設置
合計			215 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

昨年度について、積雪により調査が困難を極めたことにより、調査したプロットは No. １,２,３,５とした。

隣接のヒノキ植栽区においては、甚大なシカ食害の発生により、調査の取りやめがなされた。

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 8 月 9 日／秋冬期調査：平成 30 年 11 月 8 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。本年度において、原因不明や折れ等による枯死が多く見られた。植栽実施者より、降雨が少なく乾燥等による影響が指摘された。

表 4-88　活着状況おおび枯死理由（高山市）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	36	–	0	3（不明2・消失1）	17（不明12・先折れ1・幹折れ1・食害2・倒伏1）	30	91.7	83.3	0
2	1100	36	–	0	0	14（不明（曲？)8・不明1・消失1・先折れ2・主幹折れ3）	14	100.0	38.9	0
3	1600	36	–	0	4（不明（曲？）2・食害1・先端切れ1）	7（不明5・先枯れ1・根浮1）	13	88.9	36.1	0
4	1600	36	–	0	データ無	10（不明3・消失4・食害ウサギ？3）	10	100.0	27.8	0
5	2500	36	–	0	0	15（不明9・不明（曲？）1・主幹折れ4・根浮1）	15	100.0	41.7	0
6	2500	36	–	0	データ無	5（不明3・消失2）	5	100.0	13.9	0

※何らかの損傷が見られても生存している固体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-89　植栽木の成長状況（高山市）

岐阜県高山市（カラマツ）		①1,100本/ha			②1,600本/ha (H29サンプル数は36のみ)			③2,500本/ha (H29サンプル数は36のみ)		
カラマツ150cc		H28	H29	H30	H28	H29	H30	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.5	1.0	1.8	0.4	1.2	1.8	0.4	1.2	1.9
	標準偏差	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.5	0.1	0.3	0.5
	最小値	0.3	0.6	1.0	0.3	0.9	1.1	0.3	0.5	0.8
	最大値	0.7	1.5	2.8	0.7	1.7	3.3	0.6	1.9	3.1
樹高	平均値	32.9	53.0	96.6	33.4	51.3	101.7	32.0	51.3	116.7
	標準偏差	3.3	12.4	24.7	2.9	12.7	31.4	2.8	12.4	32.1
	最小値	28.0	31.4	47.0	27.2	35.0	50.4	26.0	35.2	40.4
	最大値	41.0	79.5	136.9	39.6	87.5	203.3	38.0	81.5	182.2
形状比	平均値	112.0	52.0	53.6	112.0	44.1	55.8	112.0	41.0	63.3
	標準偏差	18.0	13.0	11.6	18.0	9.9	12.0	18.0	9.0	14.2
	最小値	60.0	52.0	29.7	60.0	26.0	37.9	60.0	25.0	30.4
	最大値	160.0	53.0	74.4	160.0	72.0	91.1	160.0	58.0	88.5

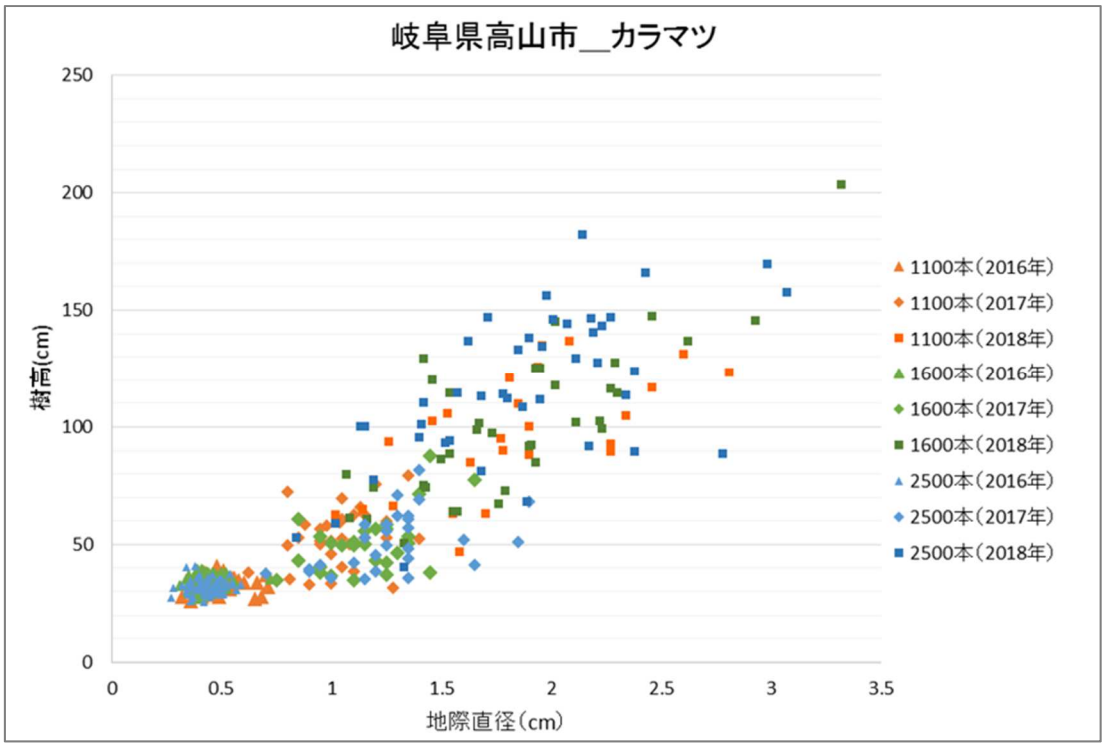


図 4-42　植栽木の形状

⑤　下刈り実施結果

昨年度ならびに本年度においては、全プロットにて下刈りを実施した。

【雑草木との競合関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。C 区分について、全プロットにおいて原因は不明であるが、C1 及び C2 の割合の減少が見られた。

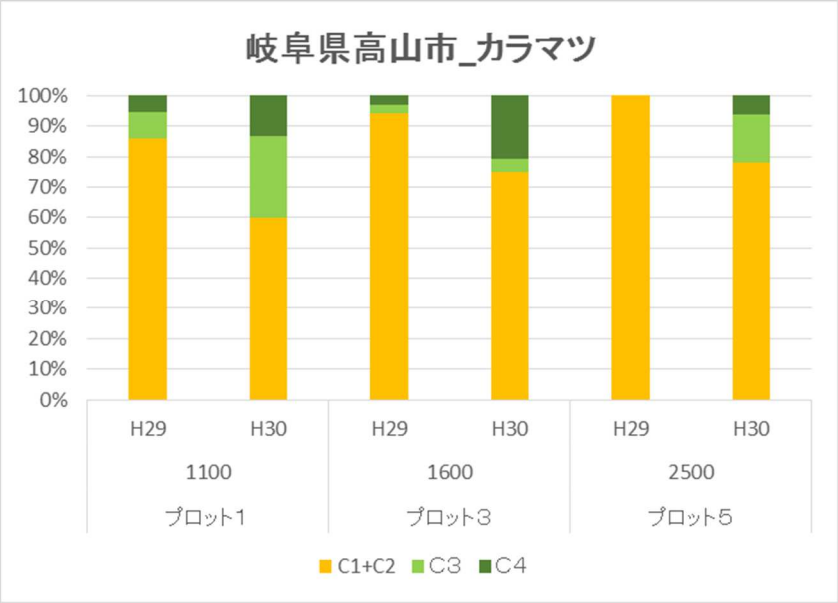


図 4-43　C 区分調査結果（高山市）

表 4-90　競合植生の優占種（高山市）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
1	1100	低木草	・タニウツギ(1.1m)	15%	・タンナサワフタギ ・エゴノキ（獣害多） ・ケヤマハンノキ
		草本層	・イネ科SP	90%	・ヒヨドリバナ ・チマキザサ
3	1600	低木草	・タラノキ(1.0m) ・タンナサワフタギ(0.6m)	5%	・タニウツギ ・エゴノキ(獣害多)
		草本層	・ヒヨドリバナ	85%	・ススキ ・スゲSP ・シダSP
5	2500	低木草	・ミズナラ(0.9m)	5%	・オニグルミ
		草本層	・ヒヨドリバナ（1.0m） ・イネ科SP ・スゲSP	85%	・ウツギSP ・ススキ ・ワラビ

左上：プロット No.1
右上：プロット No.3
左下：プロット No.5

写真 4-26　C 区分調査プロットの様子

【下刈りのコスト分析】

本調査地は、下刈りの時間分析調査の対象外としたため、作業日報による作業人工の分析を実施した。下刈りの実施面積と作業人工数をもとに生産性を以下に示す。

表 4-91　下刈りに要した人工と生産性

場所	下刈り人工	使用機械	面積(ha)	生産性(人日/ha)
岐阜県高山市（ヒノキ）	8.5	刈払機	1.00	8.5

※本資料は下刈り後の作業日誌より整理した。
※1 日の作業時間は 7.5 時間である。

林野庁参考値では 14.25 人工/ha であり、林野庁参考値より高い生産性となっている。植栽地が比較的平坦～緩傾斜地であったことが要因であると考えられる。

⑥　現地写真

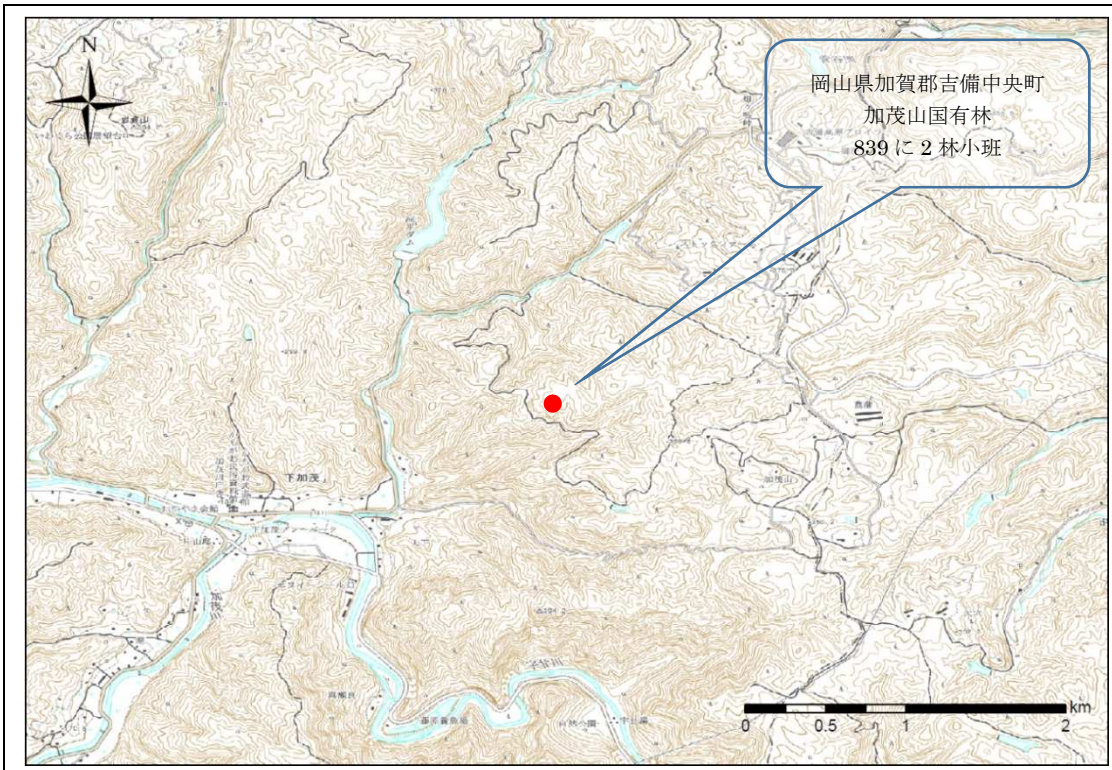
施業前（平成 28 年）	植栽後（平成 28 年 10 月）
下刈り前（平成 29 年 9 月）	下刈り後（平成 29 年 10 月）
下刈り前（平成 30 年 8 月）	下刈り後（平成 30 年 11 月）

写真 4-27　調査地の様子

4－3－2.　中国・四国地方

（1）　岡山県　吉備中央町（No.4）

① 位置図



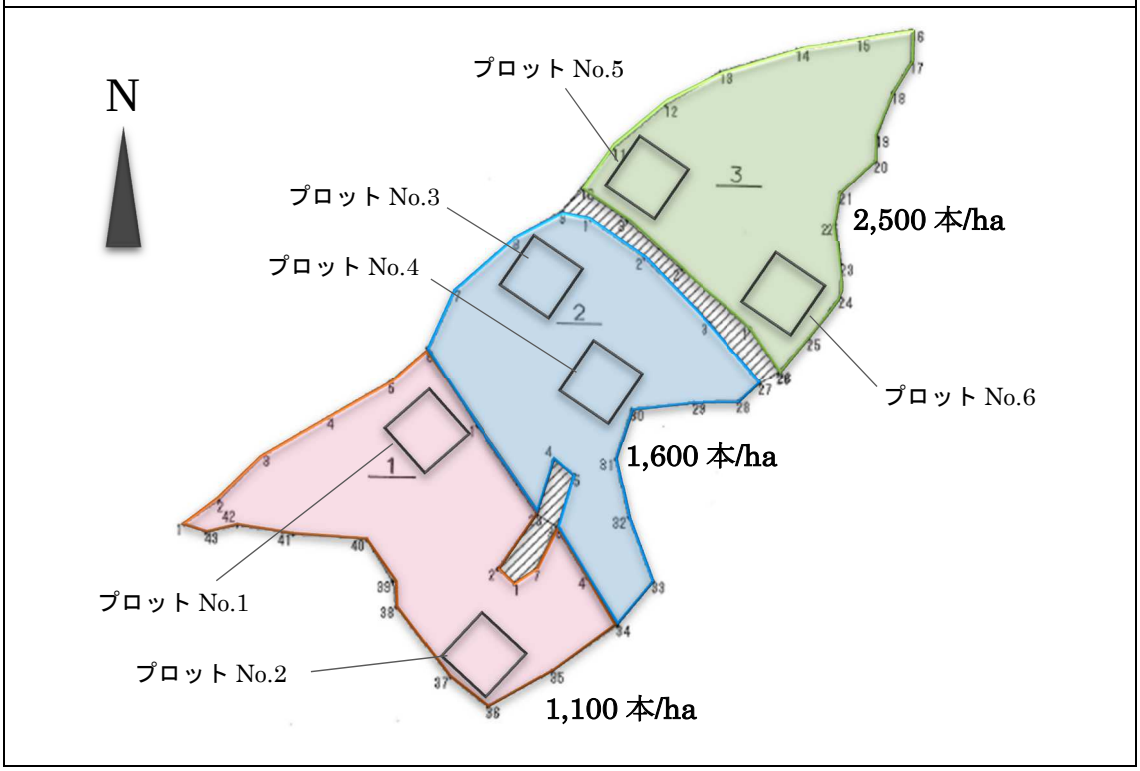


図 4-44　調査地

② 植栽地の概要

表 4-92　調査地の情報

実証試験地	岡山県 加賀郡 吉備中央町 加茂山国有　839 に 2 林小班			
苗木種	ヒノキ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.29ha	0.39ha	0.37ha	0.86ha
植栽本数	323 本	468 本	700 本	1,491 本
気温/ 降水量	12.1℃（年平均気温）/　1,354.3mm（年降水量）（平年値、新見市）			
標高/ 傾斜/ 方位	350～370m　/　10～20°　/　SE～SW			
土壌	褐色森林土壌			
土地所有者	国有林			
植栽実施者	岡山森林組合			
植栽日	平成 28 年 2016 年 12 月 14 日（前生林分の伐採は平成 27 年)）			
下刈実施者	岡山森林組合			
下刈年月日	平成 29 年 8 月 17 日～25 日 平成 30 年 8 月 21 日			

③ 調査プロット概要

表 4-93　プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	18×18m	36 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	36 本	斜面上部に設置
	No.4	15×15m	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			216 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 8 月 21 日／秋冬調査：平成 30 年 10 月 30 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットとも活着率は 90%以上となっている。植栽密度 2,500 本/ha のプロット 5 においてのみ 69%程度となっており、C4 の割合がもっとも高い箇所となっている。

表 4-94　活着率及び枯死原因（吉備中央町）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	36	–	0	0	0	0	100.0	0.0	0
2	1100	36	–	0	0	3（不明2・幹折れ1）	3	100.0	8.3	0
3	1600	36	–	0	1（誤伐1）	2（幹折れ1・不明1）	3	97.2	8.3	1
4	1600	36	–	0	0	0	0	100.0	0.0	0
5	2500	36	–	0	2（不明2）	9（不明9）	11	94.4	30.6	0
6	2500	36	–	0	1(不明1)	2（誤伐1・不明1）	3	97.2	8.3	1

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-95　植栽木の成長状況

岡山県吉備中央町		①1,100本/ha			②1,600本/ha			③2,500本/ha		
ヒノキ150cc		H28	H29	H30	H28	H29	H30	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.4	1.0	2.1	0.4	0.9	1.8	0.4	0.9	1.5
	標準偏差	0.1	0.2	0.5	0.1	0.2	0.5	0.1	0.2	0.5
	最小値	0.3	0.6	1.2	0.3	0.5	0.8	0.2	0.3	0.7
	最大値	0.7	1.5	4.3	0.5	1.4	3.3	0.5	1.4	2.5
樹高	平均値	45.1	67.0	108.2	43.9	61.9	96.0	42.3	61.3	84.7
	標準偏差	5.8	12.0	19.0	6.8	15.2	25.7	5.8	11.0	25.1
	最小値	33.5	32.0	64.0	30.0	20.4	45.4	29.0	37.0	44.5
	最大値	60.5	97.0	143.6	57.0	100.0	150.0	56.7	82.0	134.4
形状比	平均値	120.0	71.0	54.2	120.0	72.4	55.2	120.0	74.0	58.2
	標準偏差	19.0	10.0	10.0	19.0	11.4	7.8	19.0	11.0	8.6
	最小値	70.0	46.0	31.7	70.0	35.2	36.4	70.0	49.0	40.8
	最大値	182.0	95.0	77.5	182.0	93.7	78.3	182.0	95.0	80.9

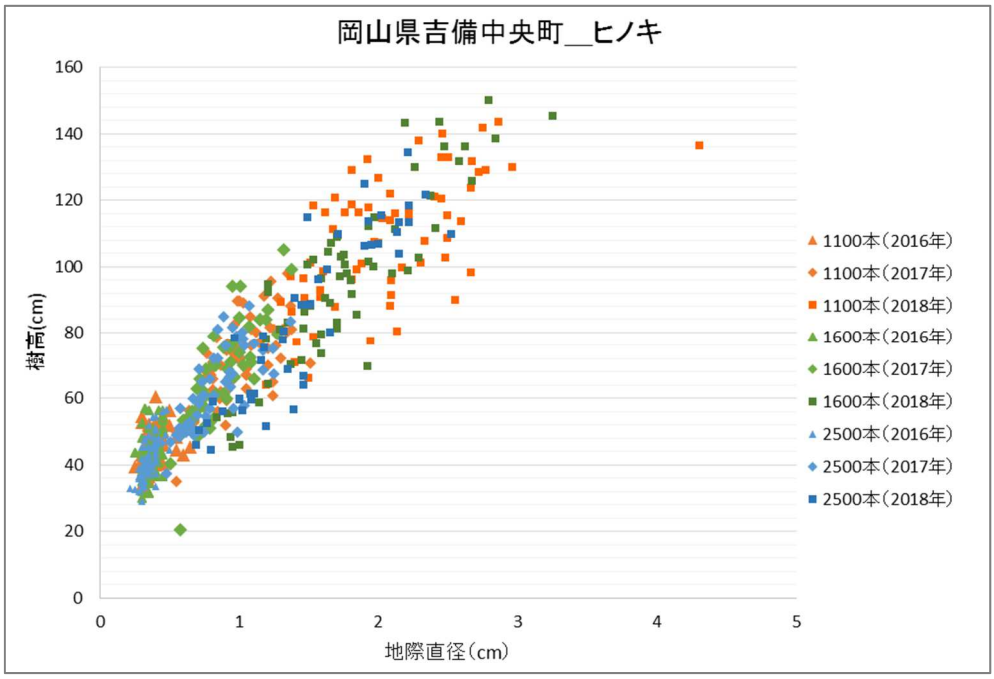


図 4-45　植栽木の形状

⑤　下刈り実施結果

昨年度ならびに本年度においては、全プロットにて下刈りを実施した。

【雑草木との競合関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

C 区分については、1,100 本プロットにおいて C1 及び C2 の割合が増加し 90%以上となっているが、1,600 本プロット・2,500 本プロットにおいては、C4 割合の増加が見られた。アカメガシワ・イチゴ類等のパイオニア種となる低木層の増加に伴うものと考えられる。

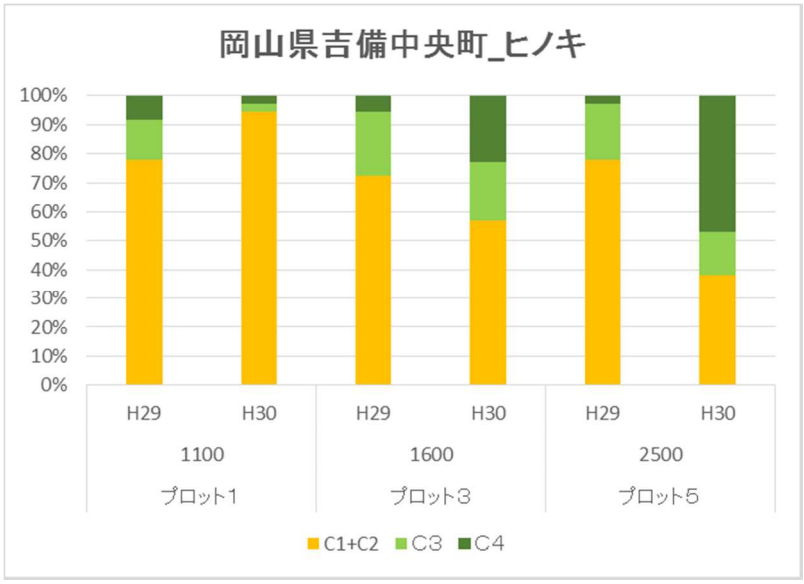


図 4-46　C 区分調査結果（吉備中央町）

表 4-96　競合植生の優占種（吉備中央町）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
1	1100	低木草	・アカメガシワ（1.1m） ・クマイチゴ（1.0m） ・サルトリイバラ	70%	・アラカシ ・ヌルデ ・アセビ ・ゴンズイ
		草本層	–	–	–
3	1600	低木草	・アカメガシワ（1.0m） ・カラスザンショ（1.3m） ・クマイチゴ(1.1m)	80%	・ムラサキシキブ ・サルトリイバラ ・ヌルデ ・ネズミモチ ・サカキ
		草本層	–	–	・タケニグサ ・ヨウシュヤマゴボウ
5	2500	低木草	・アカメガシワ（1.0m） ・クマイチゴ（0.9m） ・ヤブムラサキ（1.1m）	70%	・ヌルデ ・サルトリイバラ
		草本層	–	10%	・オカトラノオ ・ススキ

左上：プロット No.1
右上：プロット No.3
左下：プロット No.5

写真 4-28　C 区分調査プロットの様子

【下刈り時間の分析結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

2,500 本植栽区での平均下刈り時間が長い結果となった。

表 4-97　下刈り時間分析結果（吉備中央町）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1100	351.3	21.7	617.2	**1098.8**	U氏	16	
2	1100	393.6	62.2	1580.3		U氏	16	
3	1600	248.4	19.4	781.1	**943.7**	U氏	16	
4	1600	269.7	29.8	1106.2		TK氏	20	
5	2500	154.7	29.1	1883.6	**1564.3**	TS氏	15	
6	2500	154.7	19.3	1245.0		TS氏	15	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・多くは無いが、ツル巻があったため、手で取り除いた。

・植栽地は、雑草木はあるものの、植栽木が成長しているため、見つけやすかった。

・下刈りのやりやすさ、やりづらさは植栽密度よりも地形要因のほうが大きい。

⑥　現地写真

施業前（平成 28 年 10 月）	地拵後（平成 28 年 12 月）
下刈り前（平成 29 年 7 月）	下刈り後（平成 29 年 12 月）
下刈り前（平成 30 年 8 月）	下刈り後（平成 30 年 10 月）

写真 4-29　調査地の様子

（2）　高知県　四万十町（No.5）

① 位置図

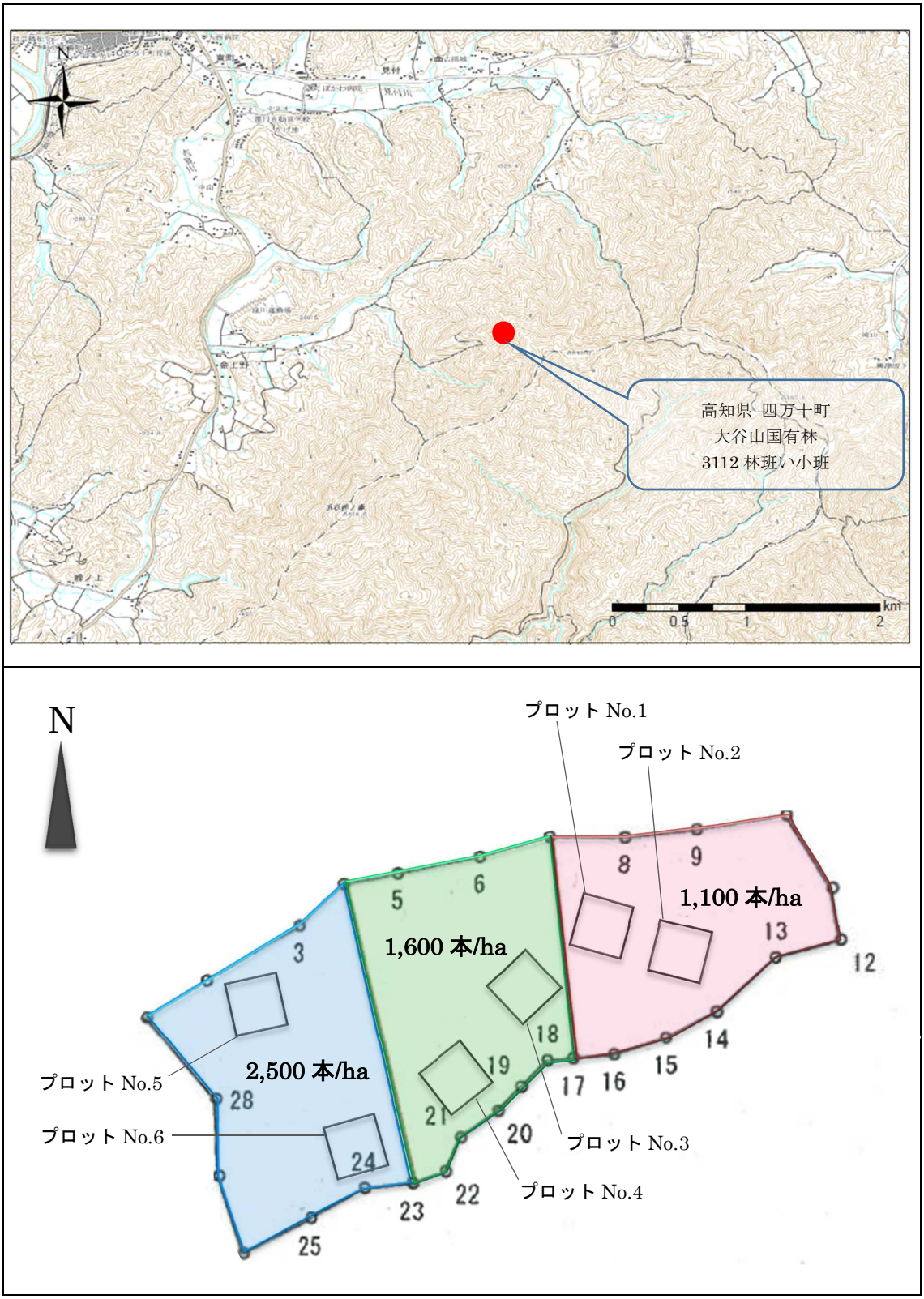


図 4-47　調査地

② 植栽地の概要

表 4-98　調査地の概要

実証試験地	高知県四万十町大谷山国有林 3112 林班い小班			
苗木種	ヒノキ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.31ha	0.33ha	0.34ha	0.98ha
植栽本数	341 本	528 本	850 本	1,719 本
気温/ 降水量	14.8℃（年平均気温）/　3089.2mm（年降水量）（平年値、窪川）			
標高/ 傾斜/ 方位	410～480m　/　35～40°　/　S			
土壌	乾性褐色森林土壌			
土地所有者	国有林			
植栽実施者	四万十町森林組合 窪川支所			
植栽日	平成 29 年 2 月 28 日～3 月 2 日（前生林分の伐採は平成 26 年）			
下刈実施者	四万十町森林組合 窪川支所			
下刈年月日	平成 29 年 9 月 23 日～26 日 平成 30 年 7 月 15 日			

③ 調査プロット概要

表 4-99　プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	18×18m	36 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	39 本	斜面上部に設置
	No.4	15×15m	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	斜面上部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			219 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 15 日／秋冬期調査：平成 30 年 10 月 27 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットとも活着率は 75%以上となっている。ウサギの食害（剥皮や切断等）がわずかに見られるようになってきている。

表 4-100　活着率及び枯死原因（四万十町）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	36	–	0	9（不明9）	0	9	75.0	25.0	0
2	1100	36	–	0	4（不明3・消失1）	5（不明3・消失1・食害1）	9	88.9	25.0	0
3	1600	39	–	0	4（不明3・食害1）	1（ウサギ食）	5	89.7	12.8	0
4	1600	36	–	0	1（食害）	1（消失1）	2	97.2	5.6	0
5	2500	36	–	0	6（不明5・ウサギ食1）	4（不明1・ウサギ食1・誤伐2）	10	83.3	27.8	2
6	2500	36	–	0	4（不明4）	0	4	88.9	11.1	0

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-101　植栽木の成長状況（四万十町）

高知県四万十町		①1,100本/ha			②1,600本/ha			③2,500本/ha		
ヒノキ150cc		H28	H29	H30	H28	H29	H30	H28	H29	H30
根元径	平均値	0.3	0.5	1.0	0.3	0.6	1.2	0.3	0.6	1.1
	標準偏差	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.4
	最小値	0.2	0.4	0.6	0.2	0.4	0.7	0.2	0.2	0.4
	最大値	0.5	0.7	1.5	0.4	0.9	2.0	0.4	0.8	1.7
樹高	平均値	36.2	48.8	55.1	33.3	52.0	66.4	37.3	53.8	61.8
	標準偏差	4.4	6.7	9.7	3.9	5.9	11.9	4.3	7.6	14.5
	最小値	27.4	36.2	40.5	24.5	41.5	43.3	26.6	40.0	30.6
	最大値	46.5	66.5	80.3	42.0	71.6	93.3	49.0	71.7	79.5
形状比	平均値	116.0	91.0	61.2	116.0	90.0	58.0	116.0	89.0	58.8
	標準偏差	17.0	13.0	17.7	17.0	16.0	15.9	17.0	13.0	14.9
	最小値	77.0	64.0	37.3	77.0	56.0	29.9	77.0	67.0	40.4
	最大値	178.0	122.0	105.3	178.0	141.0	88.9	178.0	136.0	93.1

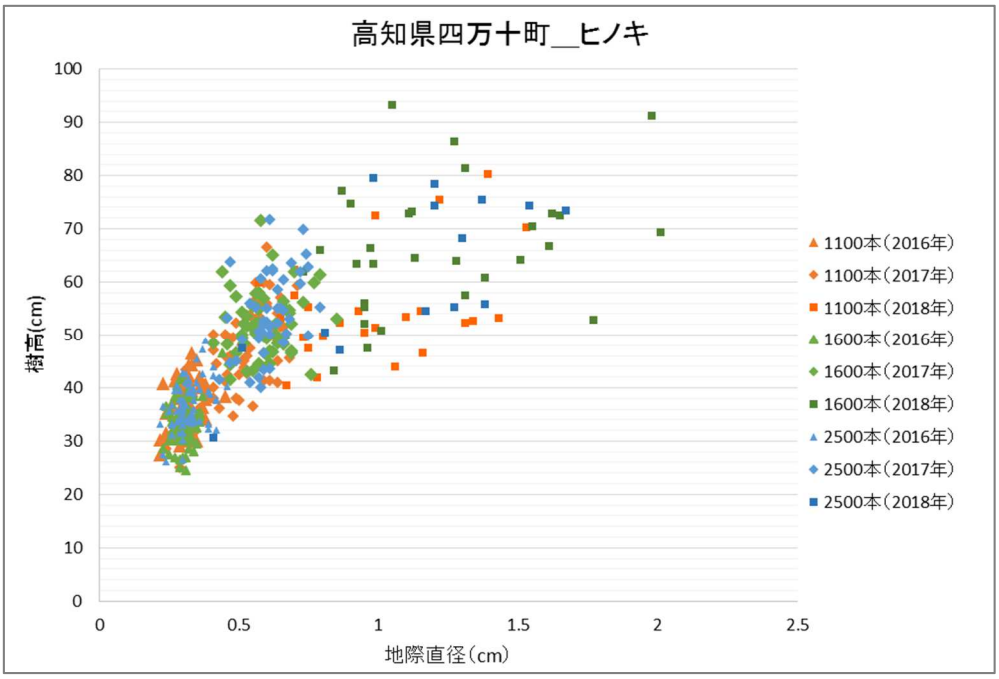


図 4-48　植栽木の形状

⑤　下刈り実施結果

昨年度ならびに本年度においては、全プロットにて下刈りを実施した。

【雑草木との競合関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

全プロットにおいて、昨年度より C1 及び C2 の割合が増加し、本年度は 70%を超える状況となっている。競合植生には、コシダやサルトリイバラが見られることから、日当たりがよく、やや乾燥した箇所であることが伺える。

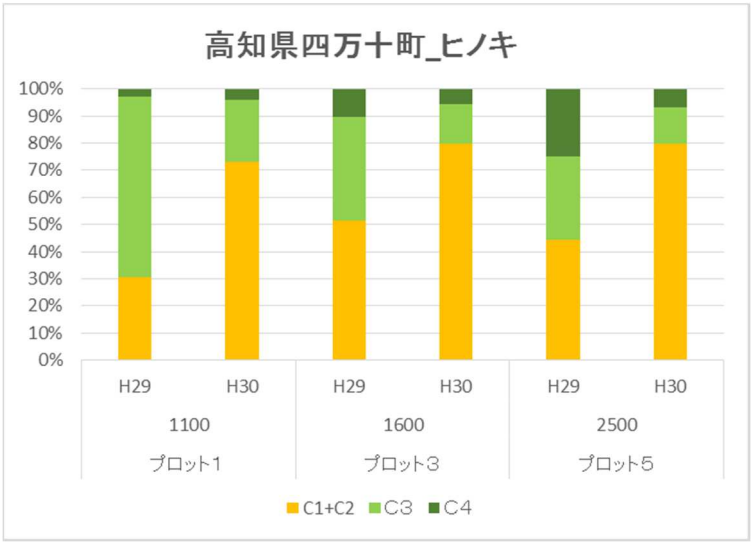


図 4-49　C 区分調査結果（四万十町）

表 4-102　競合植生の優占種（四万十町）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
1	1100	低木草	–	5%	・ホオノキ（0.9m）
		草本層	・コシダ（0.3m） ・ヒサカキ(0.6m) ・アカメガシワ（0.4m） ・サルトリイバラ（0.5m）	70%	・ヌルデ ・カシSP ・サンショSP
3	1600	低木草	・アカメガシワ（0.8m）	10%	–
		草本層	・ヒサカキ（0.6m） ・コシダ（0.3m） ・サルトリイバラ（0.5m）	50%	・ムラサキシキブ ・ナツフジ ・サンショウSp ・ヌルデ ・ナンテン ・モミジイチゴ
5	2500	低木草	・ヌルデ（0.8m）	5%	・タラノキ
		草本層	・アカメガシワ（0.5m） ・コシダ（0.3m） ・ウラジロ（0.5m） ・サルトリイバラ（0.6m）	80%	・ヒサカキ ・ノガリヤス ・モミジイチゴ

左上：プロット No.1
右上：プロット No.3
左下：プロット No.5

図 4-50　C 区分調査プロットの様子

【下刈り時間の分析結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

1,100 本植栽区での平均下刈り時間が長い結果となった。ただし、プロット内に作業路や尾根が通っており、均一な地形ではない。

表 4-103 下刈り時間分析結果（四万十町）

プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
						作業者	経験年数	
1	1100	314.6	40.2	1276.8	**1122.2**	S氏	6	プロット内に作業路が通っている
2	1100	336.7	32.6	967.6		N氏	21	プロット内に尾根あり
3	1600	249.9	15.0	598.9	**732.2**	S氏	6	
4	1600	215.7	18.7	865.5		N氏	21	谷部、下草高が高い
5	2500	172.4	16.5	958.3	**810.6**	S氏	6	下草濃い
6	2500	199.1	13.2	662.8		N氏	21	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・基本的に普段は 2,500～3,000 本/ha くらいで実施している。
・苗が小さいうちは、粗い方が間隔があいていて分かりづらい。ただ、今回くらいの草丈であれば大丈夫。もっと小さな苗のときは分かりづらい。
・地形が複雑である箇所は、下刈りはしづらい。
・梢端が上に出ても下刈りは必要。良い木にならない。細くなる。
・植栽後 3 年ほどたっており、周囲の植生はかなり減っている。また低いものが主であるため植栽苗はだいたい見えている。

⑥　現地写真

施業前（平成 28 年 9 月）	地拵え後（平成 29 年 2 月）
下刈り前（平成 29 年 8 月）	下刈り後（平成 29 年 12 月）
下刈り前（平成 30 年 8 月）	下刈り後（平成 30 年 10 月）

写真 4-30　調査地の様子

4－3－3.　九州地方

（1）　宮崎県　都城市（No.6）

① 位置図

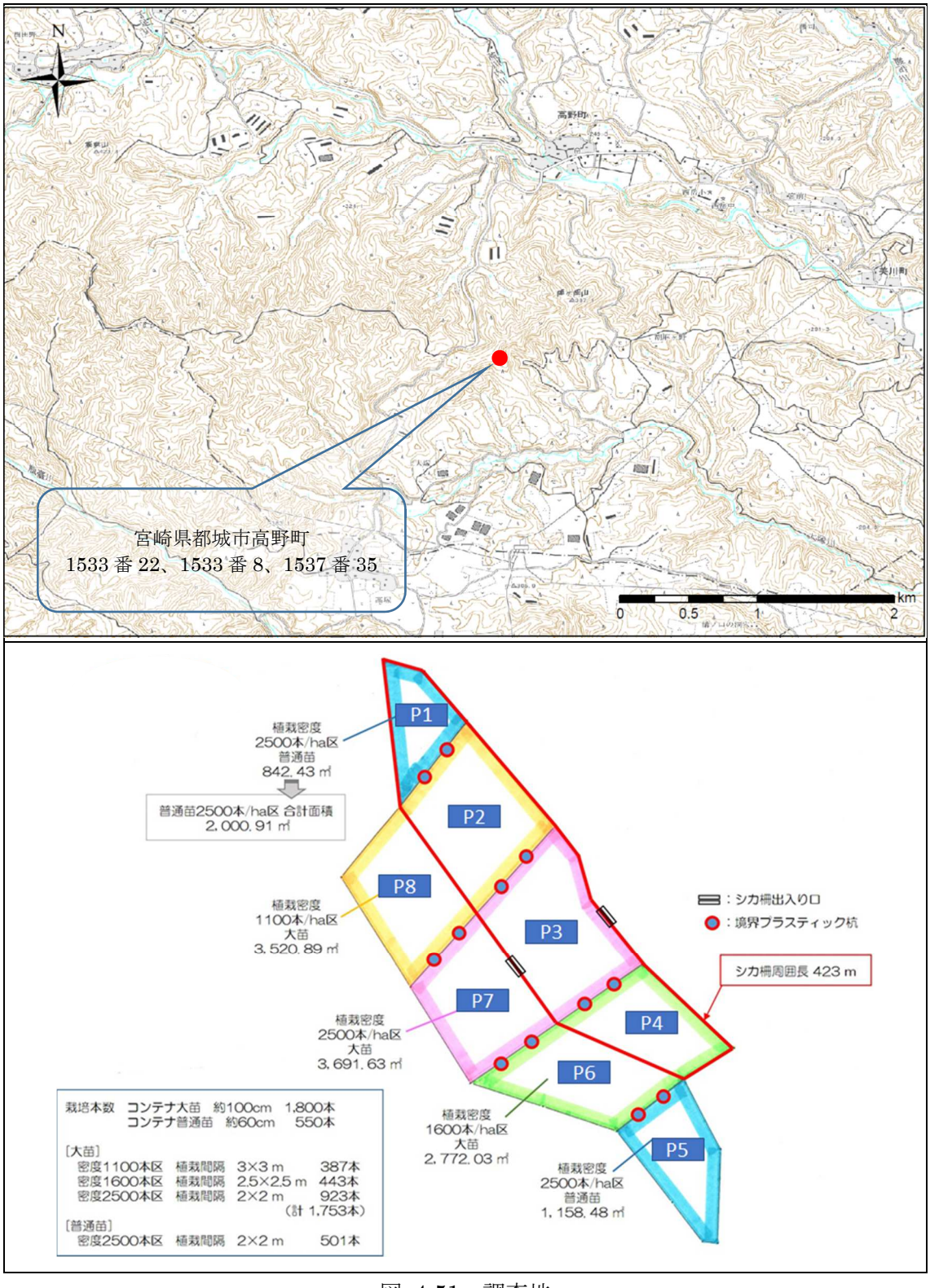


図 4-51　調査地

② 植栽地の概要

本調査地には、下刈り回避によるコスト削減とシカ食害の軽減を目的として、大苗（470cc コンテナ苗）の植栽と対象区として普通苗（300cc コンテナ苗）の植栽をしている。調査地にはシカ柵が設置されており、各植栽密度・苗木の大きさ（大苗・普通苗）それぞれにおいて、シカ柵内・外でプロットを設定している。

表 4-104　調査地の情報

実証試験地	宮崎県都城市高野町 1533 番 22、1533 番 8、1537 番 35				
苗木種	スギ大型コンテナ苗			スギ 300cc コンテナ苗	合計
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	2,500 本/ha	
植栽面積	0.35ha	0.28ha	0.37ha	0.20ha	1.21ha
植栽本数	387 本	443 本	923 本	501 本	大苗:1,753 本 300cc:501 本
気温/ 降水量	16.5℃（年平均気温）/　2481.8mm（年降水量）（平年値、都城）				
標高/ 傾斜/ 方位	295～355m　/　6～20°　/				
土壌	黒色火山灰土壌				
土地所有者	都城森林組合（社有林）				
植栽実施者	都城森林組合				
植栽日	平成 29 年 1 月 23 日（一貫作業による伐採・地拵え）				
下刈り作業	平成 29 年度：実施していない 平成 30 年 8 月上旬				

③ 調査プロット概要

表 4-105　プロットの概要

密度調査区		プロット No.	プロット形	調査本数	シカ柵内･外	備　考
スギ大型コンテナ苗	1,100 本/ha	No.2	18×18m	36 本	内	1,100 本区上側に設置
		No.8	18×18m	36 本	外	1,100 本区下側に設置
	1,600 本/ha	No.4	15×15m	36 本	内	1,600 本区上側に設置
		No.6	15×15m	36 本	外	1,600 本区下側に設置
	2,500 本/ha	No.3	12×12m	36 本	内	2,500 本区上側に設置
		No.7	12×12m	36 本	外	2,500 本区下側に設置
合計				216 本	―	-
300cc コンテナ苗	2,500 本/ha	No.1	12×12m	36 本	内	2,500 本区上側に設置
		No.5	12×12m	36 本	外	2,500 本区下側に設置
合計				72 本	―	-

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 6 月 26 日／秋冬調査：平成 30 年 11 月 29 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットとも活着率は 90%以上となっている。

表 4-106　活着率及び枯死原因（都城市）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
2	1100	36	–	0	1（不明）	6（不明3・ツル巻3・誤伐1）	7	97.2	19.4	1
8	1100	36	–	0	1（不明1）	1（シカ角害）	2	97.2	5.6	0
4	1600	36	–	0	0	1（不明1）	1	100.0	2.8	0
6	1600	36	–	0	1(不明1)	0	1	97.2	2.8	0
3	2500	36	–	0	3（不明3）	4（不明3・ツル巻1）	7	94.4	19.4	0
7	2500	36	–	0	3（不明3）	4（不明2・誤伐2）	7	94.4	19.4	2
1	2500	36	–	0	1(不明1)	1（誤伐1）	2	97.2	5.6	1
5	2500	36	–	0	0	0	0	100.0	0.0	0

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-107　植栽木の成長状況

宮崎県都城市		大苗（470cc）											
		①1,100本/ha						②1,600本/ha					
スギコンテナ苗		H28		H29		H30		H28		H29		H30	
シカ柵内外		内	外	内	外	内	外	内	外	内	外	内	外
根元径	平均値	0.9	0.9	1.3	1.6	2.8	3.2	0.8	0.9	1.4	1.5	2.6	2.9
	標準偏差	0.1	0.1	0.2	0.2	0.6	0.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3
	最小値	0.7	0.7	0.7	1.1	4.1	4.4	0.6	0.7	1.0	1.2	3.5	3.5
	最大値	1.3	1.1	1.7	2.0	1.8	2.1	1.1	1.1	1.7	2.2	1.7	2.4
樹高	平均値	89.4	88.5	111.2	117.0	144.5	172.3	83.0	90.8	108.9	116.5	148.6	168.3
	標準偏差	9.1	7.4	8.9	12.3	18.2	24.9	5.9	9.1	7.2	10.6	19.9	23.1
	最小値	74.8	74.5	94.5	88.6	188.0	215.0	71.0	73.8	91.1	95.4	202.0	215.0
	最大値	111.2	100.7	126.4	143.2	106.0	125.0	91.5	107.4	120.2	134.2	119.0	125.0
形状比	平均値	97.0	106.0	88.0	75.0	53.3	54.8	104.0	103.0	76.0	75.0	58.9	57.4
	標準偏差	11.0	15.0	16.0	9.0	7.7	6.1	13.0	12.0	7.0	9.0	7.2	5.5
	最小値	72.0	75.0	68.0	59.0	69.1	65.6	85.0	79.0	65.0	55.0	72.4	65.2
	最大値	115.0	139.0	134.0	95.0	34.9	40.5	130.0	135.0	94.0	89.0	44.1	43.4

表 4-108　植栽木の成長状況

⑦宮崎県都城市		大苗（470cc）						300cc					
		③2,500本/ha						①2,500本/ha					
スギコンテナ苗		H28		H29		H30		H28		H29		H30	
シカ柵内外		内	外	内	外	内	外	内	外	内	外	内	外
根元径	平均値	0.9	0.8	1.3	1.4	2.9	3.0	0.8	0.8	0.9	1.0	2.2	2.2
	標準偏差	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.6	0.2	0.1	0.2	0.2	0.9	0.4
	最小値	0.7	0.6	0.9	1.0	3.6	4.8	0.6	0.5	0.6	0.7	4.6	3.4
	最大値	1.2	1.0	1.6	1.7	1.7	1.9	1.2	1.1	1.4	1.4	1.3	1.5
樹高	平均値	81.5	76.4	103.6	103.1	144.9	157.7	46.0	45.5	84.8	91.4	124.4	141.0
	標準偏差	8.1	6.0	6.5	7.1	16.1	18.3	6.1	6.4	6.9	8.4	15.4	12.0
	最小値	61.2	59.1	90.8	85.9	178.0	199.0	29.1	36.5	65.0	69.2	159.0	173.0
	最大値	93.8	87.0	119.8	117.5	105.0	115.0	57.4	61.8	102.0	107.2	87.0	120.0
形状比	平均値	93.0	96.0	80.0	75.0	51.0	53.6	59.0	60.0	96.0	92.0	62.3	66.3
	標準偏差	17.0	12.0	11.0	10.0	6.9	7.6	13.0	13.0	19.0	15.0	18.1	7.0
	最小値	61.0	76.0	65.0	60.0	66.4	66.0	39.0	43.0	59.0	58.0	93.6	80.0
	最大値	124.0	124.0	107.0	103.0	40.3	38.5	87.0	106.0	145.0	135.0	24.2	50.9

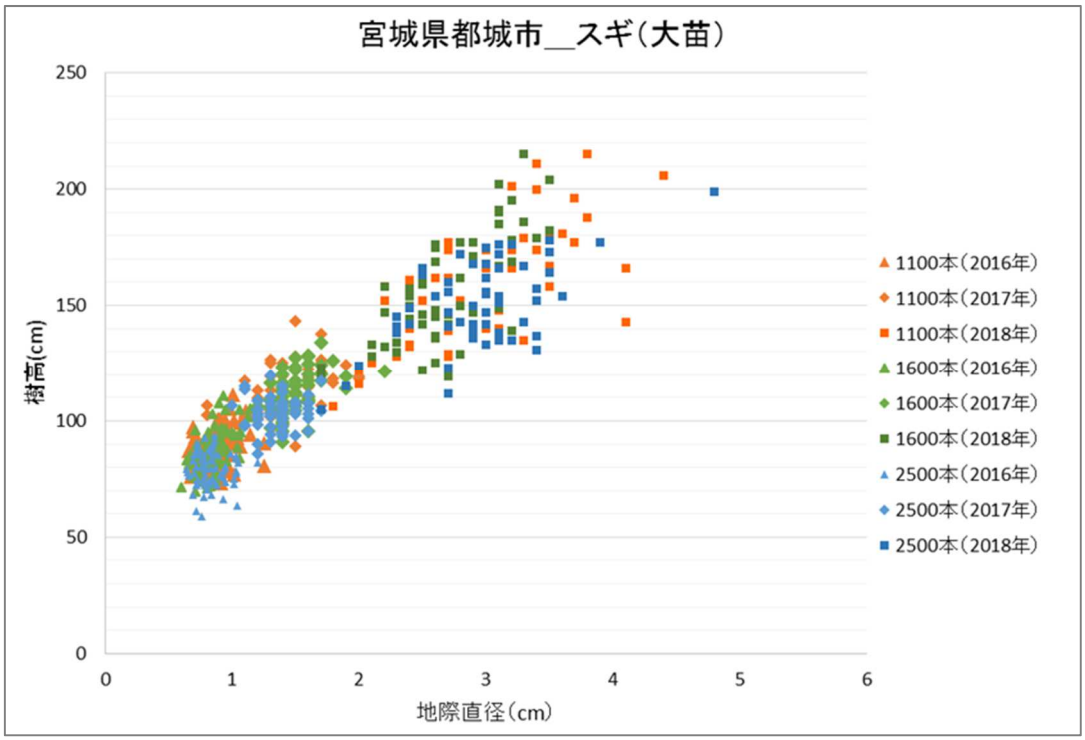


図 4-52　植栽木の形状（大苗）

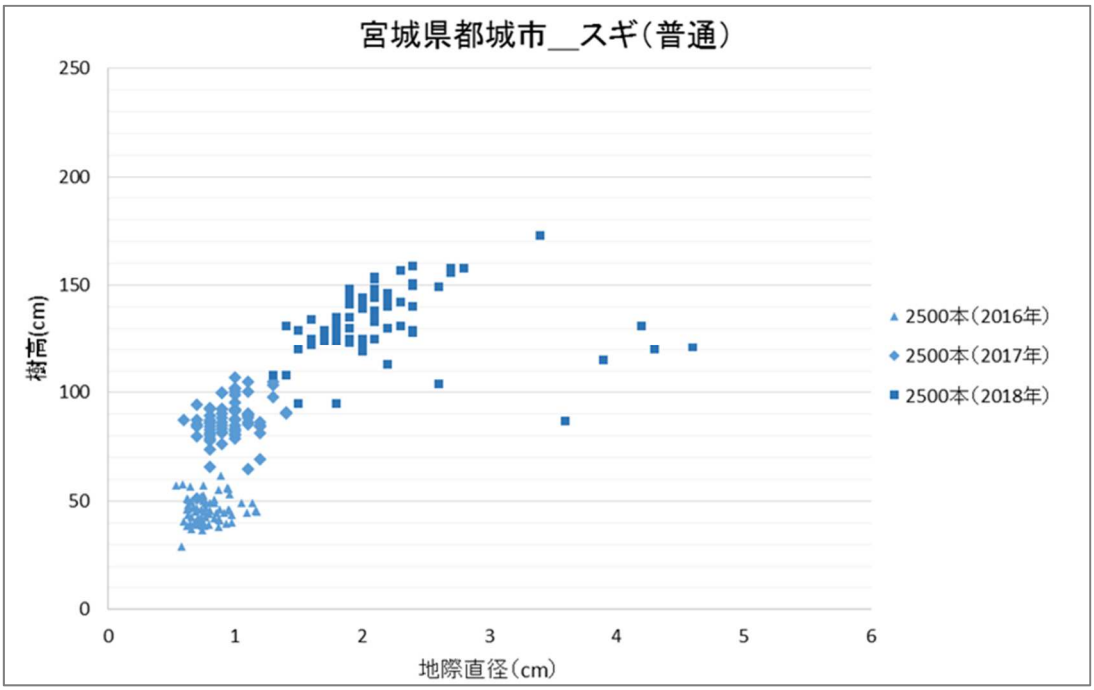


図 4-53　植栽木の形状（普通苗）

⑤　下刈りの実施結果

昨年度においては、下刈りの実施は行わなかった。本年度については、全プロットでの下刈りを実施した。

【雑草木との競合関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。
平成 29 年度は、全プロットにおいて下刈りを実施していないため、本年度の調査時には競合雑草木の被圧が多く見られる箇所が多くある。

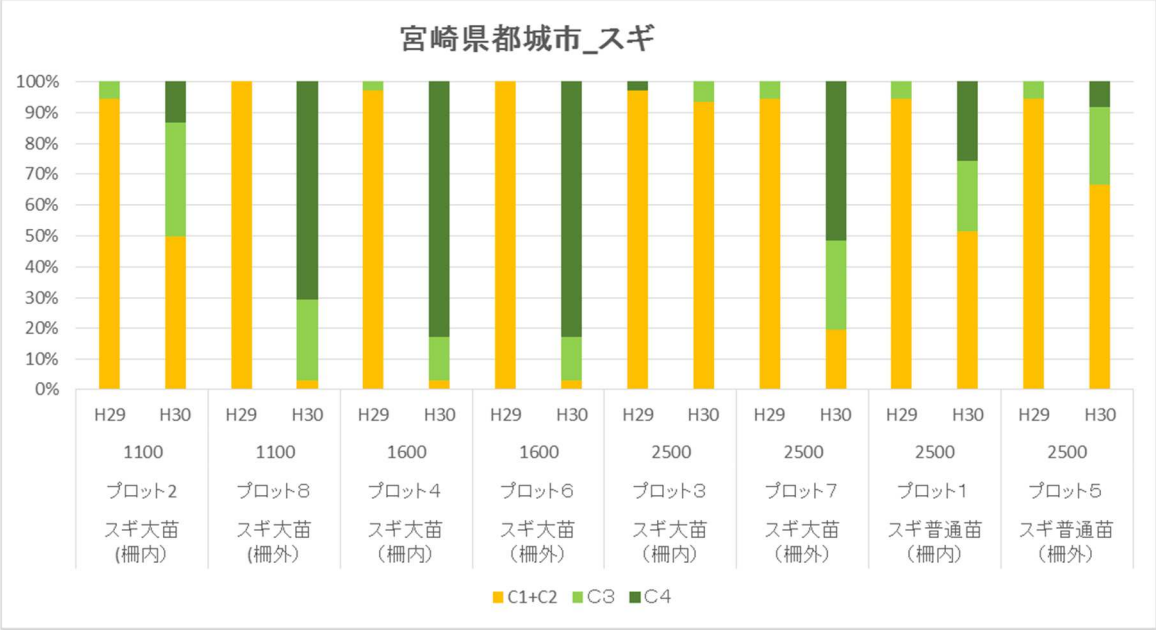


図 4-54　C 区分調査結果（都城市）

表 4-109　競合植生の優占種（都城市）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1100	低木草	–	20%	・カラスザンショウ(1.5m) ・アカメガシワ(1.9m)
		草本層	–	70%	・スイカズラ ・ヘクソカズラ ・カラムシ
8	1100	低木草	–	80%	・アカメガシワ（2.0m） ・カラスザンショウ（2.4m）
		草本層	–	60%	・フユイチゴ ・オカトラノオ ・コチヂミザサ
4	1600	低木草	・カラスザンショウ(2.2m) ・アカメガシワ（2.2m） ・ヤマハギ（2.0m）	95%	
		草本層	–	20%	・コチヂミザサ ・ベニバラボロギク ・オカトラノオ ・フユイチゴ
6	1600	低木草	–	80%	・アカメガシワ（2.1m） ・カラスザンショウ（2,4m）
		草本層	–	60%	・フユイチゴ ・ヘクソガズラ ・ネザサ
3	2500	低木草	・アカメガシワ(1.4m) ・カラスザンショウ(1.6m)	10%	・ミズキ（1.2m）
		草本層	・ヘクソカズラ	80%	・フユイチゴ ・スイカズラ
7	2500	低木草	–	60%	・カラスザンショウ（2.1m） ・アカメガシワ（1.7m） ・タラノキ（1.8m）
		草本層	–	70%	・フユイチゴ ・ヘクソガズラ ・ススキ ・ササクサ
1	2500	低木草	–	10%	・カラスザンショウ(1.7m) ・アカメガシワ(1.3m)
		草本層	・フユイチゴ	80%	・カラムシ ・ヘクソカズラ ・コアカソ
5	2500	低木草	–	10%	・カラスザンショウ（1.8m） ・アカメガシワ（1.5m）
		草本層	–	60%	・フユイチゴ ・コチヂミザサ ・ヘクソカズラ ・ネザサ ・ゼンマイ

写真 4-31　C 区分調査プロットの様子

【下刈り時間分析の結果】

各プロットでの下刈り時間の計測結果を以下に示す。

大苗の 2,500 本植栽区での平均下刈り時間が長い結果となった。

表 4-110　下刈り時間の分析結果（都城市）

樹種	プロット	植栽密度（本/ha）	プロット面積（㎡）	下刈り時間（秒）	1ha当たりの下刈り時間(分)	平均時間（分）	その他		備考
							作業者	経験年数	
スギ大苗	2	1100	317.7	30.7	967.5	**1075.6**	S氏・O氏	12・10	
スギ大苗	8	1100	323.0	38.2	1183.7		S氏・O氏	12・10	
スギ大苗	4	1600	218.2	27.7	1267.7	**1296.2**	S氏・O氏	12・10	
スギ大苗	6	1600	228.0	30.2	1324.8		S氏・O氏	12・10	
スギ普通苗	1	2500	148.7	24.5	1648.5	**1374.6**	S氏・O氏	12・10	
スギ普通苗	5	2500	144.8	15.9	1100.7		S氏・O氏	12・10	
スギ大苗	3	2500	144.5	24.2	1675.6	**1514.1**	S氏・O氏	12・10	
スギ大苗	7	2500	141.6	19.2	1352.5		S氏・O氏	12・10	

※棒グラフは、全プロットで最も時間が掛かったプロットを 100 とした場合の、本調査地の割合を示す。

【ヒアリング結果】

下刈り実施後に、作業者へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

・植栽間隔が 3.0mでは、動く歩数が増え刈りにくかった。
・普段が 2.0mに慣れているので、2.5～3.0mはやりにくい。
・雑草木の高さが 2.0m 近くあり、２段切りする必要があった。
・2.0m 間隔ではつるが多く、作業が困動（理由は不明）。
・3.0mと 2.5mで誤伐が１本あった。植栽間隔が違うのと、雑草木の高さがあり、苗を見つけづらかった。
・誤伐をなくすためには、ゆっくり作業を行う必要がある。
・2.0mの間隔に慣れている。2.0mは半歩、2.5mは一歩、3.0mは約２歩と間隔の違いに苦労した。それぞれの間隔に体が慣れれば、効率よく作業が出来ると思う。

⑥　現地写真

地拵え中（平成 28 年）

地拵え完了（平成 28 年）

下刈り未実施（平成 29 年 8 月）

下刈り未実施（平成 29 年 11 月）

下刈り前（平成 30 年 6 月）

下刈り後（平成 30 年 11 月）

写真 4-32　調査地の様子

4－4.　平成 29 年度植栽地での実施結果

平成 29 年度に植栽を実施した調査地を以下に示す。

表 4-111　平成 29 年度植栽地　一覧（全 3 箇所）

No.	場所	苗木種	植栽密度（本/ha）	植栽面積（ha）		植栽本数（本）		下刈時期	H30 調査日		備考
									夏季	秋冬期	
1	北海道上川郡 下川町渓和 202，204 番置	ヒノキ 150cc コンテナ苗	1,100	0.30	1.00	330	1,657	8 月	7 月	10 月	
			1,600	0.47		752					
			2,500	0.23		575					
2	秋田県由利本荘市 矢島町城内字 下谷地沢 22～46	スギ 150cc コンテナ苗	1,100	0.30	0.93	330	1617	8 月	7 月	10 月	
			1,600	0.32		512					
			2,500	0.31		775					
3	富山県中新川郡 立山町座主坊 中ノ谷 41 林班	カラマツ 150cc コンテナ苗	1,100	0.31	0.93	341	1612	8 月	6 月	11 月	無花粉 M ｽﾀｰ
			1,600	0.31		496					
			2,500	0.31		775					

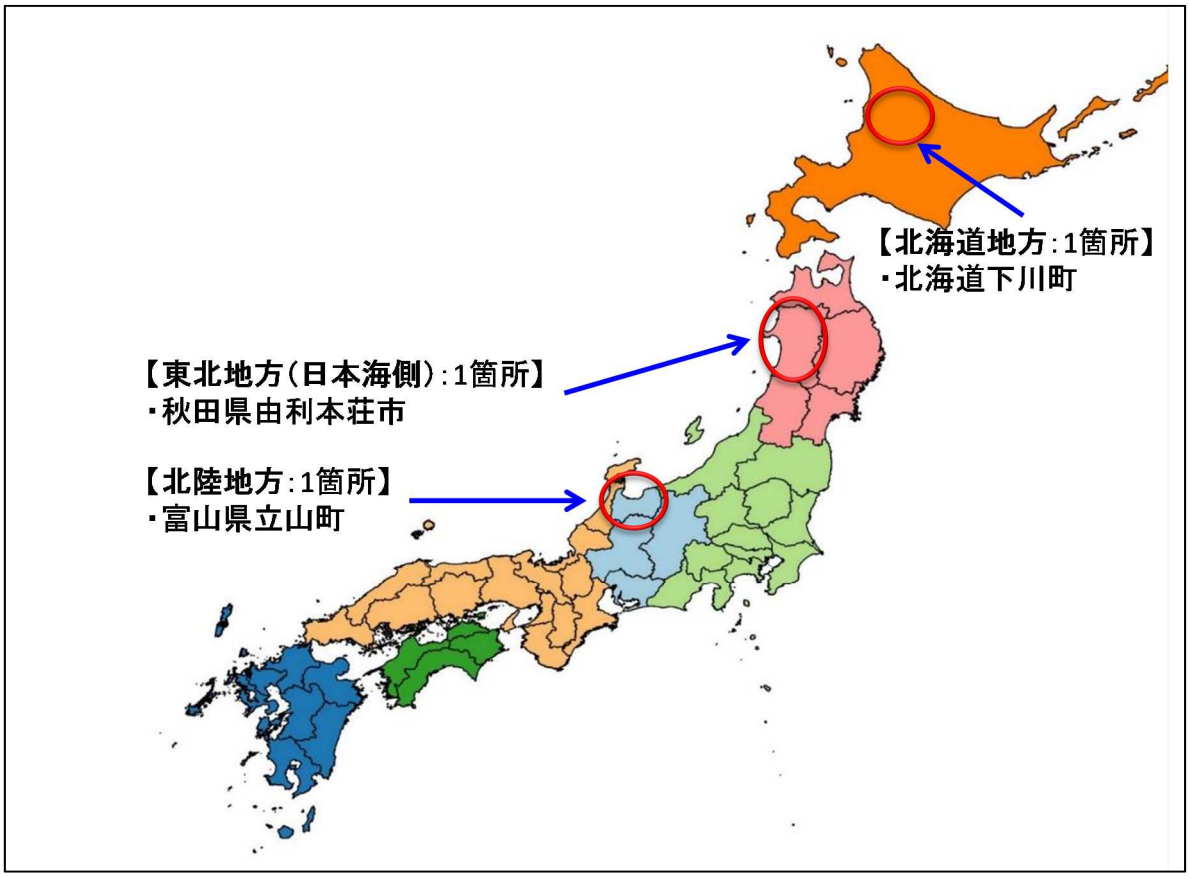


図 4-55　平成 29 年度植栽地　位置図

4－4－1.　北海道地方

（1）　北海道　下川町（No.1）

① 位置図

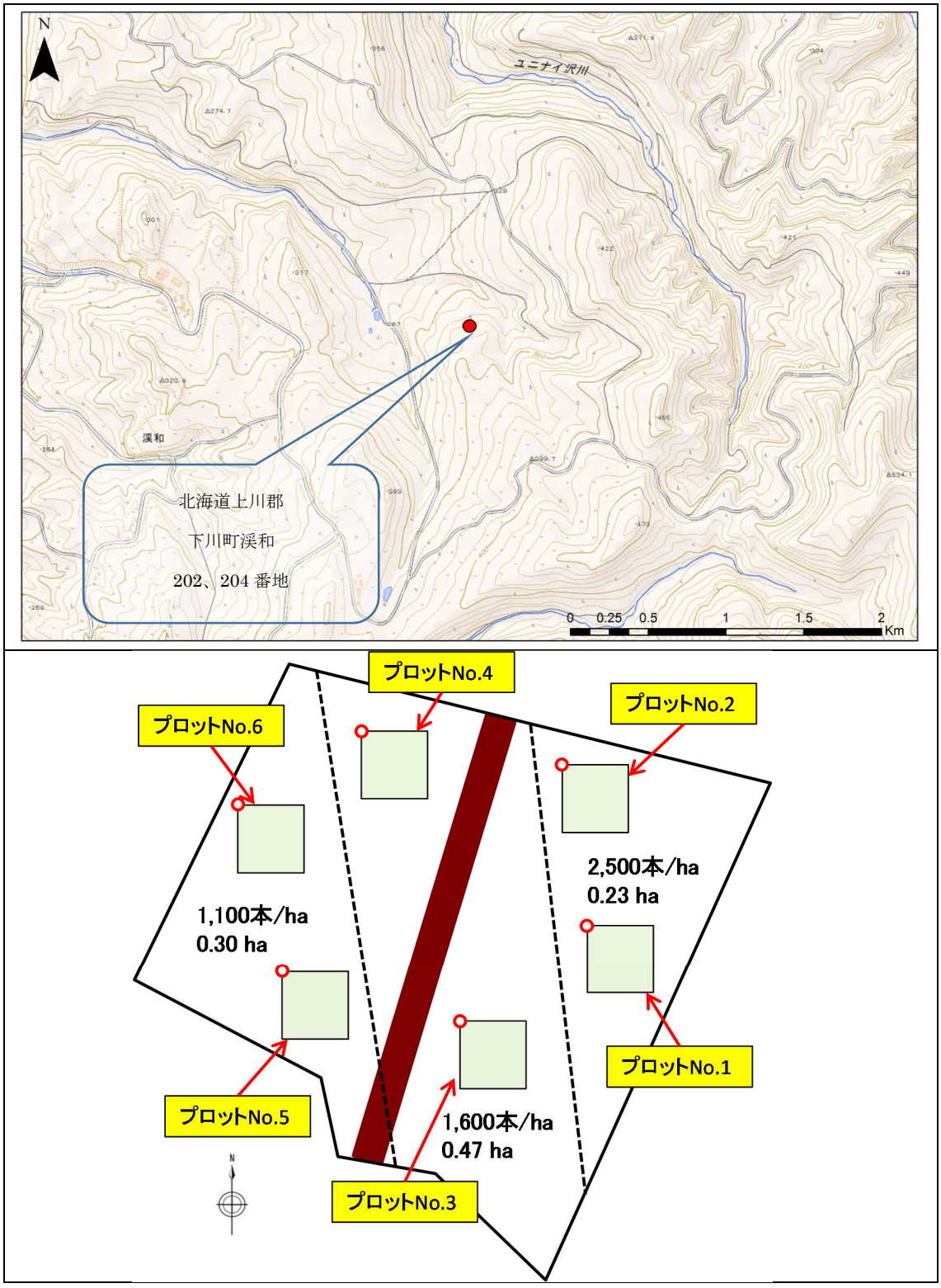


図 4-56　調査地

② 植栽地の概要

表 4-112　調査地の情報

実証試験地	北海道上川郡下川町（民有林）			
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.30ha	0.47ha	0.23ha	1.00ha
植栽本数	330 本	752 本	575 本	1,657 本
気温/ 降水量	5.1℃（年平均気温）/ 911.7mm（年降水量）/ 925cm（年降雪量）（平年値、下川町）			
標高/ 傾斜/ 方位	320～340m / 10～15° / S			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	下川町（北海道上川郡下川町幸町 63 番地）			
植栽実施者	下川町森林組合			
植栽日	平成 29 年 11 月 10 日			
下刈実施者	下川町森林組合			
下刈年月日	平成 30 年 8 月 3 日			

③ 調査プロット概要

表 4-113　プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,100 本/ha	No.6	18×18m	36 本	斜面下部に設置
	No.5	18×18m	35 本	斜面上部に設置
1,600 本/ha	No.4	15×15m	36 本	斜面下部に設置
	No.3	15×15m	36 本	斜面上部に設置
2,500 本/ha	No.2	12×12m	36 本	斜面下部に設置
	No.1	12×12m	35 本	斜面上部に設置
合計			214 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査の結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 24 日／冬秋調査：平成 30 年 10 月 10 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットにおいて、原因不明の枯死が多数確認され、活着率は半分程度以下となっている。

表 4-114　活着率及び枯死原因（下川町）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	36	–	–	0	18（不明16・ツル巻1・主幹折れ1）	18	50.0	50.0	0
2	1100	36	–	–	0	15（不明15）	15	58.3	41.7	0
3	1600	36	–	–	0	22（不明20・消失2）	22	38.9	61.1	0
4	1600	36	–	–	0	20（不明15・消失4・先端折れ1）	20	44.4	55.6	0
5	2500	36	–	–	0	27（不明12・消失12・先端欠損3）	27	25.0	75.0	0
6	2500	36	–	–	0	20（不明10・消失8・先端欠損2）	20	44.4	55.6	0

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-115　植栽木の成長状況（下川町）

北海道下川町		①1,100本/ha		②1,600本/ha		③2,500本/ha	
カラマツ150cc		H29	H30	H29	H30	H29	H30
根元径	平均値	0.3	0.7	0.3	0.6	0.3	0.7
	標準偏差	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1
	最小値	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3
	最大値	0.5	1.1	0.4	0.8	0.4	0.9
樹高	平均値	33.5	37.1	30.7	30.2	34.2	37.6
	標準偏差	3.1	7.8	3.7	10.6	3.7	5.7
	最小値	28.2	13.0	20.7	11.5	24.1	20.0
	最大値	43.9	46.0	39.0	43.0	40.2	46.0
形状比	平均値	123.3	56.1	104.6	51.7	102.6	58.0
	標準偏差	20.8	11.6	12.1	14.1	12.5	21.7
	最小値	74.0	34.2	62.7	27.1	76.3	29.9
	最大値	182.9	78.2	127.0	73.7	137.4	151.9

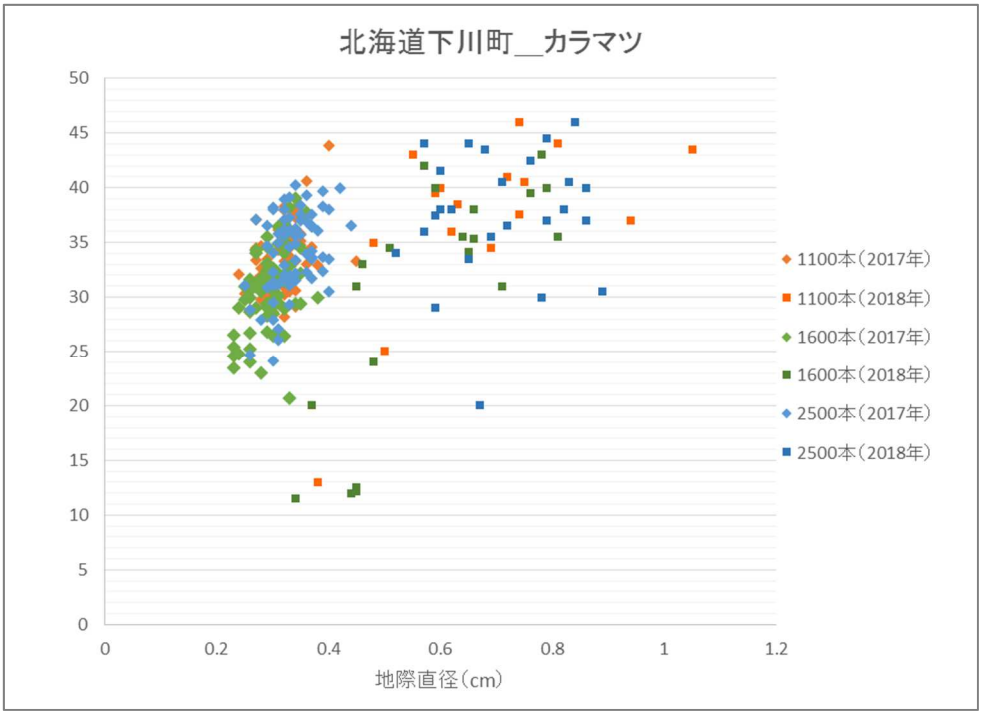


図 4-57　植栽木の形状

⑤　下刈りの実施結果

本年度は、全プロットでの下刈りを実施した。

【雑草木との競争関係】

夏期調査にて実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。プロット 4 では、部分的に低木層の繁茂が確認されており、C3・C4 の割合が高くなっている。

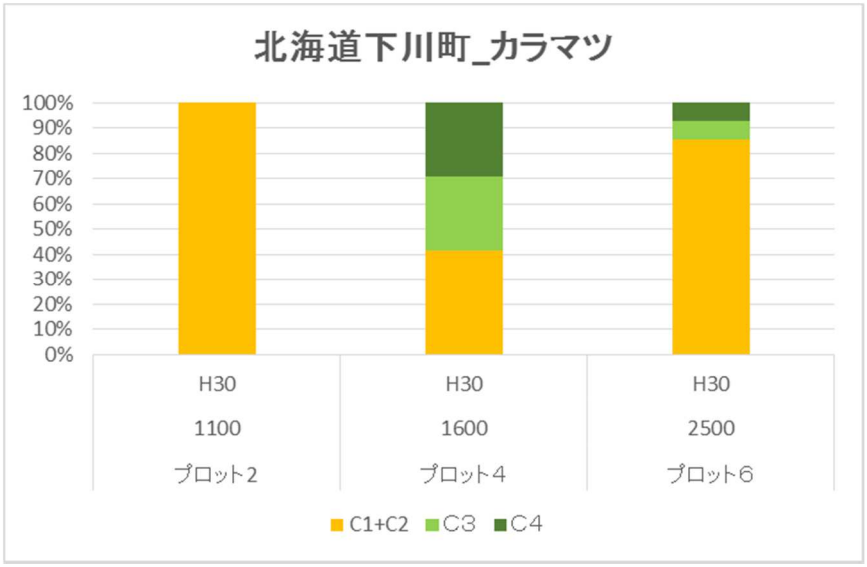


図 4-58　C 区分調査結果（下川町）

表 4-116　競合植生の優占種（下川町）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
2	1100	低木草	･イタドリ	25%	・ヨモギ（25%）
		草本層	–	–	–
4	1600	低木草	・ヨモギ（30%　0.2m） ・ヨブスマソウ（0.2m）	40%	・イタドリ ・アザミ
		草本層	–	–	–
6	2500	低木草	・ヨモギ（1.1m）	5%	–
		草本層	–	–	–

左上：プロット No.2
右上：プロット No.4
左下：プロット No.6

写真 4-33　C 区分調査プロットの様子

【下刈りのコスト分析】

本調査地は、下刈りの時間分析調査の対象外としたため、作業日報による作業人工の分析を実施した。下刈りの実施面積と作業人工数をもとに生産性を以下に示す。

表 4-117　下刈りに要した人工と生産性

場所	下刈り人工	使用機械	面積(ha)	生産性(人日/ha)
北海道下川町 （カラマツ）	ﾃｰﾋﾟﾝｸﾞ：1.1 人工 下刈り：3.2 人工	刈払機	1.00	4.3

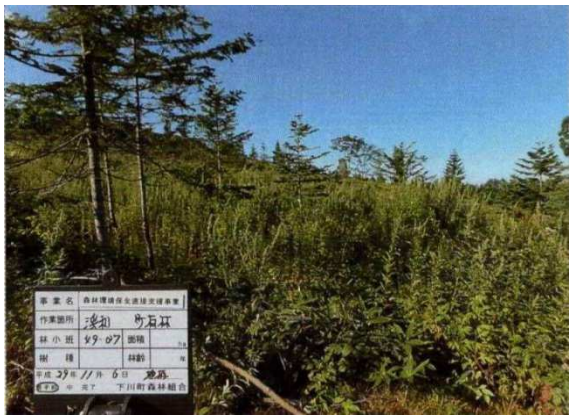
※本資料は下刈り後の作業日誌より整理した。

※1 日の作業時間は 7.5 時間である。

下刈りに際しては、枯死木多いことや雑草木に部分的に覆われている箇所において、テーピング（植栽木に目印のテープを付ける）を実施してから下刈りを行なっていた。

林野庁参考値では 14.25 人工/ha であり、林野庁参考値より高い生産性となっている。植栽地が比較的平坦～緩傾斜地であったことが要因であると考えられる。

⑥　現地写真



地拵え前（平成 29 年 11 月）

植栽後（平成 29 年）

下刈り前（平成 30 年）

下刈り後（平成 30 年）

写真 4-34　調査地の様子

4－4－2.　東北（日本海側）地方

（1）　秋田県　由利本荘市（No.2）

①　位置図

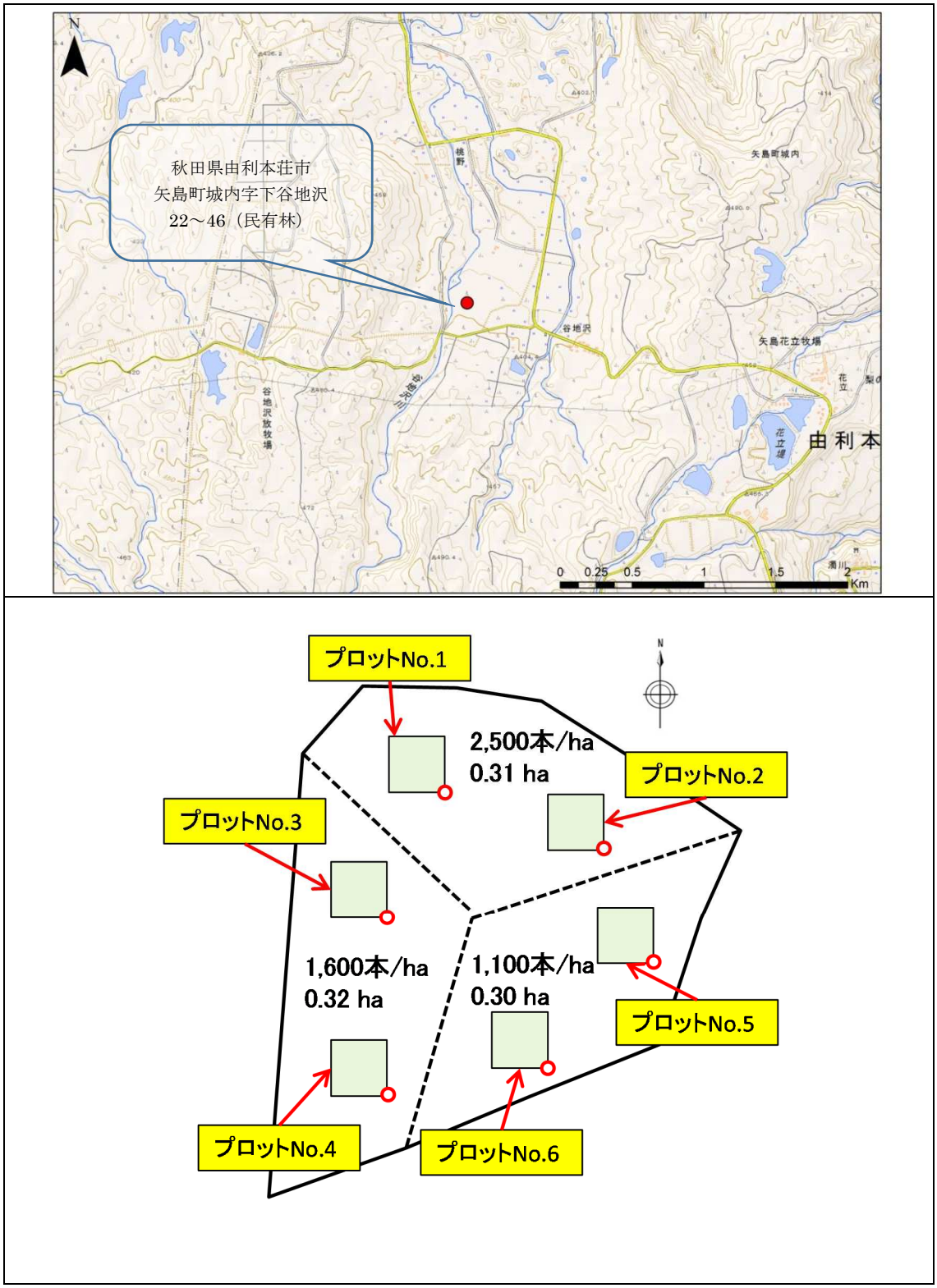


図 4-59　調査地

② 植栽地の概要

表 4-118　調査地の情報

実証試験地	秋田県由利本荘市（民有林）			
苗木種	スギ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.30ha	0.32ha	0.31ha	0.93ha
植栽本数	330 本	512 本	775 本	1,617 本
気温/ 降水量	11.4℃（年平均気温）/ 2,185.5mm（年降水量）/ 679cm（年降雪量）（平年値、矢島町）			
標高/ 傾斜/ 方位	400m / 0° / －			
土壌	黒色火山灰土			
土地所有者	由利本荘市（秋田県由利本荘市尾崎 17 番地）			
植栽実施者	本荘由利森林組合			
植栽日	平成 29 年 10 月 31 日～11 月 3 日			
下刈実施者	本荘由利森林組合			
下刈り実施日	平成 30 年 8 月 20～22 日			

③ 調査プロット概要

表 4-119　プロットの状況

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,100 本/ha	No.6	18×18m	36 本	西側
	No.5	18×18m	39 本	東側
1,600 本/ha	No.4	15×15m	36 本	南側
	No.3	15×15m	36 本	北側
2,500 本/ha	No.2	12×12m	36 本	東側
	No.1	12×12m	36 本	西側
合計			219 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査の結果

【調査実施日】

夏期調査：平成 30 年 7 月 24 日／冬秋調査：平成 30 年 10 月 10 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。各プロットにおいて、消失や原因不明の枯死が見られている。また、一部ウサギの食害も見られている。

表 4-120　活着率及び枯死原因（由利本荘市）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
5	1100	42	–	–	0	17（消失15・不明1・誤伐1）	17	59.5	40.5	1
6	1100	36	–	–	0	21（消失13・不明7・根浮1）	21	41.7	58.3	0
3	1600	36	–	–	0	12（消失6・不明5・ウサギ食1）	12	66.7	33.3	0
4	1600	36	–	–	0	8（消失3・不明3・先端折れ1・主幹折れ1）	8	77.8	22.2	0
1	2500	36	–	–	0	7（消失6・不明1）	7	80.6	19.4	0
2	2500	36	–	–	0	13（不明10・消失2・主幹折れ1）	13	63.9	36.1	0

※何らかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-121　植栽木の成長状況

秋田県由利本荘市		①1,100本/ha		②1,600本/ha		③2,500本/ha	
スギ150cc		H29	H30	H29	H30	H29	H30
根元径	平均値	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.7
	標準偏差	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	最小値	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4
	最大値	0.5	0.8	0.6	1.0	0.5	1.0
樹高	平均値	44.3	44.8	43.6	46.9	45.3	50.4
	標準偏差	4.5	7.2	5.6	6.5	6.0	7.2
	最小値	35.5	27.2	30.0	34.1	33.7	41.0
	最大値	53.3	58.5	56.2	58.5	70.4	72.5
形状比	平均値	115.1	78.9	118.1	78.3	109.4	75.2
	標準偏差	20.7	20.0	20.6	13.9	20.7	16.0
	最小値	79.2	38.7	76.4	47.6	72.6	56.4
	最大値	185.4	143.9	172.0	105.7	163.7	131.1

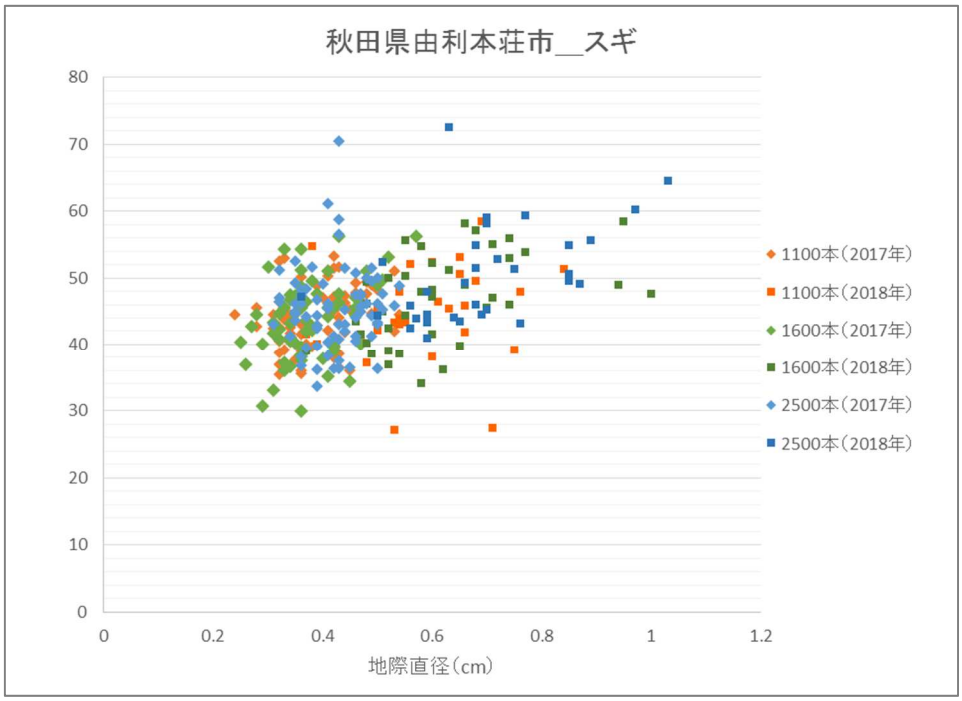


図 4-60　植栽木の形状

⑤　下刈りの実施結果

本年度は、全プロットでの下刈りを実施した。

【雑草木との競争関係】

夏期調査にて実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。
全プロットにおいて、C4 の割合が 50%以上と高い状況である。ほとんどが、ワラビに覆われている。

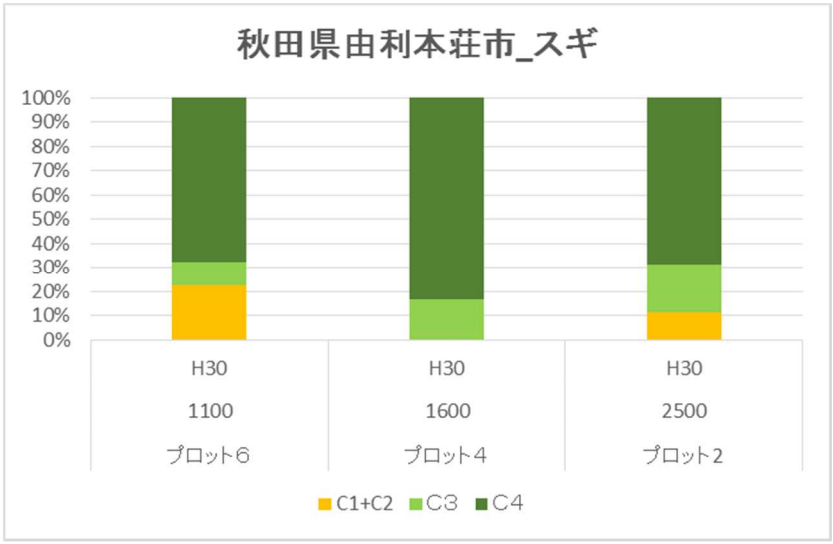


図 4-61　C 区分調査結果（由利本荘市）

表 4-122　競合植生の優占種（由利本荘市）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
6	1100	低木草	・クマイチゴ（1.4m）	40%	・タラノキ ・クマイチゴ ・サクラ類 ・クマイチゴ
		草本層	・ワラビ	60%	・ワラビ ・ノリウツギ ・オカトラノオ
4	1600	低木草	・クマイチゴ(1.2m) ・サクラ類（1.1m）	30%	・クマイチゴ ・サクラ類 ・タラノキ ・カラスザンショ ・クマイチゴ
		草本層	・ワラビ ・イワガラミ	90%	・ワラビ ・ノリウツギ ・オカトラノオ ・イワガラミ ・タニウツギ
2	2500	低木草	・タラノキ（1.2m）	50%	・タラノキ ・クマイチゴ
		草本層	・ススキ ・イタドリ ・イ	80%	・ススキ ・イタドリ・イ・フキ ・ヨモギ ・ヒヨドリバナ

左上：プロット No.2
右上：プロット No.4
左下：プロット No.6

写真 4-35　C 区分調査プロットの様子

【下刈りのコスト分析】

本調査地は、下刈りの時間分析調査の対象外としたため、作業日報による作業人工の分析を実施した。下刈りの実施面積と作業人工数をもとに生産性を以下に示す。

表 4-123　下刈りに要した人工と生産性

場所	下刈り人工	使用機械	面積(ha)	生産性(人日/ha)
秋田県由利本荘市（スギ）	5.4 人工	刈払機	0.93	5.8

※本資料は下刈り後の作業日誌より整理した。

※1 日の作業時間は 7.5 時間である。

林野庁参考値では 14.25 人工/ha であり、林野庁参考値より高い生産性となっている。植栽地が平坦地であったことが要因であると考えられる。

⑥　**現地写真**

地拵え前	植栽後（平成 29 年）

下刈り前（平成 30 年）	下刈り後（平成 30 年）

写真 4-36　調査地の様子

4－4－3.　北陸地方

(1)　富山県立山町（No3.）

① 位置図

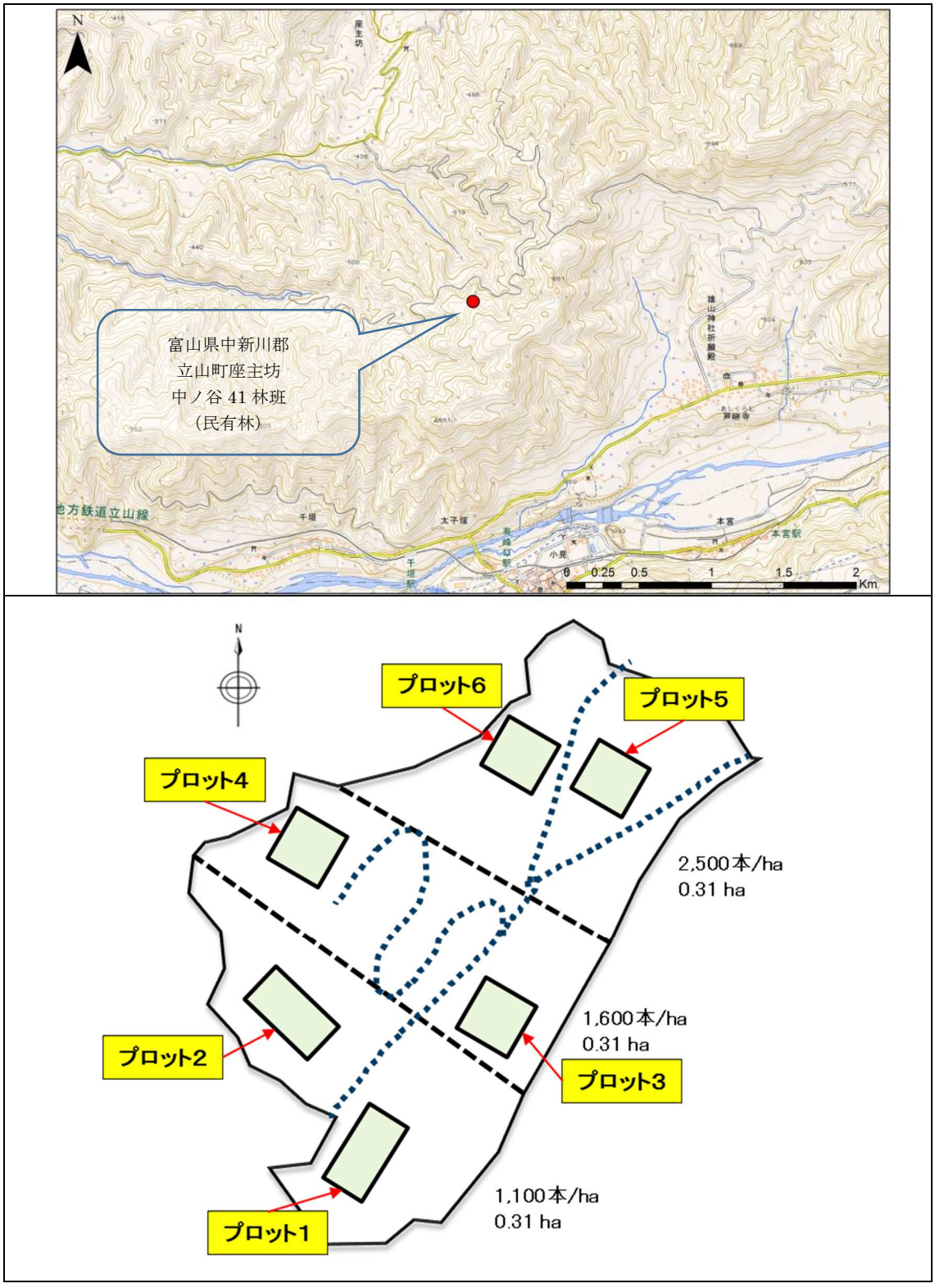


図 4-62　調査地

② 植栽地の概要

表 4-124　調査地の概要

実証試験地	富山県立山町（民有林）			
苗木種	無花粉スギ　M スターコンテナ苗（300～400cc）			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.31ha	0.31ha	0.31ha	0.93ha
植栽本数	341 本	496 本	775 本	1,612 本
気温/ 降水量	14.1℃（年平均気温）/2300.0mm（年降水量）/383cm（年降雪量）（平年値、富山市）			
標高/ 傾斜/ 方位	500～550m　/　15～25°　/　NW			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	富山県			
植栽実施者	立山山麓森林組合			
植栽日	平成 29 年 12 月 5 日～8 日			
下刈実施者	細木建設株式会社			
下刈年月日	平成 30 年 7 月 27～29 日			

③ 調査プロットの概要

表 4-125　プロットの概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備　考
1,100 本/ha	No.1	18×18m	36 本	斜面上部に設置
	No.2	18×18m	38 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	35 本	斜面上部に設置
	No.4	15×15m	35 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	39 本	斜面上部に設置
	No.6	12×12m	36 本	斜面下部に設置
合計			219 本	

※プロットサイズはプロット内本数より計算したおおよその大きさ

④　実証調査結果

【調査実施日】

夏季調査：平成 30 年 6 月 9 日／秋冬調査：平成 30 年 11 月 6 日～7 日

【活着状況】

各プロットにおける、植栽直後から本年度までの植栽木の活着状況は以下のとおりである。植栽密度 2,500 本/ha のプロット 6 において、やや枯死率が高いものの、全プロットとも活着率は 80%以上となっている。

表 4-126　活着率及び枯死原因（立山町）

枯死率はH30年度時点
活着率は植栽翌年の数値である

プロット	植栽密度	設定本数	枯死本数					活着率(%)	枯死率(%)	誤伐合計(本)
			H27	H28	H29	H30	合計			
1	1100	36	–	–	0	0	0	100.0	0.0	0
2	1100	38	–	–	0	2（不明1・根浮1）	2	94.7	5.3	0
3	1600	35	–	–	0	0	0	100.0	0.0	0
4	1600	35	–	–	0	1（誤伐）	1	97.1	2.9	1
5	2500	39	–	–	0	0	0	100.0	0.0	0
6	2500	36	–	–	0	6（根浮2・根抜2・不明2）	6	83.3	16.7	0

※なんらかの損傷が見られても生存している個体は含まない

【成長状況】

植栽木の成長状況ついて、植栽直後から本年度までの調査結果を植栽密度別に以下に示す。

表 4-127　植栽木の成長状況（立山町）

富山県立山町		①1,100本/ha		②1,600本/ha		③2,500本/ha	
無花粉スギ300～400cc		H29	H30	H29	H30	H29	H30
根元径	平均値	–	0.5	–	0.6	–	0.5
	標準偏差	–	0.1	–	0.1	–	0.1
	最小値	–	0.3	–	0.4	–	0.3
	最大値	–	0.8	–	0.8	–	0.8
樹高	平均値	31.5	32.2	30.0	36.4	30.1	31.0
	標準偏差	7.0	7.3	6.2	8.0	6.8	7.6
	最小値	18.0	15.3	19.0	20.8	18.0	20.0
	最大値	51.5	51.5	46.2	57.1	49.5	54.3
形状比	平均値	–	62.0	–	62.1	–	66.9
	標準偏差	–	13.9	–	11.7	–	14.8
	最小値	–	31.9	–	34.1	–	34.9
	最大値	–	91.8	–	90.0	–	97.9

※平成 29 植栽時の初期データが積雪により取得できず、平成 30 の 6 月の初回調査で若芽の成長量を測定し、それを樹高から引いた値を初期値とした。

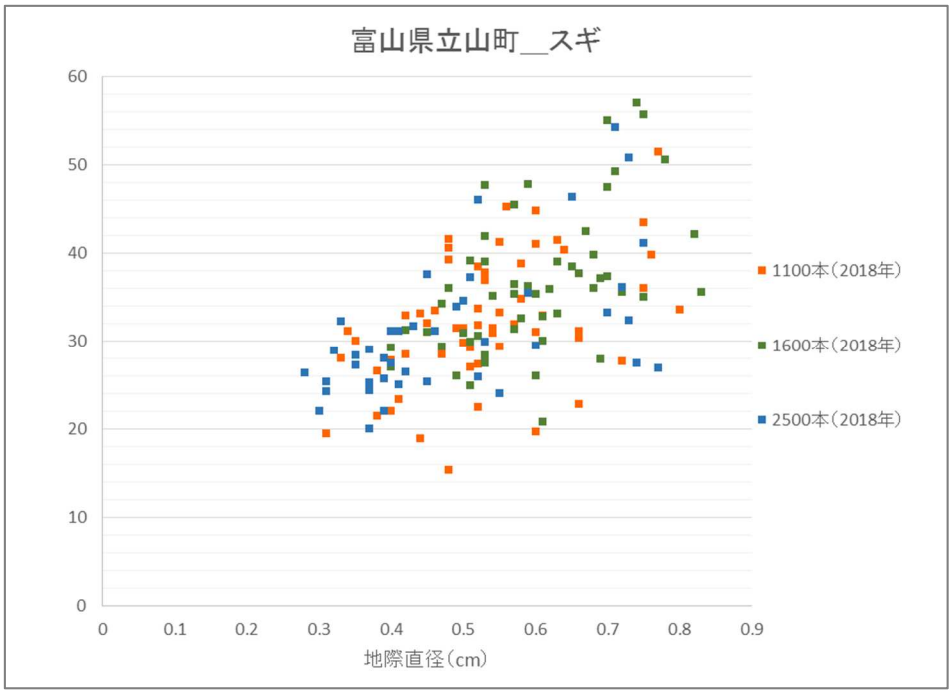


図 4-63　植栽木の形状

⑤　下刈りの実施結果

本年度は、全プロットにて下刈りを実施した。

【雑草木との競合関係】

夏期調査で実施した、C 区分調査結果ならびに主な競合雑草木を以下に示す。

全てのプロットで C4 の割合が 50%を超えている状況である。競合雑草木には、イチゴ類やタケニグサ等のパイオニア種が多く見たれた。

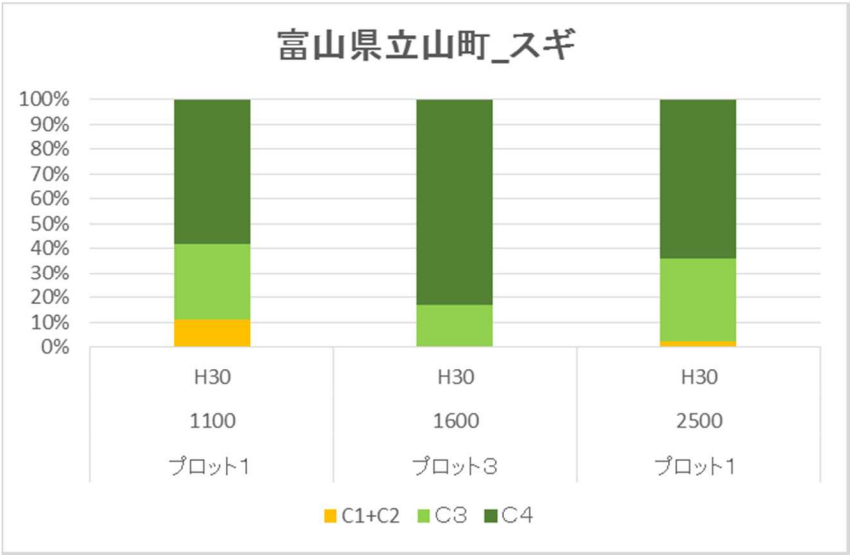


図 4-64　C 区分調査結果（立山町）

表 4-128　競合植生の優占種（立山町）

			H30		
プロット	密度	区分	優占上位種（平均樹高）	優占種被度	その他：特徴的な出現種
1	1100	低木草	–	–	–
		草本層	・モミジイチゴ（1.1m）	80%	・モミジイチゴ ・ススキ ・クマイチゴ ・ササSP
3	1600	低木草	–	–	–
		草本層	・モミジイチゴ（0.9m）	90%	・モミジイチゴ ・クマイチゴ ・ノリウツギ ・ススキ ・アカメガシワ ・ササSP
5	2500	低木草	・タケニグサ（2.2m） ・ススキ（1.6m）	40%	・ヤマコウバシ ・タケニグサ ・クマイチゴ ・ススキ
		草本層	・ノリウツギ	70%	・ノリウツギ ・モミジイチゴ ・ホオノキ ・アジサイＳＰ ・ササＳＰ

左上：プロット No.1
右上：プロット No.3
左下：プロット No.5

写真 4-37　C 区分調査プロットの様子

【下刈りのコスト分析】

本調査地は、下刈りの時間分析調査の対象外としたため、作業日報による作業人工の分析を実施した。下刈りの実施面積と作業人工数をもとに生産性を以下に示す。

表 4-129　下刈りに要した人工と生産性

場所	下刈り人工	使用機械	面積(ha)	生産性(人日/ha)
富山県立山町 （スギ）	根踏み：6.2 人工 下刈り：11.8 人工	刈払機	1.00	18 人工

※本資料は下刈り後の作業日誌より整理した。

※1 日の作業時間は 7.5 時間である。

富山県では、通常より、下刈り実施前に雪等で倒れた根を起す、「根踏み」という作業が行なわれており、本調査地にも実施された。

根踏みを含めた場合の人工数は、林野庁参考値の 14.25 人工/ha より低い生産性となるが、地域特有の気象条件等もあるため、本事例については、一概にコストの評価をすることはできないと考える。

⑥　現地写真

地拵え前（平成 29 年）	植栽後（平成 29 年）

下刈り前（平成 29 年）	下刈り後（平成 29 年）

写真 4-38　調査地の状況

5. 実証調査データを用いた各種分析について

5－1. 樹高成長量への影響解析

本事業における指針の作成においては、「低密度植栽」により、植栽木がどのような影響を受けるのかを調査する必要がある。

このため、本年度においてはこれまでの調査で得られた各植栽地での成長量データを利用し、植栽密度が「樹高成長」にどのような影響を与えているかを、解析・評価した。なお、次年度については、本年度の解析結果に加え、次年度の計測結果も考慮した上で、再度解析を行う必要がある。

＜これまでの議論より得られた意見＞

・植栽木の生長について、植栽密度が要因となっているのかを統計的に検討する。

5－1－1. 解析目的

「低密度植栽」による植栽木の樹高成長への影響を解析するため、植栽密度ごとに樹高成長量を比較する。さらに樹高成長量に影響する環境要因も検証する。

5－1－2. 解析方法

地域ごとに植栽年次[1]に対する樹高成長量を線形回帰モデルにより解析したところ、例えば図 5-1 に示すように、地域によって樹高成長速度（傾き）や平均樹高成長量（切片）が異なった。単純な線形回帰モデルでは、植栽密度による影響を抽出できないことがわかったため、「一般化線形混合モデル（Generalized Linear Mixed Models）」[2]を用いて、地域ごとの樹高成長量の違いを考慮しながら、『樹高成長量』がどの要因に影響を受けているのかを解析した。

[1] 植栽年次は、植栽後 n 年目を意味する。また、樹高成長量は、n 年目の植栽年次の樹高－n+1 年目の樹高で計算する。

[2]、固定効果（fixed effect）と変量効果（random effect）を共に含む線形の統計学的モデル

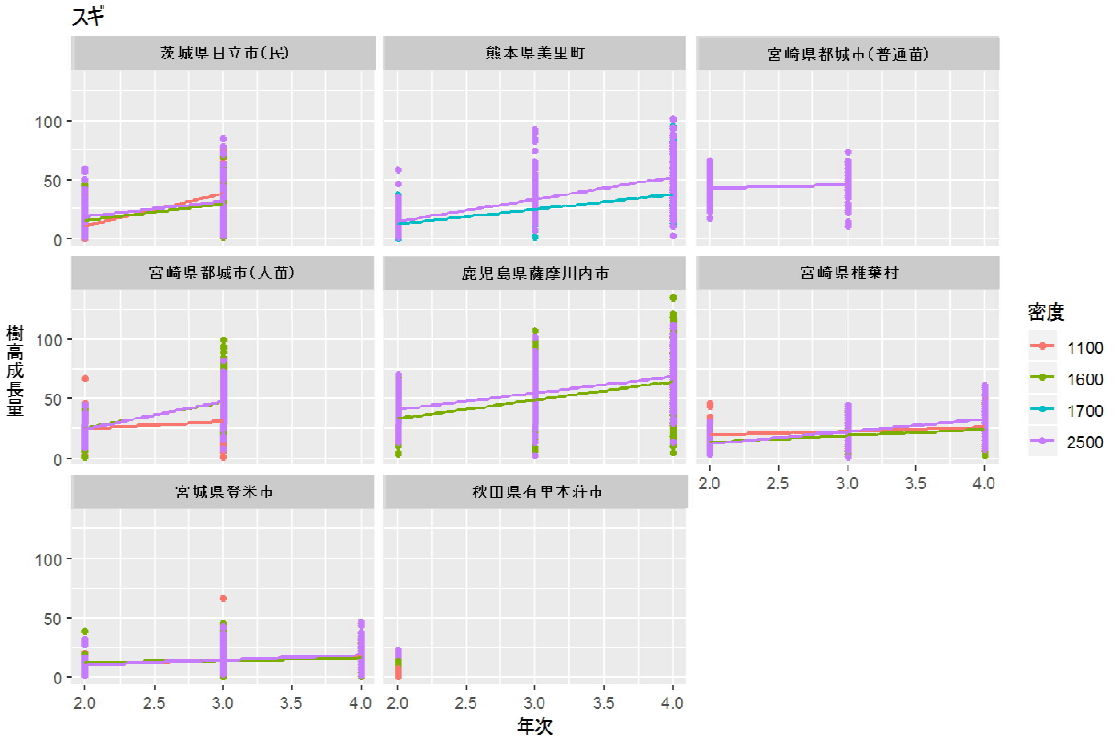


図 5-1　スギの植栽年次と樹高成長量の地域ごとの線形回帰

解析を行うにあたり、目的変数は、「樹高成長量」とし、誤差構造を正規分布と仮定した。説明変数は、「植栽密度」、「斜面方位」、「地際直径」、「植栽年次」、「C 区分」とした。さらに地域ごとの樹高成長の速度の違いを考慮するため、ランダム効果として、「地域における植栽年次の樹高成長量」をランダム傾き効果とした。さらに繰り返し同じ個体を計測しているため、反復計測の影響を考慮する必要がある。そこで、「個体 ID」をランダム切片効果とした。統計モデルで示すと下の式で表される。

樹高成長量　～　植栽密度　＋　斜面方位　＋　地際直径　＋　植栽年次　＋　C 区分
＋（1＋植栽年次 | 地域）　＋　（1 | 個体 ID）

作成したモデルは、Satterthwaite による自由度推定法を用いたワルド検定を用いて、後方ステップワイズ法による変数選択を行い、最善モデルを選択した。

データの利用に際しては、枯死・消失、誤伐、先端折れ、食害、マイナス成長等の例外的なものは除外し、健全個体のデータのみを利用した。なお、C 区分調査は限られたプロットで行ったため、解析は全てのプロット（以下、「健全個体データ」という。）及び C 区分調査を行ったプロット（以下、「C 区分データ」という。）に分けて行った。

解析にあたっては、R[3]（ver3.5.2）及び R の追加パッケージ lmerTest[4]を利用した。上述のデータの利用構造は、図 5-2 のとおりである。

【解析データの利用構造】

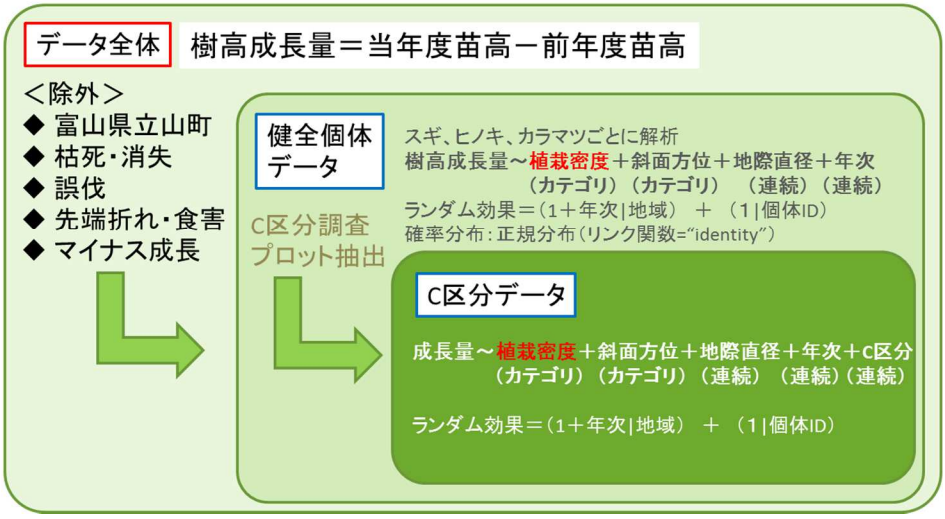


図 5-2　解析データの利用構造

5－1－3.　　解析結果

(1)　　健全個体のデータを用いた解析結果

健全個体のデータを用いて解析し、選択された変数について**エラー! 参照元が見つかりません。**に示す。項目（緑枠）は選択された樹高成長量に影響のある項目、推定値（赤枠）はその影響の方向と大きさ、P 値（青枠）は変数の有意性を示す。

解析の結果、樹高成長量に影響を与える要因は、全樹種に共通して地際直径があげられ、地際直径が大きいほど樹高成長量が大きい傾向にあった。また、ヒノキ・カラマツにおいては植栽密度による影響が見られるが、通常、林冠閉鎖前での植栽密度による影響は考えにくいことから、その他各プロットでの隠れた要因の存在が考えられる。そこで、その他の情報として考えられる項目として C 区分データを用いた解析も実施した。

---

[3] R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

[4] Kuznetsova A, Brockhoff PB, Christensen RHB (2017). "lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models." *Journal of Statistical Software*, **82**(13), 1–26.

表 5-1　健全個体データを用いた解析結果

スギ

項目		推定値	std.error	t値	自由度	P値
切片		1.0	3.2	0.3	4.5	0.78
斜面方位	F	-6.7	8.6	-0.8	6.7	0.47
	NE	-0.6	1.2	-0.5	2741.2	0.65
	NW	2.6	3.9	0.7	4.4	0.54
	S	12.3	4.2	2.9	6.2	0.03
	SE	4.6	1.2	3.7	2962.3	0.00
	SW	3.6	3.8	0.9	4.4	0.40
	W	16.9	5.3	3.2	3.9	0.03
地際直径		15.7	0.4	38.3	2179.8	0.00

ヒノキ

項目		推定値	std.error	t値	自由度	P値
切片		12.4	2.7	4.6	7.6	0.00
植栽密度	1600	-3.0	0.9	-3.3	791.0	0.00
	2500	-5.0	1.0	-5.3	812.0	0.00
斜面方位	NE	4.4	2.0	2.2	578.0	0.03
	NW	8.2	2.9	2.8	405.0	0.00
	S	1.5	2.0	0.8	281.5	0.44
	SE	4.5	1.9	2.4	252.3	0.02
	SW	0.6	2.6	0.2	445.2	0.83
地際直径		10.5	0.6	17.5	1307.2	0.00

カラマツ

項目		推定値	std.error	t値	自由度	P値
切片		-6.7	2.1	-3.1	7.7	0.01
植栽密度	1600	-0.5	1.1	-0.5	1712.5	0.62
	2500	1.4	1.1	1.2	1695.1	0.21
地際直径		25.1	0.8	29.7	1653.8	0.00

：効果のある項目
：効果の方向と大きさ
※数値が大きければ効果は大きい
※＋－は効果の方向
：P値

- 項目は、モデル選択により選択された要因。
- 推定値は、モデル分析により計算された樹高成長量に対しての影響の大きさ。値の正負は影響の方向を示しており、正は樹高成長量を高める効果、負は樹高成長量を低くする効果。絶対値は、影響の大きさを示す。
- 斜面方位は、カテゴリー変数であるため、E（東斜面）を基準（切片）にしてそれぞれの項目が正か負の影響を示している。
- 植栽密度は、1,100 本/ha を基準（切片）にしている。
- 地際直径は、連続変数であるため、単純に推定値の絶対値が樹高成長量に対する影響の大きさを表す。
- std.error は、推定値の標準偏差。
- モデル分析によりそれぞれの項目の t 値と自由度を計算し、そこで求められる P 値から推定値の有意性を検定。

(2)　C 区分データを用いた解析結果

C 区分データを用いて、健全個体に加えて周辺雑草木との競合関係も勘案した解析を行った。解析結果を表 5-2 に示す。各色枠については、前項での説明のとおりである。

周辺雑草木との競合関係も勘案した解析を行ったところ、樹高成長量に影響を与える要因は、全樹種に共通するものとして、地際直径・斜面方位があげられた。ヒノキにおいては植栽密度による影響が見られるが、前述のとおり通常、林冠閉鎖前の状況での植栽密度による影響は考えにくいことから、植栽密度ならびに競合関係の状態以外の何らかの要因であることが推測される。

表 5-2　健全個体データ＋C 区分を用いた結果

スギ

項目		推定値	std.error	t値	自由度	P値
切片		1.1	4.0	0.3	8.4	0.79
斜面方位	F	-13.4	10.8	-1.2	6.5	0.26
	NE	-1.9	2.1	-0.9	607.6	0.38
	NW	-3.4	4.5	-0.8	6.0	0.47
	S	6.9	4.8	1.4	7.5	0.19
	SW	-2.2	4.4	-0.5	5.8	0.64
	W	17.3	5.9	2.9	4.6	0.04
地際直径		16.8	0.6	27.9	898.6	0.00
C区分		1.3	0.4	3.2	1240.7	0.00

ヒノキ

項目		推定値	std.error	t値	自由度	P値
切片		15.6	5.7	2.7	6.3	0.03
植栽密度	1600	-0.5	1.4	-0.3	522.4	0.74
	2500	-6.4	1.5	-4.2	480.8	0.00
斜面方位	NW	9.4	3.8	2.5	459.7	0.01
	S	12.5	3.4	3.7	401.0	0.00
	SE	6.1	2.4	2.5	435.2	0.01
	SW	4.1	3.6	1.2	474.0	0.25
地際直径		9.0	0.8	11.8	831.3	0.00

カラマツ

項目		推定値	std.error	t値	自由度	P値
切片		-13.6	2.9	-4.7	155.4	0.00
斜面方位	S	6.0	3.1	1.9	88.9	0.06
	SW	-13.9	1.6	-8.5	35.6	0.00
地際直径		31.0	1.2	26.3	71.9	0.00
C区分		1.9	0.8	2.5	517.5	0.01

：効果のある項目
：効果の方向と大きさ
※数値が大きければ効果は大きい
※＋－は効果の方向
：P値

※表の読み方は、表 5-1 に準じる。

(3)　考察

植栽木の樹高成長量（植栽時～平成 30 年度）について、植栽後数年間は樹種を問わず地際直径が大きく影響を与えることがわかった。また、斜面方位も影響を与えているが、特定の方位で成長がよいという結果ではないため、植栽地ごとの斜面方位以外の要因（例えば、肥沃度・水分状況・気象条件等）も関与している可能性が考えられる。

植栽密度は、スギ・カラマツにおいては影響が見やれなかった。一方で、ヒノキにおいては植栽密度による影響が検出されているが、林冠閉鎖前の段階においては、植栽密度に

よる影響はないものと考えられることから、別の隠れた要因によるものと考えられる。

＜解析結果への意見＞※第３回検討委員会より

・全体的な傾向は捉えられていると思われるが、調査地間での差が大きいため、調査地ごとの解析も必要であると考える。

・切片を設定しなければ、全ての項目にどのような影響が出ているかがわかるのではないか（切片なしモデルの利用）。

・本結果に、個別の調査地での解析結果をあわせ、わかりやすくまとめると、両方が有効に生きてくると考える。

・統計解析によると、一般的にはこういう傾向があるという程度にしておいた方がよい。

(4)　今後について

解析結果への意見を踏まえ、次年度については、調査地ごとに解析を行い、樹高成長量に影響する要因についての地域特性を把握し、その結果を指針に活用する。

5－2.　下刈り実施に関する解析

これまでの議論の中で、低密度植栽後の下刈りの際に起こりうる事象として、以下のような意見があった。しかし、過年度までの下刈りの分析にあたって、コストに関しては作業日報をベースとして、植栽地全体の下刈り時間・日数しか把握ができていない状態であった。また、誤伐については発生本数と生存状況しか把握でできていない状態であった。

＜これまでの議論の中での想定された事象＞

・低密度植栽であると、下刈り作業者が幅の広い植栽間隔に慣れていないため、作業に時間がかかる、かつ誤伐の発生が誘引されるのではないか。

そこで、本年度については、各調査地の植栽密度ごとの各プロット内において、下刈りの時間を計測し、植栽密度により下刈り時間や誤伐に違いがあるかを分析した。

5－2－1. 下刈りの時間分析

(1)　調査方法

前項、「4-1.調査概要（P33）」内、「②下刈りの実証調査」参照

(2)　解析方法

「下刈り時間」に対して、「植栽密度」が与える影響とその地域差について、一般化線形モデル（GLMs）[5]を用いて解析した。目的変数を「下刈り時間」とし、説明変数を「植栽密度」と「地域（市町村）」とした。モデル式は、以下のように表される。解析にあたっては、R（ver3.5.2）を利用した。

下刈り時間　～　植栽密度　＋　地域

(3)　解析結果

解析結果を表 5-3 に示す。緑枠は、下刈り時間に影響を与えている要因である。解析の結果、植栽密度と地域差ともに下刈り時間に影響を与えていることがわかった（図 5-3）。

植栽密度による影響について、植栽密度別に平均時間を計算したところ、1,100 本/ha 植栽地で 1,265 秒/ha、1,600 本/ha 植栽地で 1,557 秒/ha、1,700 本/ha 植栽地で 2,171 秒/ha（1 地域のみなので参考値）、2,500 本/ha 植栽地で 1,648 秒/ha であった。

また、地域差による影響について、最も下刈り時間が短い椎葉村は、植栽密度が 1,100 本/ha で 13.6 分/ha と推定され、最も下刈り時間が長い盛岡市では、植栽密度が 1,100 本/ha で 37.9 分/ha と推定され、その差は 24.3 分/ha であった。

[5]固定効果（fixed effect）のみで線形の回帰を行う統計学的モデル。正規分布以外の誤差構造も統合的に扱うことができる。

(4)　考察

解析の結果から、表 5-3 より葛巻市を基準に下刈り時間の推定値を計算[6]すると、植栽密度が 1,100 本/ha で 32.5 分、2,500 本/ha で 34.9 分となり 2,500 本/ha の方が 2.4 分/ha 程度の時間増となることがわかった。しかし、低密度植栽地の方が下刈り時間が長くなる地域も見られたことから、その他の要因も下刈り時間に影響を与えていると考えられる（図 5-3）。

また、地域により下刈り時間の地域差が非常に大きいこと（表 5-3、図 5-3）については、ヒアリング結果より下刈り時間に影響を与える要因として、「地形要因」や「雑草木の状況（苗が見えているかどうか）」等が影響していることが指摘されている。さらに「経験年数」が影響している可能性が考えられる（後述）。これらの影響が組み合わさり、地域差として現れていると考えられる。

表 5-3　植栽密度と地域と下刈り時間の結果

項目		推定値	std.error	t値	p値
切片		1842.5	167.6	11.0	0.00
植栽密度		0.1	0.1	2.1	0.04
市	葛巻市（切片）				
	吉備中央町	-854.5	169.2	-5.1	0.00
	薩摩川内市	238.1	168.2	1.4	0.16
	四万十町	-1168.4	169.2	-6.9	0.00
	紫波町	-993.4	168.2	-5.9	0.00
	盛岡市	323.2	169.2	1.9	0.06
	大紀町	134.3	176.5	0.8	0.45
	大村市	-370.8	176.5	-2.1	0.04
	椎葉村	-1139.5	169.2	-6.7	0.00
	登米市	-785.0	169.2	-4.6	0.00
	都城市	-765.3	157.5	-4.9	0.00
	東彼杵町	-462.8	169.2	-2.7	0.01
	日立市_スギ	-727.3	169.2	-4.3	0.00
	日立市_ヒノキ	-798.7	169.2	-4.7	0.00
	美里市	-17.0	168.2	-0.1	0.92

※表の読み方は、表 5-1 に準じる。

[6] 下刈りの推定値は、1842.5 + 0.1×「植栽密度」　＋　「地域（市）の推定値」で計算できる。

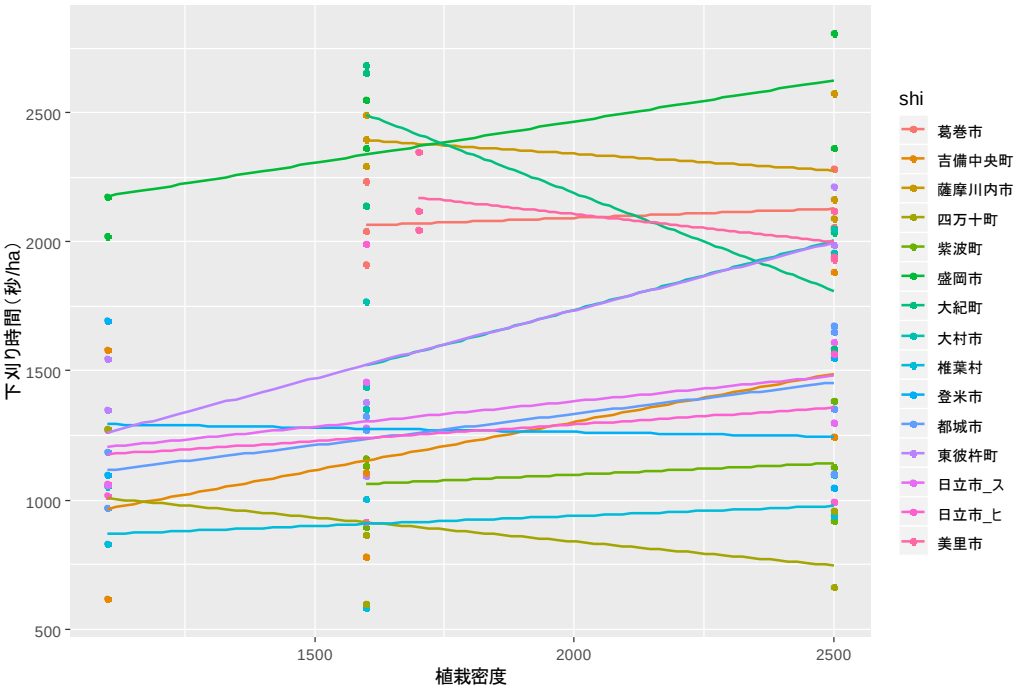


図 5-3　植栽密度と下刈りの関係

（参考）

どのような要因が下刈り時間に影響を与えるかを考えるにあたり、経験年数について全ての調査地のデータを用いて検討した。地域や個人の技術による状況の違いもあるため、あくまで参考であるが、経験年数が 10 年程度の作業者の場合、下刈り時間が安定せず、５年未満の作業者の場合下刈り時間が長くなる傾向が見られた（図 5-4）。なお、作業者の経験年数の内訳は図 5-5 に示す通りである。

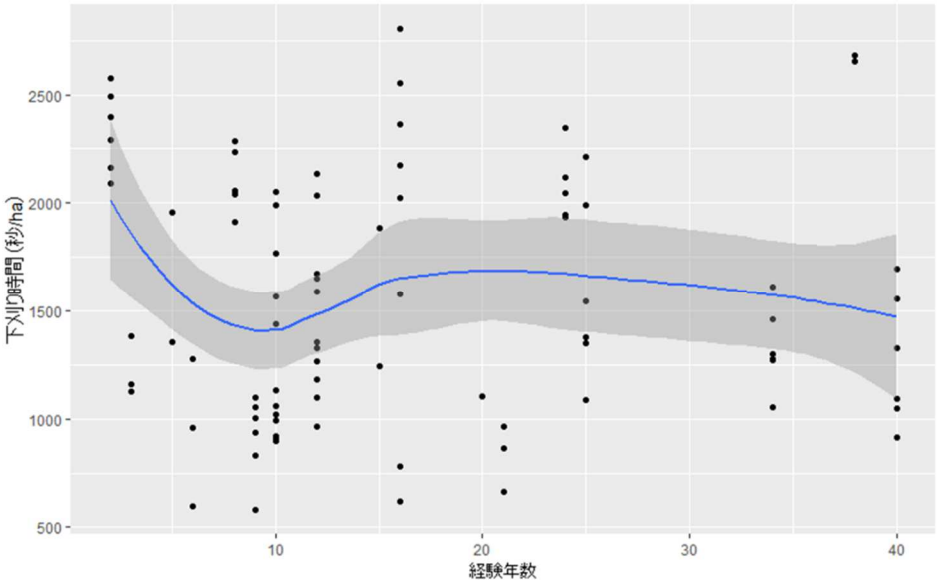


図 5-4　経験年数と下刈り時間の結果

青線：平滑化シュプライン（灰色：95%信頼区間）

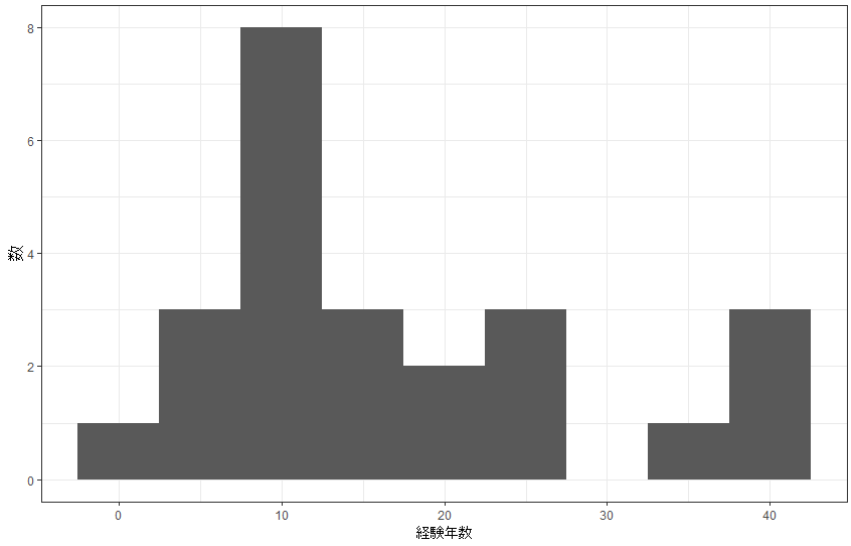


図 5-5　作業者の経験年数の内訳

5－2－2.　　誤伐の発生状況

(1)　調査方法

前項、「4-1.調査概要（P33)」内、「①追跡調査」実施時に、誤伐の発生を確認するとともに、「②下刈りの実証調査」内ヒアリングの実施時に誤伐についての作業者の意見をとりまとめた。

(2)　解析方法

「誤伐の発生確率」に対して、「植栽密度」、「地域」、「雑木の繁茂度[7]（C 区分指数)」が与える影響について、「一般化線形モデル（GLMs)」を用いて解析した。目的変数として「誤罰の発生確率（誤伐数：健全木数)」、説明変数を「植栽密度」、「地域」、「雑木の繁茂度（C 区分指数)」とした。誤差構造は、二項分布を仮定した。モデルは以下の式のように表される。

（誤伐数：健全木数）　～　植栽密度　＋　地域　＋　C 区分指数

モデルを後方ステップワイズ法によって AIC 基準によるモデル選択を行い、最善モデルを選択した。

(3)　解析結果

解析の結果、誤伐に対して植栽密度は影響を与えないことがわかった。また、各地域での発生数に大きなばらつきが見られた（表 5-4、図 5-6 図 5-6　誤伐の発生状況）が、誤伐に対して地域の差も影響がなかった。

[7] 調査プロットの雑木の繁茂度合いを示すために、プロット内の植栽木の C 区分データから以下の式で C 区分指数を求め、調査プロットの繁茂度とした。
C1C2×1.5　＋　C3×2　＋　C4×4

表 5-4　誤伐の発生状況

		植栽密度			
地域	樹種	1100本	1600本	1700本	2500本
岩手県紫波町	カラマツ	設定なし	0	設定なし	1
岩手県盛岡市	カラマツ	0	0	設定なし	0
岩手県葛巻市	カラマツ	設定なし	3	設定なし	1
宮城県登米市	スギ	1	1	設定なし	4
三重県大紀町	ヒノキ	設定なし	0	設定なし	0
長崎県大村市	スギ	設定なし	3	設定なし	2
長崎県東彼杵町	スギ	0	1	設定なし	2
熊本県美里市	スギ	設定なし	設定なし	8	2
宮崎県椎葉村	スギ	1	0	設定なし	2
鹿児島県薩摩川内市	スギ	設定なし	3	設定なし	0
茨城県日立市（国有林）	ヒノキ	3	12	設定なし	3
茨城県日立市（民有林）	スギ	4	1	設定なし	5
岐阜県高山市	カラマツ	0	0	設定なし	0
岡山県吉備中央町	ヒノキ	0	1	設定なし	1
高知県四万十町	ヒノキ	0	0	設定なし	2
宮崎県都城市（大苗）	スギ大苗	2	0	設定なし	2
宮崎県都城市	スギ普通苗	0	0	設定なし	1
北海道下川町	カラマツ	0	0	設定なし	0
秋田県由利本荘市	スギ	1	0	設定なし	0
富山県立山町	スギ	0	1	設定なし	0
	平均	0.9	1.4	8.0	1.4

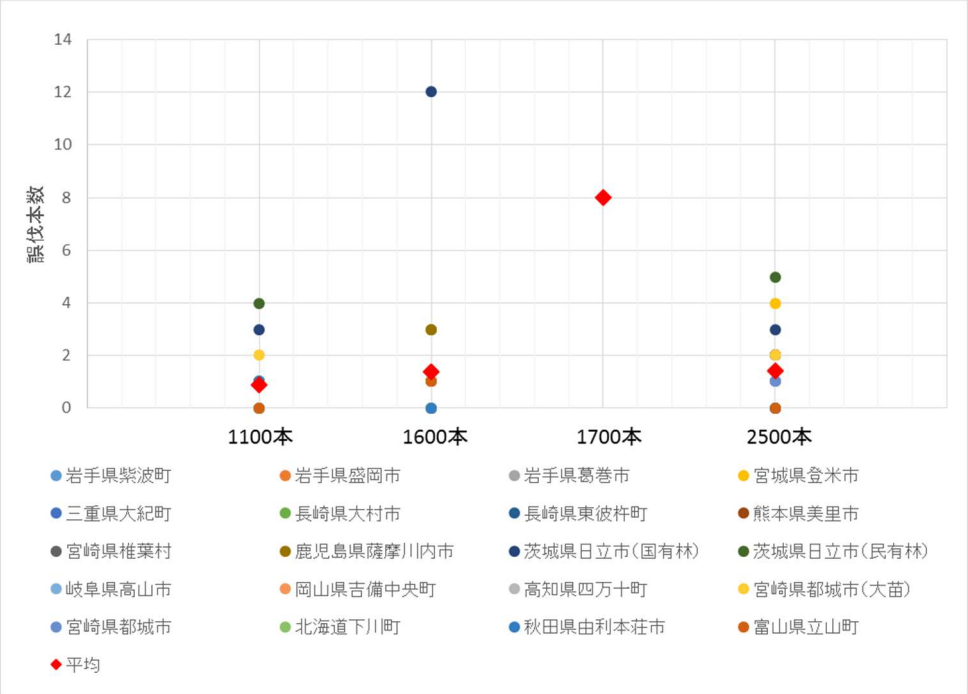


図 5-6　誤伐の発生状況

モデル選択の結果、誤伐に対して影響がある要因は、C 区分指数（雑草木の繁茂度）であった（表 5-5）。C 区分が競合状態（C4）になるほど、誤伐率が上がる傾向が見られた（図 5-7）。この結果は、ヒアリングより得られた、植栽木の目視確認ができない箇所において下刈りの実施は難しくなり、注意が必要となるという証言を裏付けるものである。

表 5-5　誤伐と C 区分指数（雑木の繁茂度）の関係

項目	推定値	std.error	t値	p値
切片	-5.50	0.70	-7.81	0.00
C区分指数	0.62	0.26	2.35	0.02

※表の読み方は、表 5-1 に準じる。

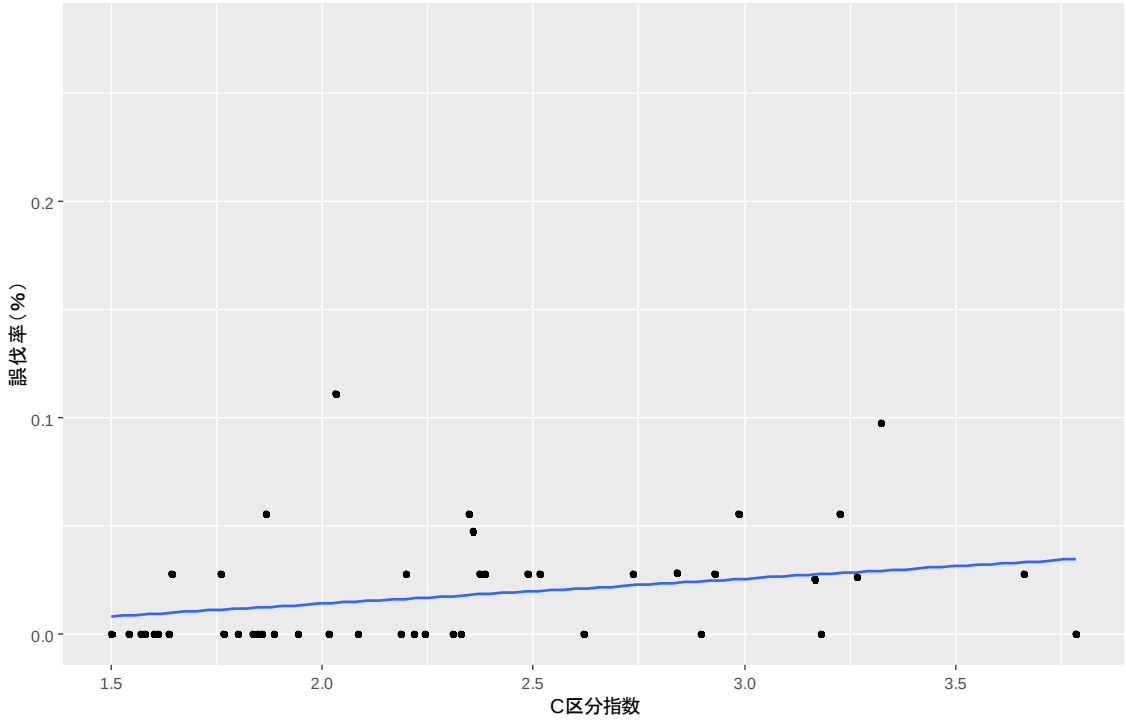


図 5-7　誤伐と C 区分の関係

6. 低密度植栽施業指針の検討

低密度植栽施業指針について、本調査でこれまで実施してきた文献調査、現地調査等により以下のとおり検討を行った。なお、次年度以降も得られた知見を追加し、最終年度に取りまとめる。

スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽導入指針（案）

目次

１．背景
２．本指針の目的
３．低密度植栽と通常植栽の違い
　①　一般的な植栽密度と木材生産
　②　低密度植栽と木材生産
　③　低密度植栽によるコスト削減
４．低密度植栽導入時における技術指針
（１）植栽作業
　①　樹種の選定
　②　植栽の作業効率
（２）獣害
（３）気象害
（４）下刈り作業
　①　植栽密度と下刈り作業時間
　②　植栽密度と誤伐
５．低密度植栽における技術指針（参考）
（１）つる切り作業
（２）除伐作業
（３）枝打ち作業
（４）間伐作業

１．背景

近年、森林資源の成熟による主伐の増加が予想される中、森林の多面的機能を十分に発揮させていくためには、確実な再造林を実施する必要がある。他方、森林所有者等の再造林意欲を向上させていくためには、主伐後に再造林を行っても一定の利益が残るよう、再造林の低コスト化を徹底することが不可欠となっている。

再造林の低コスト化を図る手段の一つとして、コンテナ苗を利用した「伐採と造林の一貫作業システム」の導入が注目されている。また、同じ低コスト化を背景として、成長に優れた優良品種の開発や早生樹導入等の検討も進められている。そのような中、低密度植栽の導入によりなお一層の低コスト化が図れる可能性が指摘されている。

従来、主要な造林樹種の植栽密度は 3,000 本/ha 前後で実施されているが、近年、植栽本数を減らして、苗木代金や植栽労務費の縮減等により、再造林・保育の低コスト化を図る低密度植栽への期待が高まっている。一方で、疎植であるため、気象害・鳥獣害等による更なる本数の減少に加え、林分閉鎖の遅延が生じ、生立木の梢殺（うらごけ）化や、下刈り・つる切り・除伐等の育林作業の増大等、種々の弊害が生じる可能性も懸念されている。

以上のような課題を樹種別、地域別に検証し、成林の確実性やコスト削減効果の評価を通じて、低密度植栽技術の指針を策定することとした。

２．本指針の目的

本指針は、「低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業」内で得られた成果を整理し、再造林時のコスト削減に向け、森林所有者が、利点・特異的性質、問題点を踏まえたうえで、「低密度植栽」の導入を適切に選択・施業できるよう支援を行うものである。

（参考：別冊）地域版施業指針（事例集））

３．低密度植栽と通常植栽の違い

①　一般的な植栽密度と木材生産

木材生産の生産目標は、地域や樹種、その用途に応じて変わる。戦後の一般的な施業では、植栽密度 3,000 本/ha とし、枝打ち・多間伐で、無節材・無垢材（柱材や板材）の生産を目標としてきた。一方で、例えば、吉野林業では樽丸（酒樽用材）を生産目標に置き、植栽密度 10,000 本/ha 程度で、枝打ちと多間伐、伐期 100 年以上の施業でその需要に応えていた。一方、飫肥林業では弁甲材（造船用材）生産を目標とし、植栽密度 750～1,500 本/ha 程度で、枝打ち無し・無間伐、伐期 80～100 年の施業で収穫していた。

②　低密度植栽と木材生産

低密度植栽では、従来、3,000 本/ha 程度の密度で植栽していたものを、それより少ない密度で、例えば、2,000 本/ha 以下として、基本的に枝打ちを行　わず、間伐を実施しないか、あるいは回数を大幅に減らして主伐に至る施業を想定するものである。このため、生産される立木は節が多く上部に向かってより細くなる梢殺の樹幹になりやすく、したがって、①に示すような複数回の枝打ち間伐を行い良質な丸太生産を行う施業に対して、低密度植栽での生産目標は、短伐期での並材生産が主になると考えられる。

一方で、伐期を延長し、適切な間伐を加え、幹の肥大成長を促進させれば、やがて完満な樹幹へと変化していくことも想定される。

③　低密度植栽によるコスト削減

植栽密度を従来の 3,000 本/ha から、2,500 本/ha、1,600 本/ha、1,100 本/ha と低密度化された場合、植栽本数が減ることにより、苗木の購入費及び植栽に要する労務費が低減され、再造林コストの削減が可能となる。

また、②に示すように、枝打ち・間伐を行わない、あるいは回数を大幅に削減することにより施業コストの削減も考えられる。

以下に、本事業で実施した植栽密度（1,100 本/ha、1,600 本/ha、2,500 本/ha）と植栽コスト（税込み）の関係を、スギ、ヒノキ、カラマツについて事例として紹介する。

■スギ植栽の事例（宮崎県椎葉村）

＜植栽条件＞

・標高：830～870m

・傾斜：3～37°

・地拵え：チェーンソー・刈り払い機で実施

・植え付け：鍬による

・コンテナ苗を植栽（サイズ：300cc）

項目	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	面積・本数	単価（円）	経費（円）	面積・本数	単価（円）	経費（円）	面積・本数	単価（円）	単価（円）
地拵え	1 ha	324,000	324,000	1 ha	324,000	324,000	1 ha	324,000	324,000
苗木	1,100 本	153	168,300	1,600 本	153	244,800	2,500 本	153	382,500
植栽	1,100 本	69	75,900	1,600 本	69	110,400	2,500 本	69	172,500
鹿柵	400 m	1,224	489,600	400 m	1,224	489,600	400 m	1,224	489,600
その他	1 ha	242,234	242,234	1 ha	242,234	242,234	1 ha	242,234	242,234
計		－	1,300,034		－	1,411,034		－	1,610,834

植栽密度 2,500 本/ha に対して、1,600 本/ha では 12%、1,100 本/ha では 19%のコストの削減となった。

■ヒノキ植栽の事例（長崎県東彼杵町）

＜植栽条件＞

・標高：610～620m

・傾斜：2～16°

・地拵え：グラップル付きバックホウ・チェーンソー・刈り払い機で実施

・植え付け：鍬による

・コンテナ苗を植栽（サイズ：300cc）

項目	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	面積・本数	単価（円）	経費（円）	面積・本数	単価（円）	経費（円）	面積・本数	単価（円）	経費（円）
地拵え	1 ha	224,691	224,691	1 ha	224,691	224,691	1 ha	224,691	224,691
苗木	1,100 本	146	160,600	1,600 本	146	233,600	2,500 本	146	365,000
植栽	1,100 本	67	73,700	1,600 本	67	107,200	2,500 本	67	167,500
鹿柵	0 m	0	0	0 m	0	0	0 m	0	0
その他	1 ha	154,535	154,535	1 ha	154,535	154,535	1 ha	154,535	154,535
計		－	613,526		－	720,026		－	911,726

植栽密度 2,500 本/ha に対して、1,600 本/ha では 21%、1,100 本/ha では 33%のコストの削減となった。

■カラマツ植栽の事例（岩手県盛岡市）

＜植栽条件＞

・標高：280～290m

・傾斜：20°

・地拵え：チェーンソー・刈り払い機で実施

・植え付け：ディプルによる

・コンテナ苗を植栽（サイズ：150cc）

項目	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	面積・本数	単価（円）	経費（円）	面積・本数	単価（円）	経費（円）	面積・本数	単価（円）	経費（円）
地拵え	1 ha	268,877	268,877	1 ha	268,877	268,877	1 ha	268,877	268,877
苗木	1,100 本	225	247,500	1,600 本	225	360,000	2,500 本	225	587,500
植栽	1,100 本	77	84,700	1,600 本	77	123,200	2,500 本	77	192,500
鹿柵	0 m	0	0	0 m	0	0	0 m	0	0
その他	1 ha	123,806	123,806	1 ha	123,806	123,806	1 ha	123,806	123,806
計		－	724,883		－	875,883		－	1,172,683

植栽密度 2,500 本/ha に対して、1,600 本/ha では 25%、1,100 本/ha では 38%のコストの削減となった。

４．低密度植栽導入時における技術指針

（１）植栽作業

①　樹種の選定

林業上重要な造林樹種を対象に、樹種本来の特性や植栽初期の成長特性等を考慮すると、全国的な造林樹種であるスギやヒノキのほか、冷温帯地方等のカラマツ（グイマツ雑種Ｆ１を含む）が対象樹種として考えられる。

［樹種の特性］

○スギ

ほぼ日本全国で主力と成りうる造林樹種である。成長速度はカラマツに比べれば中庸となるが、基本的に成長は良い。低密度で植栽した場合、樹幹形状は梢殺となる可能性があり枝が地際近くまで着生するが、林分閉鎖と共に下枝は次第に枯れ上がり、時間の経過と共に完満となっていく。用材、合板材、集成材と用途が広い。

○ヒノキ

ヒノキの成長はスギやカラマツに比べれば遅い。そのため、低密度植栽する場合は、成長が良好な立地を特に選んで行うことが大切である。場所によっては雑草木との競争関係から下刈り期間が長くなる可能性がある。一方で、耐陰性が高いことから、下刈りを隔年に行う等で対応することも可能と考える。また、スギと同様に低密度で梢殺となり太枝が多く着生する。樹種の特性として落枝性が悪く林分閉鎖しても枯枝が残り続ける傾向にあり、これらが死節の原因となることに留意しておく。

○カラマツ（グイマツ雑種Ｆ１を含む）

北海道や東北・中部地方の冷涼寒冷な地域を中心とした造林樹種である。前述した主要造林樹種の中で最も初期成長が速く、その後の成長も良い。そのため低密度植栽に適合する樹種であり、木材の用途としても合板用材や集成材に適している。

［適地適木］

植栽木の成長が担保できる場所を選定する。適地適木が基本である。再造林地であれば、前生林分の成長状態を参考にすることができる。ヒノキについては、カラマツやスギに比べ成長が遅いので、低密度植栽する場合は、特に成長が良好な立地を選んで行うことが大切である。

［植栽本数］

植栽本数は、地域や樹種の生産目標に応じて違ってくる。

長期に渡って継続している密度試験の事例を以下に示す。また、それらの情報や他の文献情報等から植栽密度についての考察を以下に提示する。

○スギ

➢昭和 49 年に宮崎県日南市に設定された林分密度試験林（43 年生：無間伐；植栽密度 544・783・1,128・1,626・2,339・3,365・4,850・6,987・10,027 本/ha）の調査結果では、植栽密度 2,339 本/ha 以上、あるいは 783 本/ha 以下より、植栽密度 1,128 ～1,626 本/ha の方が、林分蓄積及び原木価格の収益性の面から有利であった。43 年生まで無間伐で推移した結果であり、上記の植栽密度範囲であれば間伐無しで主伐に入ることが可能であることを示している(宮崎 41 年生：三重野 2017、宮崎南部署 2017、福地ら 2008、本事業)。

➢昭和 48 年に広島県福山市に設定された植栽本数別密度試験地（43 年生：除伐１回、間伐２回；植栽密度 1,000・1,500・2,000・3,000 本/ha）の調査では、植栽密度 1,500 本/ha 以上であれば樹形・形質・強度的に木材としての利用に支障はないとの報告がある。一方で、植栽密度 1,000 本/ha では、成林はしたが、梢殺、枯枝、節抜け材が多く柱材には適さない材となった(佐々木ら 2009)。

○ヒノキ

➢昭和 49 年に広島県福山市に設定された植栽本数別密度試験地（42 年生：除伐３回、間伐２回；植栽密度 1,000・1,500・2,000・3,000 本/ha）の調査では、植栽密度 1,500 本/ha 以上では樹形・形質・強度的に大きな欠陥はないこと、一方で、1,000 本/ha の低密度植栽では、植栽本数が少ない分、林冠閉鎖が遅れ、下刈りが余計に必要とされ、形質も今までの柱材生産には向かないとの報告がある(佐々木ら 2009)。

○カラマツ（グイマツ雑種Ｆ１を含む）

➢北海道の８年生及び 13 年生のカラマツ密度試験地（植栽密度 1,000 本/ha）での調査では、林冠閉鎖が確認されており、植栽密度 1,000 本/ha でも十分閉鎖すると考えられる。

➢40 年生のカラマツ密度試験での調査から、植栽密度 1,000 本/ha では間伐１回で材積 338 ㎥が収穫可能となった（2,000 本/ha だと間伐３回で材積 330 ㎥）との報告がある。ちなみに、植栽密度 1,000 本/ha で間伐２回の削減が可能となりトータルで育林経費が３割削減されている(北海道立林試 2006)。

＜まとめ＞

現時点の情報等を整理すると、樹種ごとに次に掲げる植栽本数まで低密度としても成林や木材利用への大きな影響がなく、低コスト造林の実践ができるとする事例は以下のとおり。

スギ	1, 100 本/ha～1, 600 本/ha
ヒノキ	1, 500 本/ha 以上
カラマツ（グイマツ雑種Ｆ１）	1, 000 本/ha

② 植栽の作業効率

低密度植栽の 1,100 本/ha で植栽間隔は 3.0m である。従来の 3,000 本/ha の 1.8m 間隔とは異なり、作業者自体に低密度植栽の経験がないことから、１本あたりの植栽効率が落ちる場合がある（ただし、単位面積あたりの植栽本数を減らしたことによる作業時間の短縮にはなる）。

低密度植栽の植栽間隔に慣れて、間隔を測らずに植栽が行えるようになるまでの間は、作業効率を高めるために、竹等の軽量な資材で尺棒を作り利用する等の現場レベルでの工夫が求められる。

（2）獣害

低密度植栽では、従来よりも植栽本数が少ないため、獣害に起因する局所的な枯死苗の発生は、その後の成林を危うくする可能性がある。獣害対策を取り、その被害程度の判断から必要あれば補植を行うことも考える。

本事業で確認された獣害は、宮城県のスギ及び三重県のヒノキの植栽地での植栽木へのウサギの食害であった。現時点では、被害は植栽密度の多寡に関係なく発生しており、生息密度・生息環境に影響を受けているように思われる。次年度に改めて分析・検等を行うこととする。

ちなみに、ニホンジカ・カモシカ・ノウサギ・ノネズミ等の生息が確認されている地域においては、シカ柵の設置、忌避剤の散布等を行い、獣害対策を実施することが重要である。

表 6-1 動物種別の対策例

動物種	被害状況	対策例
ノネズミ (ハタネズミ､スミスネズミ､ヤチネズミ)	・根元付近の幹の剝皮が見られる。 ・根の摂食が見られる。	・樹幹を被覆（被覆高は積雪深を考慮） ・樹幹に忌避剤を塗布・散布、植栽木の周囲に忌避剤を散粒
ノウサギ	・約 70cm 以下の高さで幹の歯跡や切断、枝葉の摂食が見られる。	・忌避剤の塗布・散布 ・樹幹を被覆（被覆高は積雪深を考慮）
ニホンジカ	・30-150cm 位の高さに幹の剝皮・枝葉の摂食が見られる。 ・角研ぎが見られる。 ・踏み荒らしや折れが見られる。	・ツリーシェルター、小規模柵、大規模柵の設置 ・忌避剤散布（被害初期） ・捕獲
カモシカ	・20-150cm 位の高さに幹の枝葉の摂食が見られる。マーキングのための角擦りが見られる。	・捕獲以外は基本的にニホンジカ対策と同様

（3）気象害

本事業の実証植栽地で顕著な気象害は現時点で認められていない。気象害に関連する情報を以下に示す。次年度に改めて気象害に関わる文献情報を確認することとする。

東北日本海側の多雪地域で 1,000 本/ha 以下のスギの低密度植栽を行う場合には、幼齢期に雪圧害を受け、主伐時の優良木の収穫本数が減少するおそれがあるとの報告がある。この場合 1,000 本/ha よりも高い植栽密度で実施することが推奨されている(野口ら 2014)。

（4）下刈り作業

下刈りは、植栽木の競争相手となる雑草木のタイプ（常緑樹・落葉広葉樹・ススキ・キク科草本・ササ類）と、植栽木の成長特性や植栽立地の生産力に起因した植栽木の成長速度と

の関係を判断して行う。

これまでの 3,000 本/ha 程度の植栽密度では、下刈りは１年１回で５～６年で概ね終了している例が多い。一般的な考え方として、低密度植栽では、通常の植栽密度に比較し、植栽間隔が広くなるため、雑草木のタイプや植栽立地によっては下刈り終了に至る期間が長くなる可能性がある。本事業の実証植栽地の植栽木の成長速度と雑草木の下刈り後の再生速度の解析を通じて、次年度にその検証を行い取りまとめる。

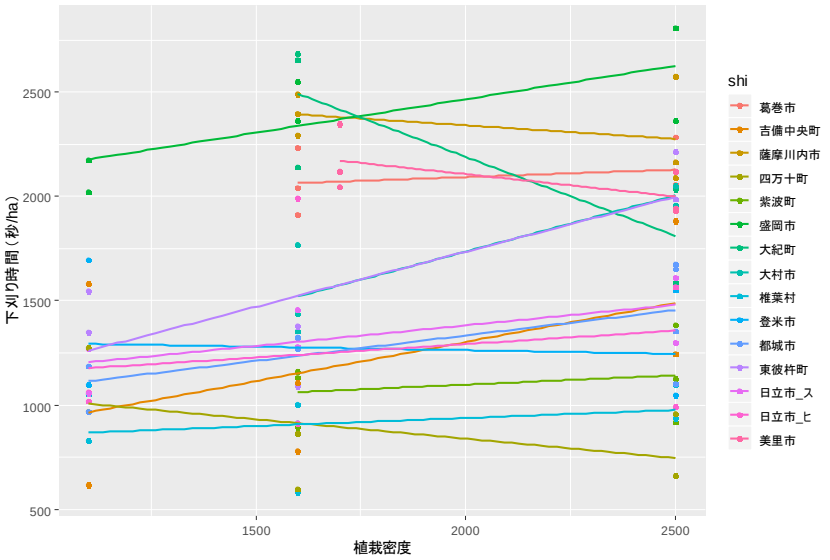
① 植栽密度と下刈り作業時間

下刈り作業時間に影響を及ぼすと思われる要因は、植栽密度のほか、下刈り作業地での雑草木の繁茂状態、下刈り作業地の地形や傾斜度、地拵えで存置された枝条の多寡、下刈り作業者の経験年数等である。

本年度の事業で植栽密度別の下刈り作業時間の分析を行った結果では、事例で紹介するように、植栽密度が密になるほど下刈り時間が長くなる傾向が見られたが、一部異なる傾向を示す地域もあり、その他の要因（地域や地形、雑草木の繁茂状況等）も影響を与えていると考えられるため、次年度にその検証を行い取りまとめる。

【事例紹介：低密度植栽と下刈り（全刈り）時間の関係】

本事業で全国に設定した実証植栽地の内 15 箇所について、植栽密度 1,100 本/ha 区、1,600 本/ha 区、2,500 本/ha 区を対象に下刈りの時間分析を行った。下刈り時間データの統計解析から、植栽密度についてみると、植栽密度が高くなるほど下刈り時間が長くなる傾向が見られたが、一方で植栽密度が低い方が下刈り時間が長くなる植栽地もあり、一概に同様の傾向にあるとは認められなかった。



参考：４つの区分を用いた植栽木と雑草木の競争関係の把握

植栽木と雑草木の競争関係を示すのに C 区分判定がある。植栽木に対して、周辺の雑草木がどの程度生い茂っているかを簡潔に示すものである。C 区分判定の詳細は以下に示す。

C 区分判定基準

C-1：雑草木の高さが植栽木の高さの半分未満

C-2：雑草木の高さが植栽木の高さの半分以上で、植栽木の高さ未満

C-3：雑草木の高さが植栽木の高さと同じ

C-4：雑草木の高さが植栽木の高さを超えて覆っている

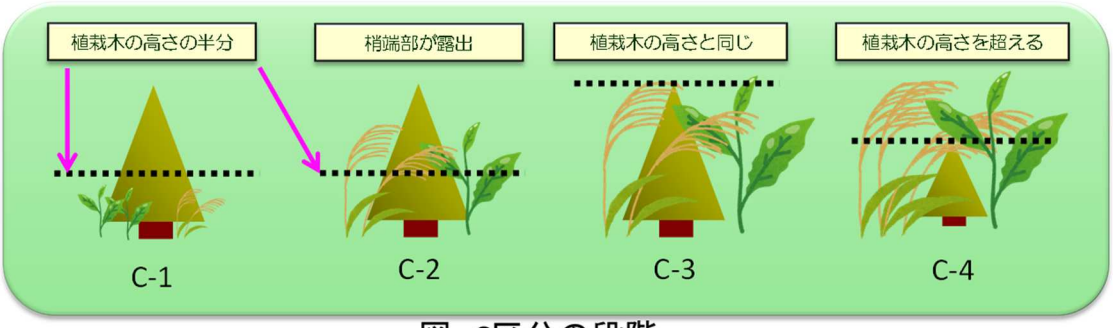
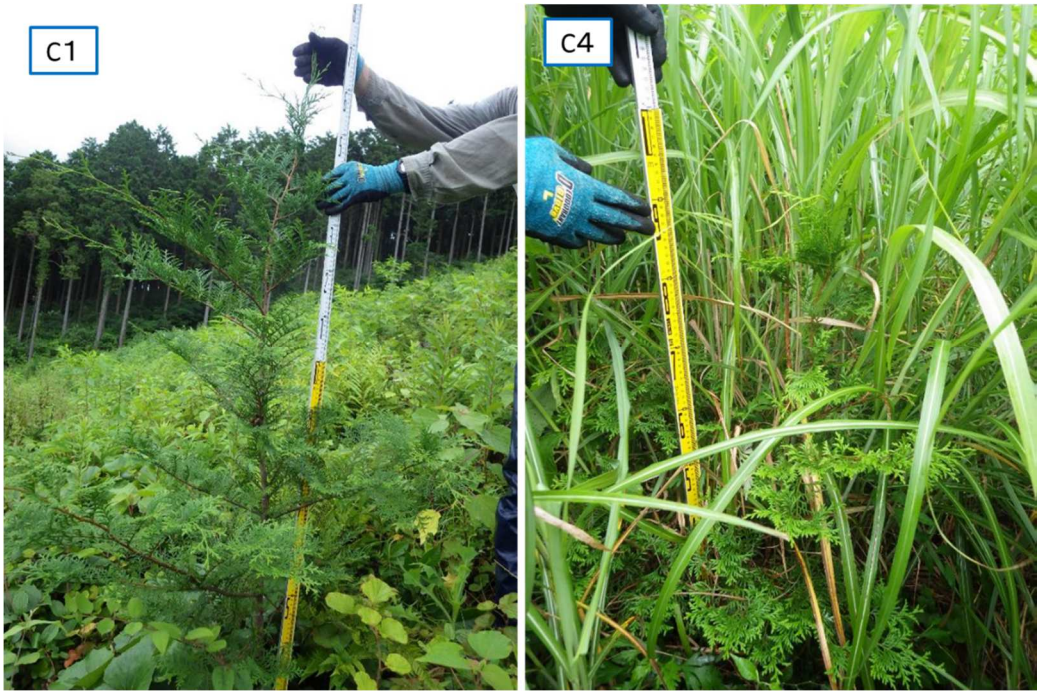


図　C区分の段階

（出典）山川ら(2013)低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集：下刈りを省くとスギの成長はどうなる？,P26,森林総合研究所



② 植栽密度と誤伐

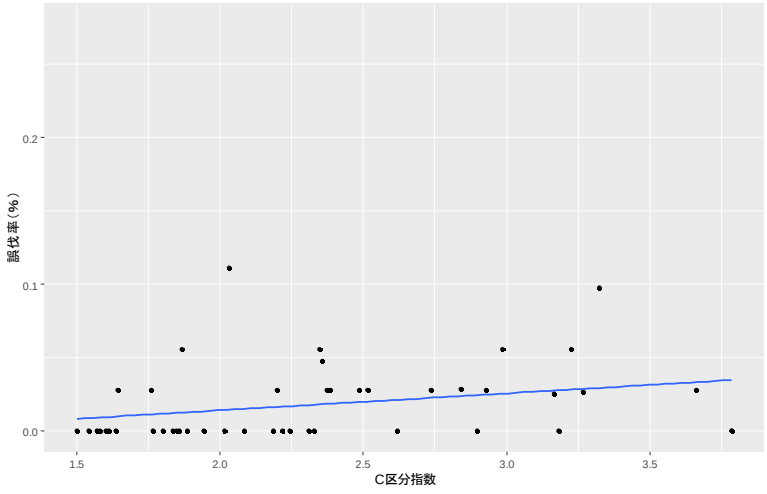
植栽密度 3,000 本/ha での植栽間隔は 1.8m である。低密度植栽になればこの間隔がさらに広がる。例えば、2,500 本/ha で 2.0m、1,600 本/ha で 2.5m、1,100 本/ha で 3.0m となる。当然、従来から下刈り作業に従事してきた作業員の下刈り時の植栽間隔に対する慣れや感覚は 3,000 本/ha の 1.8m や 2,500 本/ha の 2.0m の間隔である。低密度植栽 1,100 本/ha での 3.0m 間隔については感覚が異なり、その結果として誤伐の発生率が高くなると思われた。

しかし、本事業での調査より、誤伐の発生は植栽密度によって左右されないという結果が得られた。一方で、周辺雑草木が繁茂し植栽木の目視確認が難しい場所では、誤伐の可能性が高まることも判明した。

なお、下刈り作業を請け負う事業者によっては、その必要に応じ、誤伐防止のため植栽木への簡易な目印や、比較的大きな苗を使う等の対策を講じていた。推奨事例として以下に紹介する。

【事例紹介：誤伐の発生状況と雑草木の繁茂との関係】

本事業にて全国 19 箇所に設置した実証植栽地において、誤伐の発生要因について統計解析を行った結果、誤伐の発生に対して植栽密度の違いによる影響はなく、雑草木の繁茂状況、即ち雑草木が植栽木を覆ってしまっている状況が、下刈り作業時の誤伐を誘発するものであることがわかった。これは、下刈り作業者へのヒアリングの際にも、植栽木の目視確認の可否により下刈りの難易度は変化するとの意見と一致している。



【事例紹介：誤伐の防止対策について】

各地域で取り組まれている誤伐防止対策について、事業者へのヒアリングを行うとともに、現地での確認を行った。

■植栽間隔の徹底

植栽予定箇所とずれた箇所に植えることにより、下草が繁茂した状況下において植栽位置の想定がはずれ、誤伐となる可能性がある。等間隔や等高線に沿う形で出来るだけ植栽を行うと誤伐の防止に繋がる。

■苗木への目印

植栽木にピンクテープ等で事前にマーキングをしておく。

■植栽位置の目印に竹杭を挿す

先端が赤いペイントで塗られた割り竹で出来た杭を、植栽時の目印として利用し、そのまま下刈り実施時の目印としても利用している。雪起しをする際に、倒れた杭や抜けた杭を元に戻す作業を行う。

５．低密度植栽における技術指針（参考）

本指針は、「低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業」内で得られた成果を整理するものであるが、つる切り以降の保育作業については、実証試験が行なわれていないため、過去の低密度植栽事例等を参考に提示するものである。

（１）つる切り作業

低密度植栽地でクズ等のつる類が見られる場所では、下刈りが終了し林分閉鎖へ向かう段階でつる切りを確実に実施することが大切である。林分閉鎖がスギやカラマツに比べて相対的に遅くなるヒノキについては、つる被害が拡大するリスクが大きいので特段の注意を払って行うことを勧める。

フジやクズはつる類の中でも特に要注意である。他に、樹幹に巻き付いて悪影響を及ぼすつる類としてツルウメモドキ、テイカカズラ、キズタ、マタタビ等がある。

（２）除伐作業

除伐は、植栽木の林冠が十分に閉鎖するまでに、林分内に侵入した広葉樹等を除去する作業である。低密度植栽の場合、従来の回数で下刈りを完了させた場合でも、その後に相当数の広葉樹が侵入・再生してくる可能性がある。このような場合には、必要に応じ、従来の除伐時期より前倒しで除伐を実施することも考えておく。

（３）枝打ち作業

枝打ちは、植栽木の林冠が閉鎖して下枝が枯れ始めて実施する作業で、無節の長い完満な材を生産する目的で行うものである。材の用途として合板や集成材を想定する場合には、基本的に枝打ちは不要と考えられる。

（４）間伐作業

低密度植栽での生産目標を並材生産とし、枝打ちや間伐を抑えた短伐期施業と考えた場合、基本的には無間伐で収穫するか、間伐を１回行ってから収穫することになると思われ、カラマツ（グイマツ雑種Ｆ１を含む）やスギについてはこの施業コースを想定して植栽密度を決めることは妥当である。ヒノキについては、必要に応じて低密度植栽における生産目標とそれに向けての間伐のあり方を考えておく。

7. 地域版低密度植栽施業指針の作成

7－1.　地域版指針作成に当たっての考え方

本項では、平成 27 年度に植栽を実施した 3 地域 10 箇所における、地域版低密度植栽施業指針案（以下、地域版指針）を取りまとめた。

地域版指針の記載内容については、設置した検討委員会において、以下内容が議論された。

・３年間分のデータを基に、事例集のような形で取りまとめる
・１～２枚程度で、一覧表のような形で取りまとめる
・成長量、活着率（健全率)、コストについて取りまとめる
・下刈り回数の議論が出来るよう、根元直径だけではなく樹高について記載すること

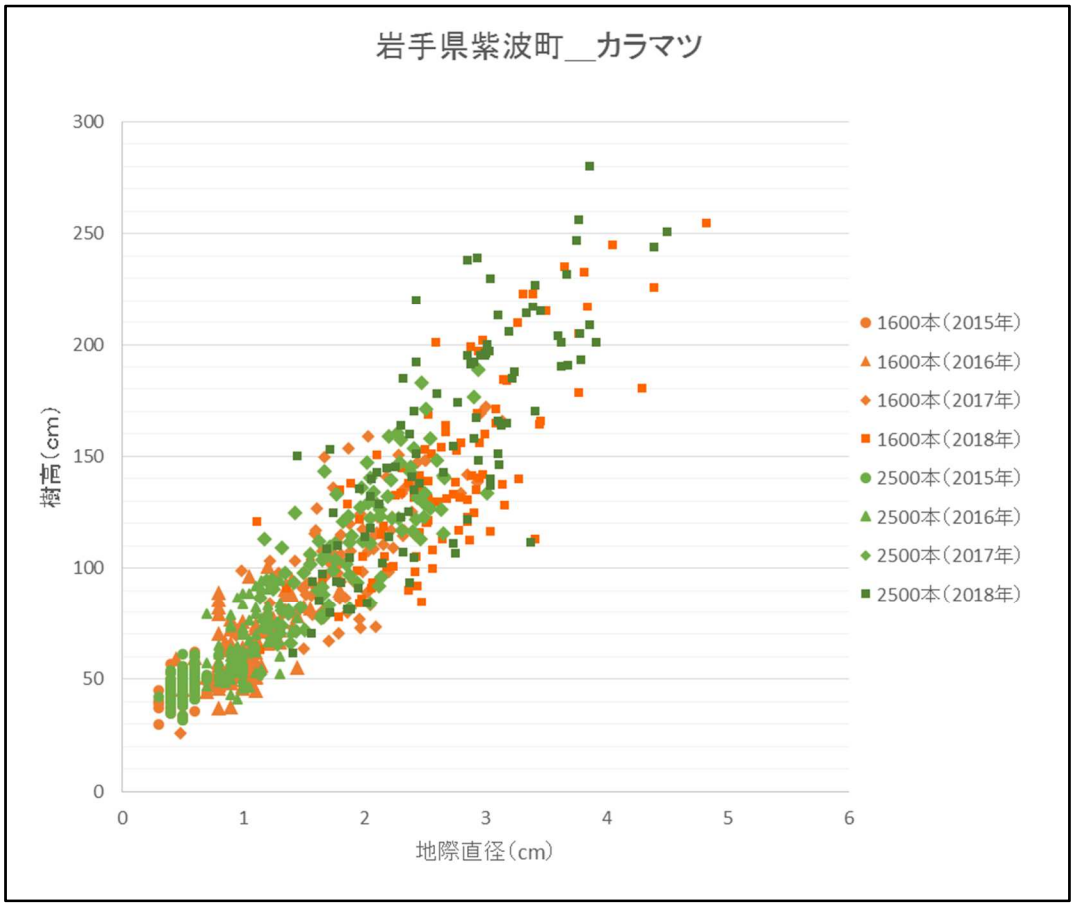
上記の議論内容を基に、調査地における傾斜や土壌条件等の地域特性、植栽や下刈り等の作業効率、植栽木の生育状況を取りまとめ、当該地域の概要が容易に把握できる形式での地域版指針の作成を目指す。なお、本年度作成した次項の地域版指針については、最終年度のパンフレットにも活用できるよう、次年度以降も内容のブラッシュアップを実施し、事業最終年度に取りまとめる。

※本年度は、下刈りコストを植栽密度別でより詳細に分析するために、下刈り時間の計測調査を実施した。調査における下刈りやその他準備等は、森林組合や林業事業体に依頼したため、本年度のコストは下刈り費用に加え調査費用が含まれた金額が実績となっている。よって、過去の下刈りコストと比較できないことから、本年度のコストの提示は行わないこととした。

7－2.　平成 27 年度植栽地

7－2－1.　岩手県　紫波町（No.1）

条件	地域名	東北（太平洋側）／ 岩手県 紫波町				
	属 性	民有林			平均気温	10.0℃/年
	樹 種	カラマツ			平均降水量	1239.7mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	550～580m
	規格（cc）	150			傾 斜	10～25°
	植栽密度（本/ha）	1100	1600	2500	方 位	SW
	植栽面積（ha）	-	0.5	0.5	土 壌	褐色 森林土
	シカ柵 / 有無	無し			前生林種	広葉樹、一部スギ
	伐採年	平成 27 年			植栽実施事業体	ノースジャパン
	植栽年月	平成 27 年 12 月			下刈実施事業体	株式会社 イワリン
	一貫 or 通常	一貫作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率 （生存している 健全木の数）	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H27	-	100.0%（113 本）	100.0%（112 本）
	H28	-	92.0%（104 本）	99.1%（111 本）
	H29	-	81.4%（92 本）	82.1%（92 本）
	H30		81.4%（92 本）	79.5%（89 本）
誤伐率	H28	-	0 %	0 %
	H29	-	0 %	0 %
	H30		0 %	1.8 %
活着率		-	90 %以上	90 %以上

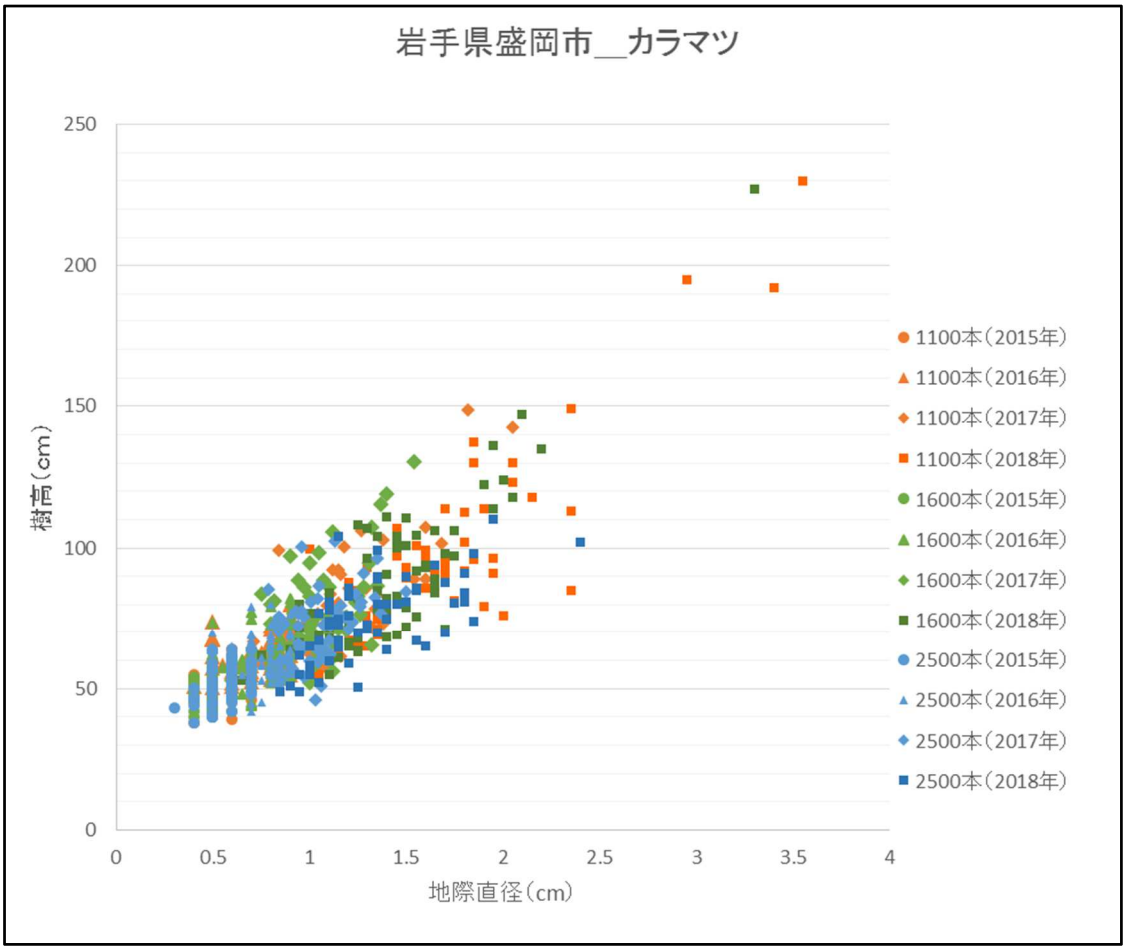
実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比 増加率	平均	標準偏差	前年度比 増加率
1,100 本/ha	H27	-	-	-	-	-	-
	H28	-	-	-	-	-	-
	H29	-	-	-	-	-	-
	H30	-	-	-	-	-	-
1,600 本/ha	H27	45.9	5.7	-	0.5	0.1	-
	H28	61.8	15.4	34.6%	1.0	0.3	100.0%
	H29	107.3	19.5	73.6%	2.0	0.3	100.0%
	H30	141.8	41.4	32.2%	2.7	0.7	35.0%
2,500 本/ha	H27	47.4	5.7	-	0.5	0.1	-
	H28	64.8	13.1	36.7%	1.0	0.2	100.0%
	H29	119.0	22.8	83.6%	2.2	0.3	120.0%
	H30	154.5	49.5	29.8%	2.8	0.8	27.3%

実証調査結果_コストと生産性について											
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha			
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費	
	地拵え	-	-	-	1 ha	114,950 円	114,950 円	1 ha	114,950 円	114,950 円	
	苗木	-	-	-	1,600 本	225 円	360,000 円	2,500 本	225 円	562,500 円	
	植栽	-	-	-	1,600 本	85 円	136,000 円	2,500 本	85 円	212,500 円	
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	その他	-	-	-	1 ha	121,128 円	121,128 円	1 ha	121,128 円	121,128 円	
	合計	-	-	-	1 ha	-	732,078 円	1 ha	-	1,011,078 円	
	2,500 本/ha とのコスト比較	-			28%削減						
	植栽器具	ディプル	植栽生産性	293 本/人日	地拵え種類	機械		地拵え生産性	12.0 人日/ha		
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性				
	H28	0.037 ha	刈払機	25,000 円	675,676 円/ha	0.5 人工	13.6 人日/ha				
	H29	1.000 ha	刈払機	342,360 円	342,360 円/ha	12.8 人工	12.8 人日/ha				
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外									
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:グラップル・チェーンソー・刈払機 平成 28 年度は、一部のプロット内のみを下刈り実施したため、施業面積が異なる その他:森林保険、資材費、諸経費などを含む										

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、28%コスト削減

7－2－2.　岩手県　盛岡市（No.2）

条件	地域名	東北（太平洋側）／ 岩手県盛岡市				
	属 性	民有林			平均気温	10.2℃/年
	樹 種	カラマツ			平均降水量	1266.0mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	280～290m
	規格（cc）	150			傾 斜	20°
	植栽密度（本/ha）	1100	1600	2500	方 位	SW
	植栽面積（ha）	0.35	0.35	0.3	土 壌	乾性褐色森林土
	シカ柵 / 有無	無し			前生林種	ー
	伐採年	平成 27 年			植栽実施事業体	ノースジャパン
	植栽年月	平成 27 年 12 月			下刈実施事業体	株式会社　イワリン
	一貫 or 通常	一貫作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H27	100.0%（80 本）	100.0%（78 本）	100.0%（72 本）
	H28	97.5%（78 本）	100.0%（78 本）	98.6%（71 本）
	H29	61%（49 本）	79%（62 本）	78%（56 本）
	H30	67.5%（54 本）	87.2%（68 本）	70.8%（51 本）
誤伐率	H28	0 %	0 %	0 %
	H29	0 %	0 %	0 %
	H30	0 %	0 %	0 %
活着率		90 %以上	90 %以上	90 %以上

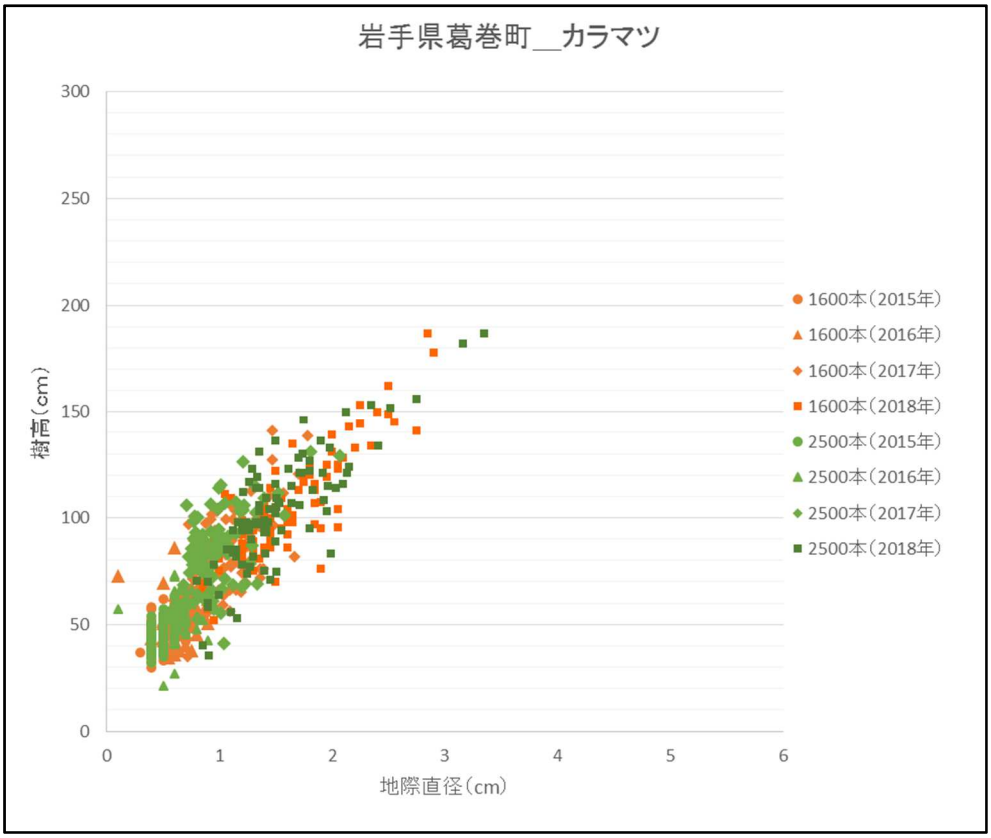
実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H27	53.7	5.5	-	0.6	0.1	-
	H28	63.3	8.5	17.9%	0.8	0.2	33.3%
	H29	78.9	18.8	24.6%	1.2	0.3	50.0%
	H30	96.0	32.7	21.7%	1.6	0.5	33.3%
1,600 本/ha	H27	52.1	5.7	-	0.5	0.1	-
	H28	61.2	9.9	17.5%	0.8	0.1	60.0%
	H29	77.1	18.2	26.0%	1.1	0.2	37.5%
	H30	89.8	26.2	16.5%	1.4	0.4	27.3%
2,500 本/ha	H27	51.9	6.2	-	0.6	0.1	-
	H28	59.7	8.3	15.0%	0.8	0.1	33.3%
	H29	67.9	12.4	13.7%	1.0	0.2	25.0%
	H30	74.5	14.5	9.7%	1.3	0.3	30.0%

実証調査結果_コストと生産性について												
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha				
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費		
	地拵え	1 ha	268,877 円	268,877 円	1 ha	268,877 円	268,877 円	1 ha	268,877 円	268,877 円		
	苗木	1,100 本	225 円	247,500 円	1,600 本	225 円	360,000 円	2,500 本	225 円	562,500 円		
	植栽	1,100 本	77 円	84,700 円	1,600 本	77 円	123,200 円	2,500 本	77 円	192,500 円		
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	その他	1 ha	123,806 円	123,806 円	1 ha	123,806 円	123,806 円	1 ha	123,806 円	123,806 円		
	合計	1 ha	-	724,883 円	1 ha	-	875,883 円	1 ha	-	1,147,683 円		
	2,500 本/ha とのコスト比較	37%削減			24%削減							
	植栽器具	ディプル	植栽生産性	212 本/人日	地拵え種類	人力	地拵え生産性	16.0 人日/ha				
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性					
	H28	0.931 ha	刈払機	286,000 円	307,197 円/ha	11.8 人工	12.6 人日/ha					
	H29	1.000 ha	刈払機	384,000 円	384,000 円/ha	12.0 人工	12.0 人日/ha					
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外										
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:チェーンソー・刈払機 その他:森林保険、資材費、諸経費などを含む											

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、24%コスト削減、1,100 本/ha では、37%コスト削減

7－2－3.　岩手県　葛巻町（No.3）

条件	地域名	東北（太平洋側）／ 岩手県葛巻町				
	属 性	民有林			平均気温	8.4℃/年
	樹 種	カラマツ			平均降水量	1,008.7mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	220～250m
	規格（cc）	150			傾 斜	10～15°
	植栽密度（本/ha）	1100	1600	2500	方 位	NW
	植栽面積（ha）	-	0.54	0.53	土 壌	乾性褐色森林土～褐色森林土
	シカ柵 / 有無	無し			前生林種	ー
	伐採年	平成 25 年			植栽実施事業体	葛巻森林組合
	植栽年月	平成 27 年 11 月			下刈実施事業体	葛巻森林組合
	一貫 or 通常	通常作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H27	-	100.0%（117 本）	100.0%（118 本）
	H28	-	95.7%（112 本）	98.3%（116 本）
	H29	-	74%（87 本）	74%（87 本）
	H30		77.8%（91 本）	77.1%（91 本）
誤伐率	H28	-	0 %	0 %
	H29	-	3 %	1 %
	H30		0 %	0 %
活着率		-	90 %以上	90 %以上

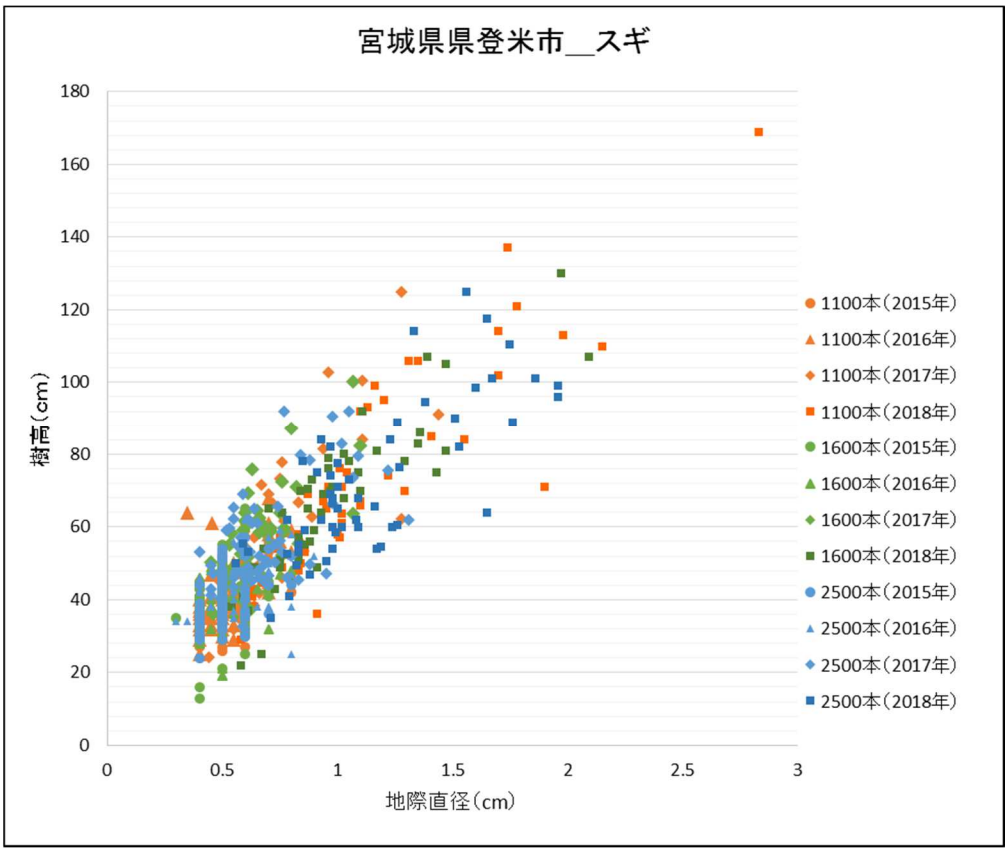
実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H27	-	-	-	-	-	-
	H28	-	-	-	-	-	-
	H29	-	-	-	-	-	-
	H30	-	-	-	-	-	-
1,600 本/ha	H27	45.9	5.7	-	0.5	0.0	-
	H28	52.5	10.3	14.4%	0.7	0.1	40.0%
	H29	81.6	20.4	55.4%	1.1	0.2	57.1%
	H30	103.8	24.3	27.2%	1.6	0.5	45.5%
2,500 本/ha	H27	43.9	5.9	-	0.5	0.1	-
	H28	51.4	9.9	17.1%	0.6	0.1	20.0%
	H29	84.0	18.8	63.4%	1.0	0.3	66.7%
	H30	103.3	27.6	23.0%	1.5	0.5	50.0%

実証調査結果_コストと生産性について												
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha				
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費		
	地拵え	-	-	-	1 ha	370,000 円	370,000 円	1 ha	370,000 円	370,000 円		
	苗木	-	-	-	1,600 本	206 円	329,600 円	2,500 本	206 円	515,000 円		
	植栽	-	-	-	1,600 本	60 円	96,000 円	2,500 本	60 円	150,000 円		
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	その他	-	-	-	1 ha	133,678 円	133,678 円	1 ha	133,678 円	133,678 円		
	合計	-	-	-	1 ha	-	929,278 円	1 ha	-	1,168,678 円		
	2,500 本/ha とのコスト比較	-			20%削減							
	植栽器具	ディプル	植栽生産性	129 本/人日	地拵え種類	人力	地拵え生産性	28.0 人日/ha				
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性					
	H28	1.033 ha	刈払機	198,240 円	191,907 円/ha	9.2 人工	8.9 人日/ha					
	H29	1.07 ha	刈払機	220,452 円	206,030 円/ha	11.1 人工	10.3 人日/ha					
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外										
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:チェーンソー・刈払機 その他:森林保険、資材費、諸経費などを含む											

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、20%コスト削減

7－2－4.　宮城県　登米市（No.4）

条件						
	地域名	東北（太平洋側）／ 宮城県登米市東和町				
	属 性	民有林			平均気温	11.1℃/年
	樹 種	スギ			平均降水量	1068.8mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	100～130m
	規格（cc）	150			傾 斜	38°
	植栽密度（本/ha）	1100	1600	2500	方 位	NE
	植栽面積（ha）	0.38	0.38	0.38	土 壌	乾性褐色森林土～褐色森林土
	シカ柵 / 有無	無し			前生林種	ー
	伐採年	平成 24 年			植栽実施事業体	東和町森林組合
	植栽年月	平成 27 年 12 月			下刈実施事業体	東和町森林組合
	一貫 or 通常	通常作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。 ★本地域では、平成 27 年度にシカ食害が多発し、平成 28 年 10 月に補植している。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H27	100.0%（76 本）	100.0%（75 本）	100.0%（74 本）
	H28	96.1%（73 本）	94.7%（71 本）	95.9%（71 本）
	H29	68%（52 本）	65%（49 本）	80%（59 本）
	H30	61.8%（47 本）	61.3%（46 本）	74.3%（55 本）
誤伐率	H28	0 %	0 %	0 %
	H29	4 %	12 %	8 %
	H30	0 %	5.3 %	1.4 %
活着率		80 %以上	90 %以上	90 %以上

実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H27	39.7	8.1	-	0.5	0.1	-
	H28	41.5	9.0	4.5%	0.5	0.1	0.0%
	H29	64.7	22.3	55.9%	0.8	0.2	60.0%
	H30	72.5	28.5	12.1%	1.1	0.5	37.5%
1,600 本/ha	H27	39.1	8.4	-	0.5	0.1	-
	H28	40.3	7.8	3.1%	0.5	0.1	0.0%
	H29	60.1	11.7	49.1%	0.7	0.2	40.0%
	H30	66.6	21.3	10.8%	1.0	0.3	42.9%
2,500 本/ha	H27	39.6	7.0	-	0.5	0.1	-
	H28	41.9	7.3	5.8%	0.5	0.1	0.0%
	H29	54.6	13.8	30.3%	0.7	0.2	40.0%
	H30	71.9	20.2	31.7%	1.1	0.4	57.1%

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	429,825 円	429,825 円	1 ha	429,825 円	429,825 円	1 ha	429,825 円	429,825 円
	苗木	1,100 本	230 円	253,000 円	1,600 本	230 円	368,000 円	本	230 円	575,000 円
	植栽	1,100 本	67 円	73,700 円	1,600 本	67 円	107,200 円	本	67 円	167,500 円
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	1 ha	315,375 円	315,375 円	1 ha	315,375 円	315,375 円	1 ha	315,375 円	315,375 円
	合計	1 ha	-	1,071,900 円	1 ha	-	1,220,400 円	1 ha	-	1,487,700 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	28%削減			18%削減					
	植栽器具	ディプル	植栽生産性	247 本/人日	地拵え種類	人力		地拵え生産性	14.9 人日/ha	

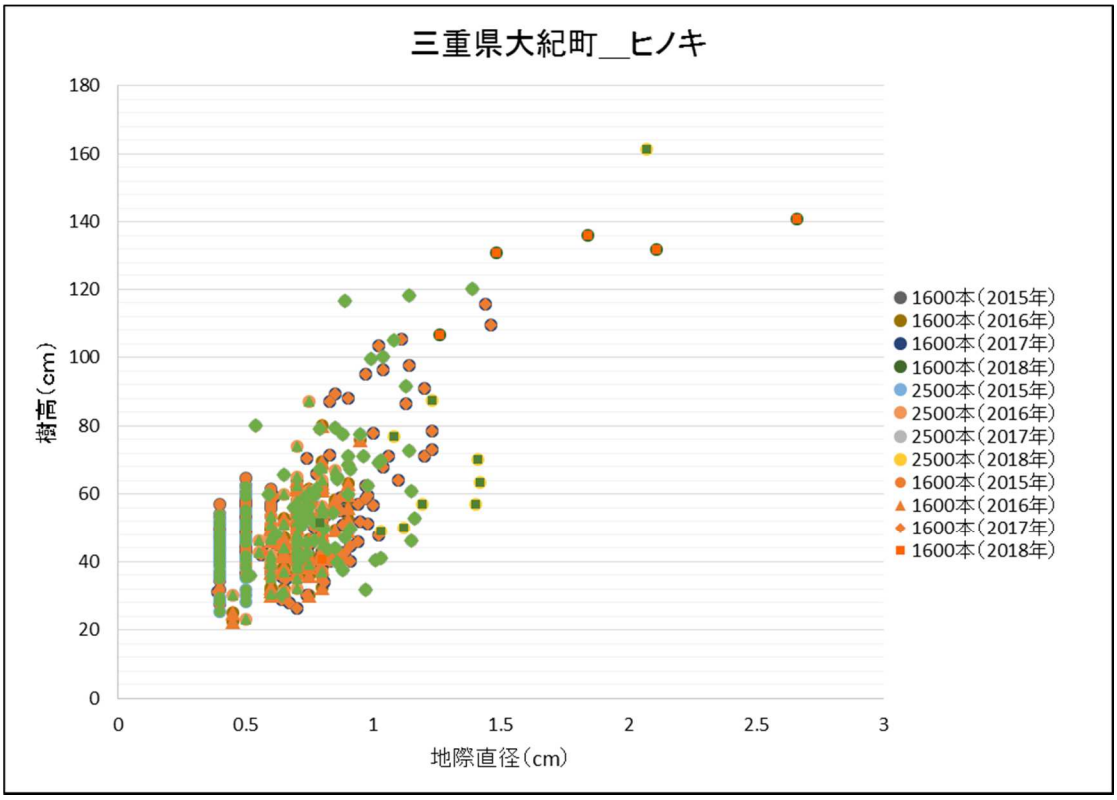
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性
	H28	1.071 ha	刈払機	270,000 円	252,101 円/ha	7.5 人工	7.0 人日/ha
	H29	1.14 ha	刈払機	254,492 円	223,239 円/ha	8.8 人工	7.7 人日/ha
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外					

備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類：チェーンソー・刈払機 その他：森林保険、資材費、諸経費などを含む

➢ 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、18%コスト削減、1,100 本/ha では、28%コスト削減

7－2－5.　三重県　大紀町（No.5）

条件	地域名	近畿 ／ 三重県大紀町			
	属 性	民有林		平均気温	15.7℃/年
	樹 種	ヒノキ		平均降水量	2261.6mm/年
	苗 種	コンテナ苗		標 高	170～240m
	規格(cc)	150		傾 斜	36～46°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600　2500	方 位	N、NW、S
	植栽面積(ha)	-	0.5　0.4	土 壌	褐色森林土
	シカ柵 / 有無	有り		前生林種	ー
	伐採年	平成 17 年		植栽実施事業体	大紀森林組合
	植栽年月	平成 28 年 2 月		下刈実施事業体	大紀森林組合
	一貫 or 通常	通常作業			
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果のうち、平成 28 年度については食害も含めた値で、平成 29 年度については「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。				



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H27	-	100.0%（107 本）	100.0%（73 本）
	H28	-	94.4%（101 本）	98.6%（72 本）
	H29	-	64%（69 本）	78%（57 本）
	H30		5.6%（6 本）	12.3%（9 本）
誤伐率	H28	-	0 %	0 %
	H29	-	0 %	0 %
	H30		0 %	4.1 %
活着率		-	80 %以上	90 %以上

実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H27	-	-	-	-	-	-
	H28	-	-	-	-	-	-
	H29	-	-	-	-	-	-
	H30	-	-	-	-	-	-
1,600 本/ha	H27	49.8	6.7	-	0.5	0.1	-
	H28	49.5	10.5	-0.6%	0.7	0.1	40.0%
	H29	64.3	25.2	29.9%	0.9	0.2	28.6%
	H30	63.5	31.2	-1.2%	1.1	0.4	22.2%
2,500 本/ha	H27	43.9	7.9	-	0.4	0.1	-
	H28	47.9	11.2	9.1%	0.7	0.1	75.0%
	H29	52.6	13.5	9.8%	0.9	0.2	28.6%
	H30	68.6	27.0	30.4%	1.2	0.3	33.3%

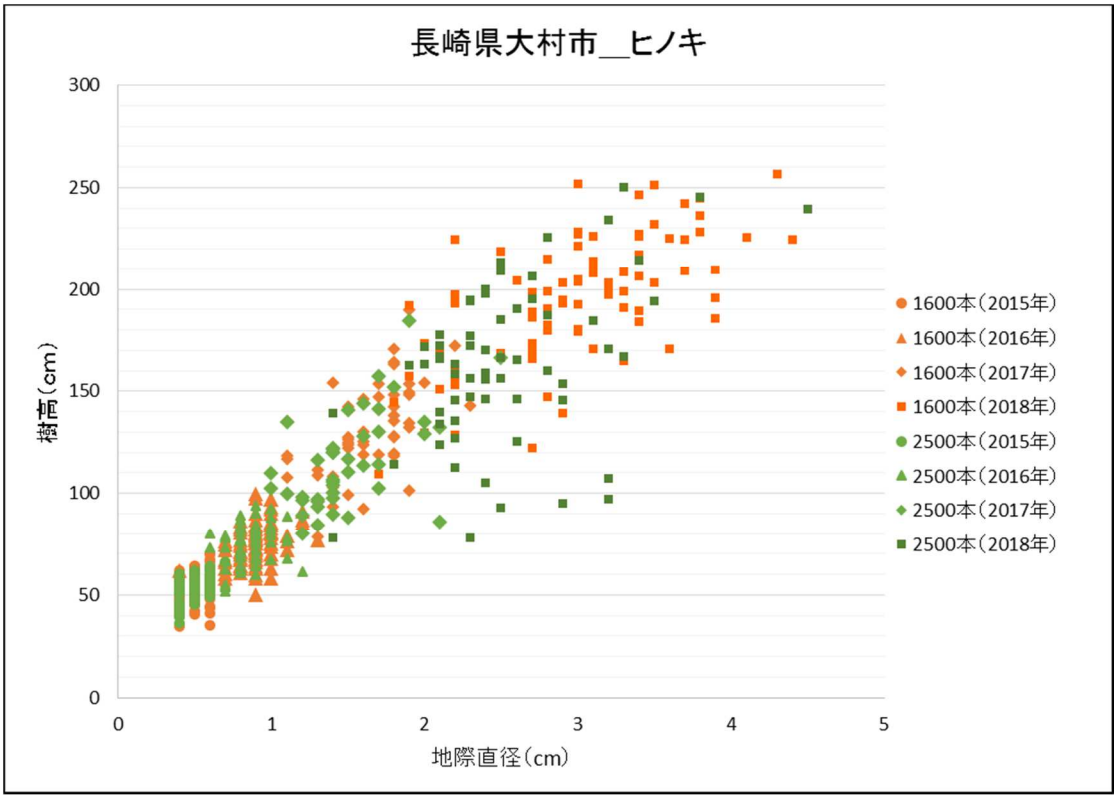
- 食害が発生していたため、平成 28 年度及び平成 30 年度の 1,600 本/ha では樹高の前年度比がマイナスとなっている

実証調査結果_コストと生産性について												
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha				
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費		
	地拵え	-	-	-	1 ha	576,000 円	576,000 円	1 ha	576,000 円	576,000 円		
	苗木	-	-	-	1,600 本	184 円	294,400 円	2,500 本	184 円	460,000 円		
	植栽	-	-	-	1,600 本	77 円	123,200 円	2,500 本	77 円	192,500 円		
	シカ柵	-	-	-	400 m	1,933 円	773,200 円	400 m	1,933 円	773,200 円		
	その他	-	-	-	1 ha	638,730 円	638,730 円	1 ha	638,730 円	638,730 円		
	合計	-	-	-	1 ha	-	2,405,530 円	1 ha	-	2,640,430 円		
	2,500 本/ha とのコスト比較	-			9%削減							
	植栽器具	ディプル	植栽生産性	150 本/人日	地拵え種類	人力	地拵え生産性	33.3 日/ha				
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性					
	H28	0.853 ha	刈払機	229,694 円	269,278 円/ha	7.1 人工	8.3 人日/ha					
	H29	0.9 ha	刈払機	301,310 円	334,789 円/ha	9.3 人工	10.3 人日/ha					
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外										
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類：チェーンソー・刈払機 本実証地は、シカ柵を設置 その他：森林保険、資材費、諸経費などを含む											

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、9%コスト削減

7－2－6.　　長崎県　大村市（No.6）

条件						
	地域名	九州 ／ 長崎県大村市				
	属 性	民有林			平均気温	17.3℃/年
	樹 種	ヒノキ			平均降水量	1761.2mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	230～250m
	規格(cc)	300			傾 斜	11～24°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600	2500	方 位	N
	植栽面積(ha)	-	0.36	0.36	土 壌	褐色森林土
	シカ柵 / 有無	無し			前生林種	ヒノキ
	伐採年	平成 26 年			植栽実施事業体	長崎南部森林組合 大村支所
	植栽年月	平成 28 年 1 月			下刈実施事業体	長崎南部森林組合 大村支所
	一貫 or 通常	通常作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H27	-	100.0%（108 本）	100.0%（72 本）
	H28	-	91.7%（99 本）	91.7%（66 本）
	H29	-	47%（51 本）	58%（42 本）
	H30		77.8%（84 本）	70.8%（51 本）
誤伐率	H28	-	4 %	3 %
	H29	-	1 %	3 %
	H30		0 %	0 %
活着率		-	80 %以上	90 %以上

実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H27	-	-	-	-	-	-
	H28	-	-	-	-	-	-
	H29	-	-	-	-	-	-
	H30	-	-	-	-	-	-
1,600 本/ha	H27	52.6	6.8	-	0.5	0.1	-
	H28	79.6	10.2	51.3%	0.9	0.1	80.0%
	H29	128.7	24.1	61.7%	1.6	0.3	77.8%
	H30	192.8	31.5	49.8%	3.0	0.6	87.5%
2,500 本/ha	H27	52.4	6.1	-	0.5	0.1	-
	H28	74.3	9.1	41.8%	0.9	0.1	80.0%
	H29	115.7	23.6	55.7%	1.5	0.3	66.7%
	H30	163.3	39.1	41.1%	2.5	0.5	66.7%

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	-	-	-	1 ha	286,650 円	286,650 円	1 ha	286,650 円	286,650 円
	苗木	-	-	-	1,600 本	146 円	233,600 円	2,500 本	146 円	365,000 円
	植栽	-	-	-	1,600 本	67 円	107,200 円	2,500 本	67 円	167,500 円
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	-	-	-	1 ha	168,852 円	168,852 円	1 ha	168,852 円	168,852 円
	合計	-	-	-	1 ha	-	796,302 円	1 ha	-	988,002 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	-			19%削減					
	植栽器具	唐グワ	植栽生産性	114 本/人日	地拵え種類	機械	地拵え生産性	20.8 人日/ha		

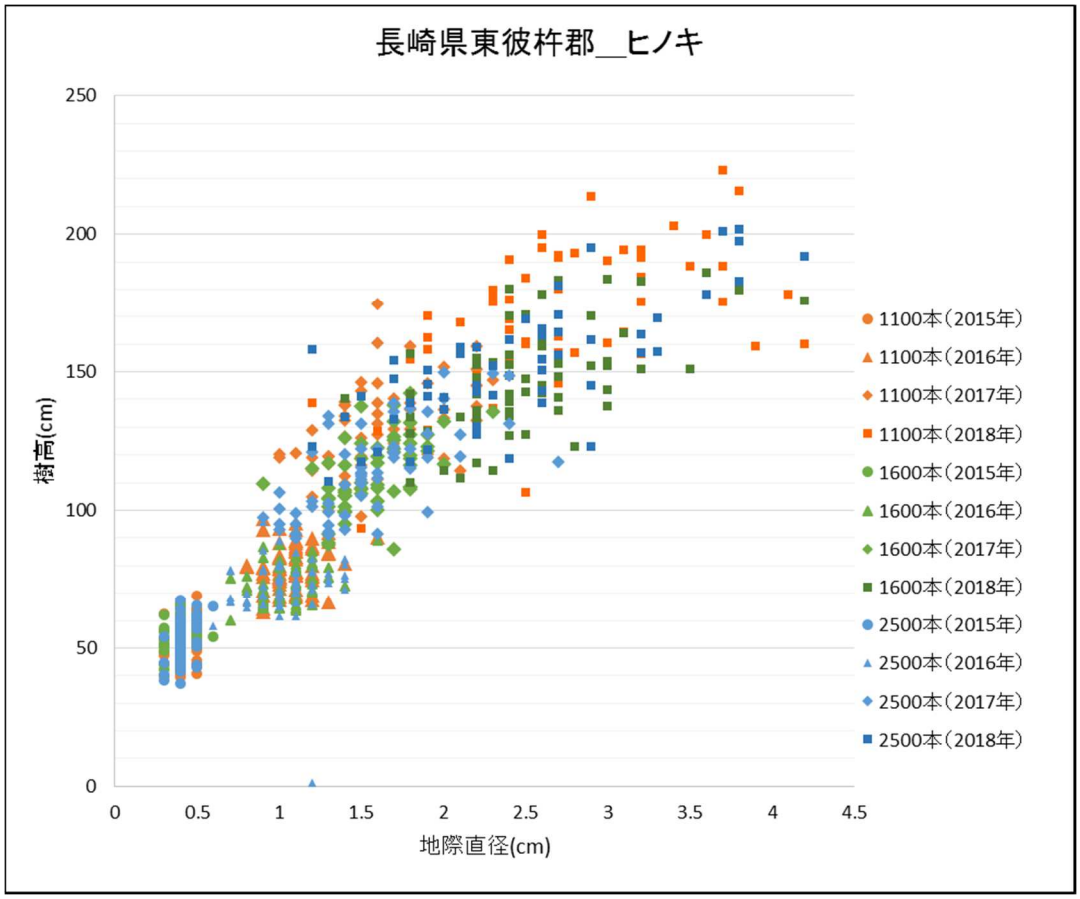
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性
	H28	0.72 ha	刈払機	230,040 円	319,500 円/ha	9.5 人工	13.2 人日/ha
	H29	0.72 ha	刈払機	234,804 円	326,117 円/ha	5.6 人工	7.8 人日/ha
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外					

備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:グラップル・チェーンソー・刈払機 その他:森林保険、資材費、諸経費などを含む

➢ 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、19%コスト削減

7－2－7.　長崎県　東彼杵郡（No.7）

条件	地域名	九州 ／ 長崎県東彼杵町				
	属 性	民有林			平均気温	17.3℃/年
	樹 種	ヒノキ			平均降水量	1761.2mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	610～620m
	規格(cc)	300			傾 斜	2～16°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600	2500	方 位	N
	植栽面積(ha)	0.38	0.35	0.32	土 壌	褐色森林土
	シカ柵 / 有無	無し			前生林種	ー
	伐採年	平成 27 年			植栽実施事業体	東彼杵郡森林組合
	植栽年月	平成 28 年 1 月			下刈実施事業体	東彼杵郡森林組合
	一貫 or 通常	一貫作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H27	100.0%（72 本）	100.0%（72 本）	100.0%（72 本）
	H28	97.2%（70 本）	98.6%（71 本）	95.8%（69 本）
	H29	78%（56 本）	82%（59 本）	82%（59 本）
	H30	83.3%（60 本）	81.9%（59 本）	76.4%（55 本）
誤伐率	H28	0 %	0 %	0 %
	H29	4 %	0 %	1 %
	H30	1.4 %	1.4 %	4.2 %
活着率		90 %以上	90 %以上	80 %以上

実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H27	54.3	6.9	-	0.4	0.1	-
	H28	79.1	7.6	45.7%	1.1	0.2	175.0%
	H29	129.9	17.3	64.2%	1.6	0.3	45.5%
	H30	168.6	25.8	29.8%	2.7	0.7	68.8%
1,600 本/ha	H27	54.4	5.6	-	0.4	0.1	-
	H28	72.5	6.3	33.3%	1.0	0.2	150.0%
	H29	113.6	13.1	56.7%	1.6	0.3	60.0%
	H30	148.1	18.7	30.4%	2.7	1.3	68.8%
2,500 本/ha	H27	53.2	6.8	-	0.4	0.1	-
	H28	74.0	7.3	39.1%	1.0	0.2	150.0%
	H29	114.4	16.3	54.6%	1.6	0.4	60.0%
	H30	151.9	22.1	32.8%	2.4	0.7	50.0%

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	224,691 円	224,691 円	1 ha	224,691 円	224,691 円	1 ha	224,691 円	224,691 円
	苗木	1,100 本	146 円	160,600 円	1,600 本	146 円	233,600 円	2,500 本	146 円	365,000 円
	植栽	1,100 本	67 円	73,700 円	1,600 本	67 円	107,200 円	2,500 本	67 円	167,500 円
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	1 ha	154,535 円	154,535 円	1 ha	154,535 円	154,535 円	1 ha	154,535 円	154,535 円
	合計	1 ha		613,526 円	1 ha	-	720,026 円	1 ha	-	911,726 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	33%削減			21%削減					
	植栽器具	唐グワ	植栽生産性	74 本/人日	地拵え種類	機械	地拵え生産性	11.4 人日/ha		

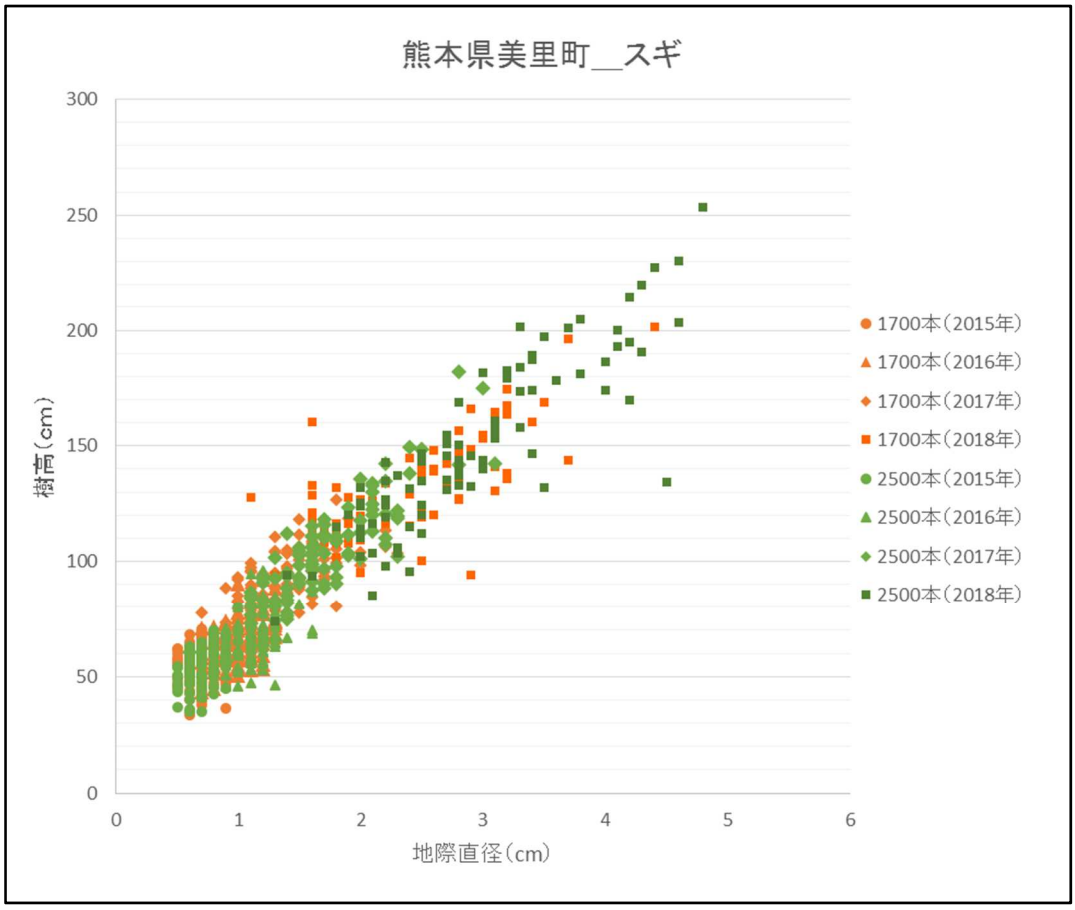
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性
	H28	0.913 ha	プロット内手鎌	101,088 円	110,721 円/ha	5.5 人工	6.0 人日/ha
	H29	1.05 ha	刈払機	264,880 円	252,267 円/ha	14.0 人工	13.3 人日/ha
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外					

備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:グラップル・チェーンソー・刈払機 その他:森林保険、資材費、諸経費などを含む

➢ 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、21%コスト削減、1,100 本/ha では、33%コスト削減

7－2－8.　熊本県　美里町（No.8）

条件	地域名	九州 ／ 熊本県美里町				
	属 性	民有林			平均気温	16.1℃/年
	樹 種	スギ			平均降水量	2096.5mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	665～690m
	規格(cc)	300			傾 斜	11～30°
	植栽密度(本/ha)	1100	1700	2500	方 位	E～SE
	植栽面積(ha)	-	0.56	0.55	土 壌	褐色森林土
	シカ柵 / 有無	無し			前生林種	ー
	伐採年	平成 27 年			植栽実施事業体	熊本県 森林組合連合会
	植栽年月	平成 28 年 2 月			下刈実施事業体	熊本県 森林組合連合会
	一貫 or 通常	一貫作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,700 本/ha	2,500 本/ha
	H27	-	100.0%（108 本）	100.0%（108 本）
	H28	-	100%（108 本）	100%（108 本）
	H29	-	94%（102 本）	87%（94 本）
	H30		87.0%（94 本）	77.8%（84 本）
誤伐率	H28	-	-	-
	H29	-	3 %	0 %
	H30		8.3 %	1.9 %
活着率		-	90 %以上	90 %以上

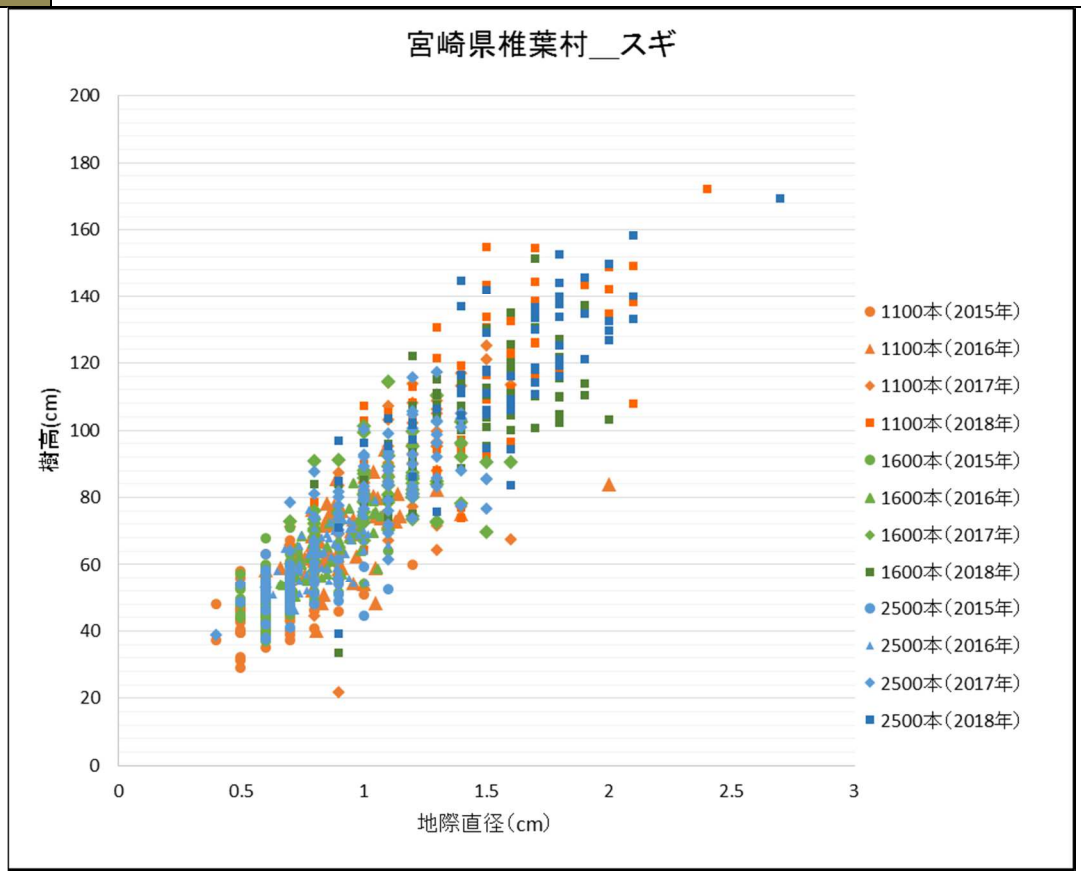
実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H27	-	-	-	-	-	-
	H28	-	-	-	-	-	-
	H29	-	-	-	-	-	-
	H30	-	-	-	-	-	-
1,700 本/ha	H27	55.4	7.9	-	0.7	0.1	-
	H28	65.9	9.0	19.0%	1.0	0.2	42.9%
	H29	91.8	12.6	39.3%	1.4	0.3	40.0%
	H30	128.7	22.1	40.2%	2.4	0.6	71.4%
2,500 本/ha	H27	55.2	8.2	-	0.7	0.1	-
	H28	66.0	10.1	19.6%	1.1	0.2	57.1%
	H29	104.1	23.1	57.7%	1.7	0.5	54.5%
	H30	150.1	37.0	44.2%	2.9	0.8	70.6%

実証調査結果_コストと生産性について												
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,700 本/ha			2,500 本/ha				
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費		
	地拵え	-	-	-	1 ha	325,946 円	325,946 円	1 ha	325,946 円	325,946 円		
	苗木	-	-	-	1,700 本	144 円	244,800 円	2,500 本	144 円	360,000 円		
	植栽	-	-	-	1,700 本	112 円	190,400 円	2,500 本	112 円	280,000 円		
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	その他	-	-	-	1 ha	283,810 円	283,810 円	1 ha	283,810 円	283,810 円		
	合計	-	-	-	1 ha	-	1,044,956 円	1 ha	-	1,249,756 円		
	2,500 本/ha とのコスト比較	-			16%削減							
	植栽器具	唐グワ	植栽生産性	145 本/人日		地拵え種類	人力	地拵え生産性	19.8 人日/ha			
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額		施業金額	人工数	生産性				
	H28	-	刈払機	-		-	-	-				
	H29	1.11 ha	刈払機	335,215 円		301,995 円/ha	12.3 人工	11.1 人日/ha				
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外										
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:チェーンソー・刈払機 本実証地では、平成 28 年度に下刈りは未実施 その他:森林保険、資材費、諸経費などを含む											

➢ 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,700 本/ha では、18%コスト削減

7－2－9.　宮崎県　椎葉村（No.9）

条件	地域名	九州 ／ 宮崎県椎葉村				
	属 性	民有林			平均気温	12.7℃/年
	樹 種	スギ			平均降水量	2364.4mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	830～870m
	規格(cc)	300			傾 斜	13～37°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600	2500	方 位	NW～SW
	植栽面積(ha)	0.35	0.35	0.3	土 壌	褐色森林土
	シカ柵 / 有無	有り			前生林種	広葉樹等
	伐採年	平成 25 年			植栽実施事業体	耳川広域森林組合 椎葉支所
	植栽年月	平成 28 年 2 月			下刈実施事業体	耳川広域森林組合 椎葉支所
	一貫 or 通常	通常作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H27	100.0%（72 本）	100.0%（72 本）	100.0%（72 本）
	H28	98.6%（71 本）	100.0%（72 本）	100.0%（72 本）
	H29	94%（68 本）	88%（63 本）	94%（68 本）
	H30	90.3%（65 本）	87.5%（63 本）	87.5%（63 本）
誤伐率	H28	4 %	6 %	0 %
	H29	1 %	3 %	4 %
	H30	1.4 %	0 %	4.2 %
活着率		90 %以上	90 %以上	90 %以上

実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H27	48.5	7.7	-	0.7	0.1	-
	H28	66.4	12.5	36.9%	0.9	0.2	28.6%
	H29	87.5	19.1	31.8%	1.1	0.2	22.2%
	H30	113.8	23.6	30.1%	1.5	0.4	36.4%
1,600 本/ha	H27	50.9	6.7	-	0.7	0.1	-
	H28	63.6	8.1	25.0%	0.8	0.1	14.3%
	H29	82.1	11.4	29.1%	1.1	0.2	37.5%
	H30	105.3	17.6	28.3%	1.5	0.3	36.4%
2,500 本/ha	H27	52.4	5.7	-	0.7	0.1	-
	H28	64.3	6.9	22.7%	0.9	0.1	28.6%
	H29	84.9	13.5	32.0%	1.1	0.2	22.2%
	H30	117.3	22.4	38.2%	1.6	0.3	45.5%

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	324,000 円	324,000 円	1 ha	324,000 円	324,000 円	1 ha	324,000 円	324,000 円
	苗木	1,100 本	153 円	168,300 円	1,600 本	153 円	244,800 円	2,500 本	153 円	382,500 円
	植栽	1,100 本	69 円	75,900 円	1,600 本	69 円	110,400 円	2,500 本	69 円	172,500 円
	シカ柵	400m	1,224 円	489,600 円	400m	-1,224 円	489,600 円	400m	1,224 円	489,600 円
	その他	1 ha	242,234 円	242,234 円	1 ha	242,234 円	242,234 円	1 ha	242,234 円	242,234 円
	合計	1 ha	-	1,300,034 円	1 ha	-	1,411,034 円	1 ha	-	1,610,834 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	19%削減			12%削減					
	植栽器具	唐グワ	植栽生産性	100 本/人日	地拵え種類	人力	地拵え生産性	19.0 人日/ha		

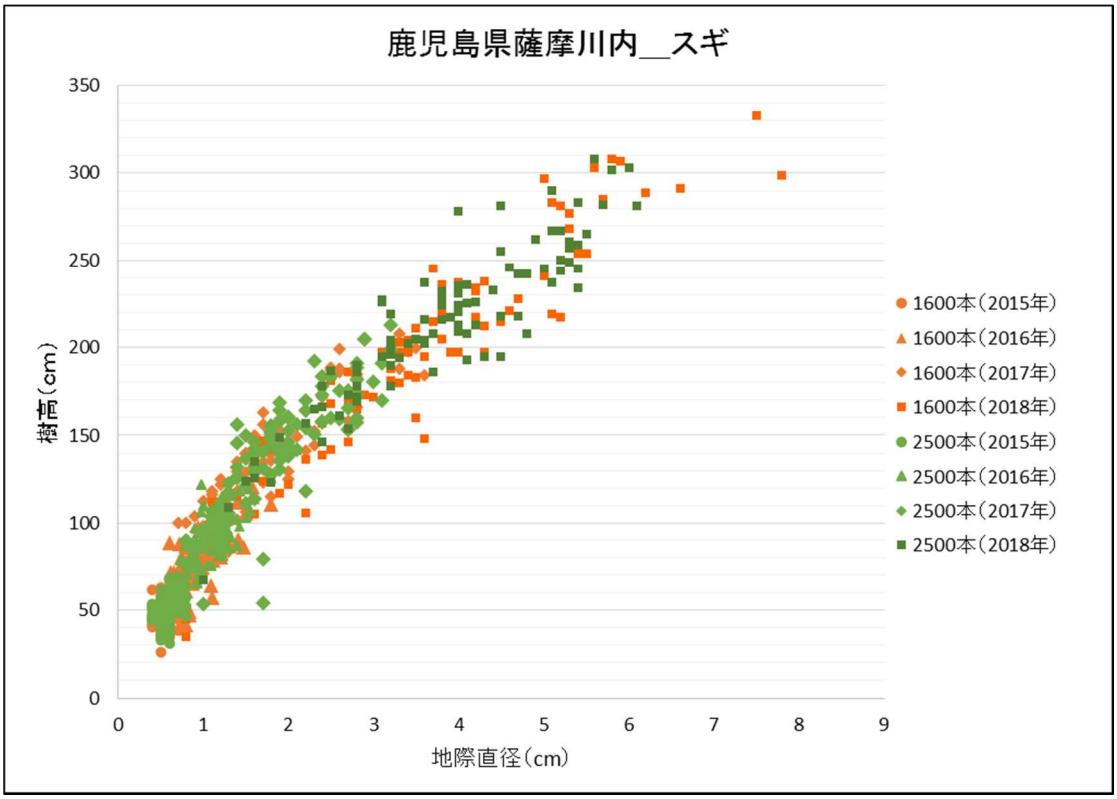
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性
	H28	1.0 ha	刈払機	232,812 円	232,812 円/ha	9.5 人工	9.5 人日/ha
	H29	1.0 ha	刈払機	256,317 円	256,317 円/ha	8.8 人工	8.8 人日/ha
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外					

備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:チェーンソー・刈払機 本実証地では、シカ柵を設置 その他:森林保険、シカ柵などのメンテナンス経費、資材費、諸経費などを含む

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、12%コスト削減、1,100 本/ha では、19%コスト削減

7－2－10.　鹿児島県　薩摩川内市（No.10）

条件	地域名	九州 ／ 鹿児島県薩摩川内市				
	属 性	民有林			平均気温	17.0℃/年
	樹 種	スギ			平均降水量	2281.4mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	180～195m
	規格(cc)	300			傾 斜	11～19°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600	2500	方 位	W
	植栽面積(ha)	-	0.47	0.46	土 壌	褐色森林土
	シカ柵 / 有無	有り			前生林種	ー
	伐採年	平成 26 年			植栽実施事業体	株式会社　はなぶさ
	植栽年月	平成 27 年 12 月			下刈実施事業体	株式会社　はなぶさ
	一貫 or 通常	通常作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H27	-	100.0%（107 本）	100.0%（108 本）
	H28	-	96.3%（103 本）	94.4%（102 本）
	H29	-	79%（85 本）	86%（93 本）
	H30		68.1%（49 本）	85.2%（92 本）
誤伐率	H28	-	8 %	0 %
	H29	-	4 %	1 %
	H30		4.2 %	2.8 %
活着率		-	90 %以上	90 %以上

実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H27	-	-	-	-	-	-
	H28	-	-	-	-	-	-
	H29	-	-	-	-	-	-
	H30	-	-	-	-	-	-
1,600 本/ha	H27	49.6	7.7	-	0.6	0.1	-
	H28	79.5	16.7	60.3%	1.0	0.3	66.7%
	H29	137.8	38.7	73.3%	1.8	0.8	80.0%
	H30	188.8	65.2	37.0%	3.4	1.6	88.9%
2,500 本/ha	H27	50.7	7.6	-	0.6	0.1	-
	H28	88.5	17.4	74.6%	1.1	0.2	83.3%
	H29	152.0	29.9	71.8%	2.1	0.6	90.9%
	H30	212.1	45.7	39.5%	3.8	1.2	81.0%

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	-	-	-	1 ha	253,763 円	253,763 円	1 ha	253,763 円	253,763 円
	苗木	-	-	-	1,600 本	153 円	244,800 円	2,500 本	153 円	382,500 円
	植栽	-	-	-	1,600 本	97 円	155,200 円	2,500 本	97 円	242,500 円
	シカ柵	-	-	-	400 m	1,933 円	773,200 円	400 m	1,933 円	773,200 円
	その他	-	-	-	1 ha	750,570 円	750,570 円	1 ha	750,570 円	750,570 円
	合計	-	-	-	1 ha	-	2,177,533 円	1 ha	-	2,402,533 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	-			9%削減					
	植栽器具	唐グワ	植栽生産性	211 本/人日	地拵え種類	機械	地拵え生産性	6.5 人日/ha		

下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性
	H28	0.893 ha	刈払機	276,000 円	309,071 円/ha	9.9 人工	11.1 人日/ha
	H29	0.93 ha	刈払機	278,747 円	299,728 円/ha	8.7 人工	9.3 人日/ha
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外					

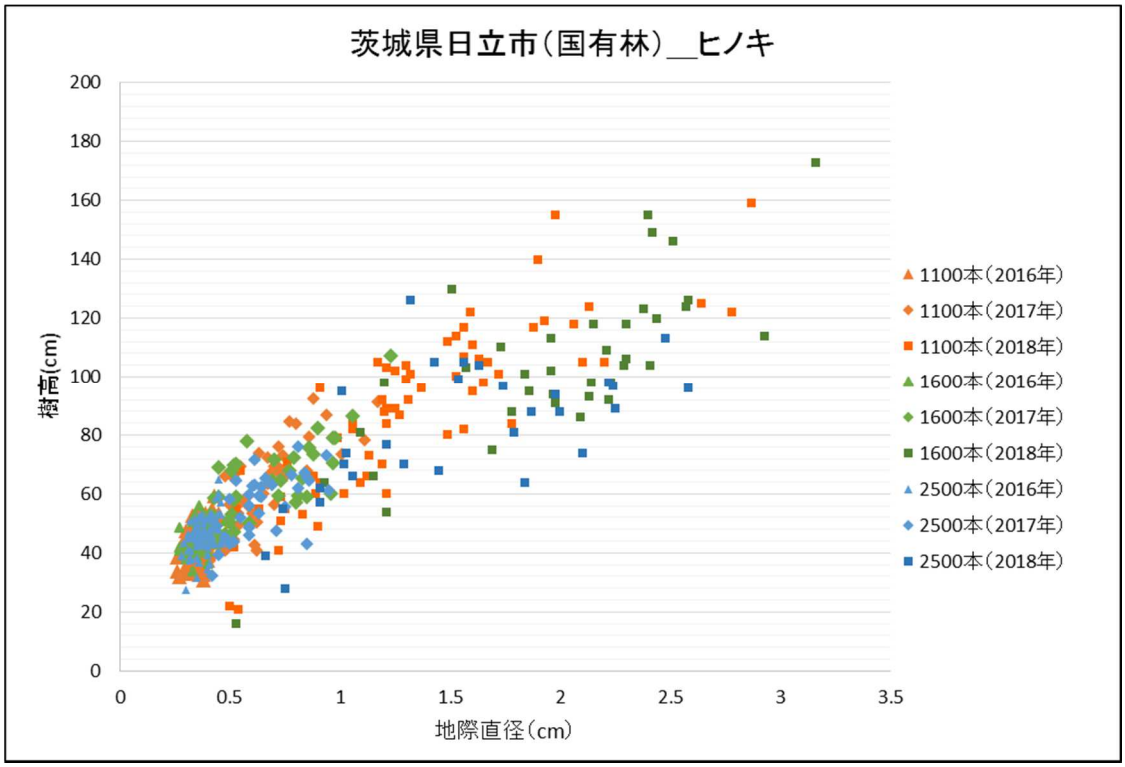
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:グラップル・刈払機 本実証地では、シカ柵を設置 その他:森林保険、シカ柵などのメンテナンス経費、資材費、諸経費などを含む

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、9%コスト削減

7－3.　平成 28 年度植栽地

7－3－1.　茨城県　日立市（ヒノキ）（No.1）

条件	地域名	関東　／　茨城県日立市				
	属 性	国有林			平均気温	13.9℃/年
	樹 種	ヒノキ			平均降水量	1477.3mm/年
	苗 種	コンテナ苗			標 高	260～310m
	規格(cc)	150			傾 斜	10～25°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600	2500	方 位	N～S
	植栽面積(ha)	0.83	0.39	0.37	土 壌	褐色森林土
	シカ柵 / 有無	無し			前生林種	ー
	伐採年	平成 26 年			植栽実施事業体	有限会社　佐川運送
	植栽年月	平成 28 年 10 月･11 月			下刈実施事業体	有限会社　佐川運送
	一貫 or 通常	通常作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり･斜立･折れ･誤伐･食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H28	100%（123 本）	100%(78 本)	100%（72 本）
	H29	43%（53 本）	45%(35 本)	40%（29 本）
	H30	47.2%（58 本）	44.9%（35 本）	36.1%（26 本）
誤伐率	H29	10 %	19 %	13 %
	H30	1.6 %	5.1 %	4.2 %
活着率		80%以上	90%以上	70%以上

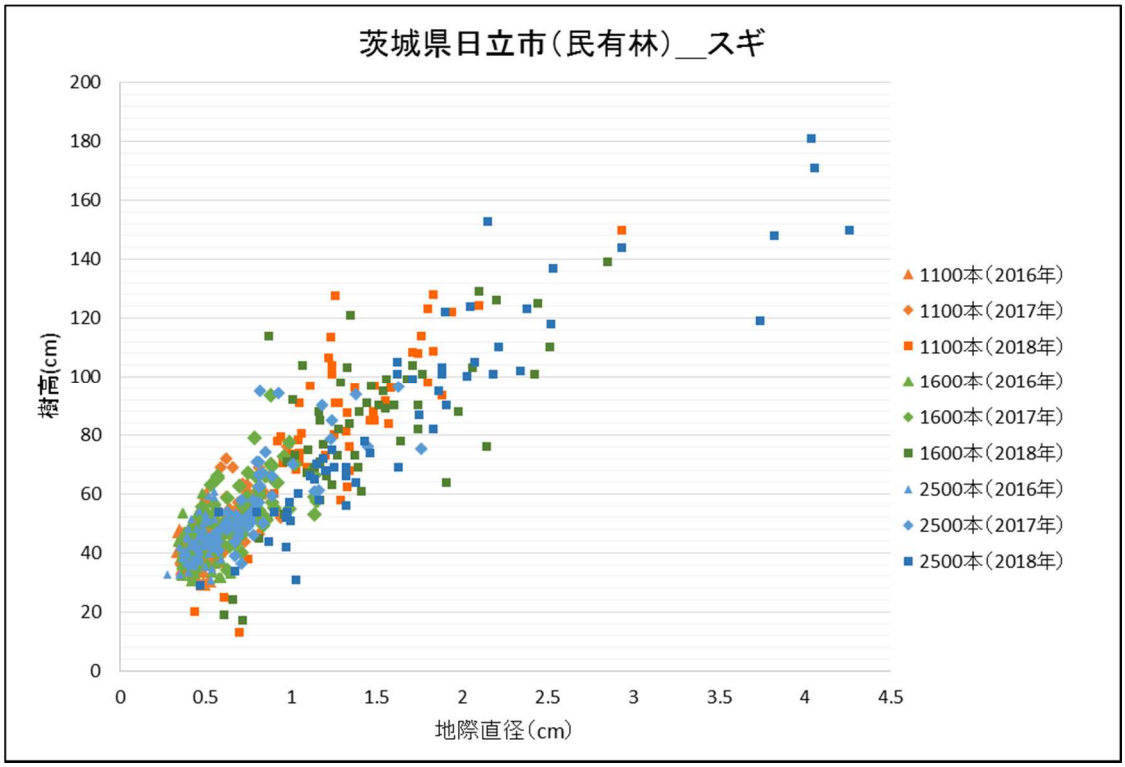
実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高（cm）			根元径（cm）		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H28	42.2	6.1	-	0.4	0	-
	H29	62.3	14.3	47.6%	0.6	0.2	50.0%
	H30	87.6	28.6	40.6%	1.3	0.5	121.5%
1,600 本/ha	H28	45.5	4.8	-	0.4	0.0	-
	H29	66.3	12.8	45.7%	0.7	0.2	75.0%
	H30	103.7	28.4	56.4%	2.0	0.6	185.0%
2,500 本/ha	H28	46.0	5.7	-	0.4	0.0	-
	H29	60.2	8.4	30.9%	0.6	0.2	50.0%
	H30	82.0	21.8	36.3%	1.5	0.5	156.4%

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	337,263 円	337,263 円	1 ha	337,263 円	337,263 円	1 ha	337,263 円	337,263 円
	苗木	1,100 本	175 円	192,500 円	1,600 本	175 円	280,000 円	2,500 本	175 円	437,500 円
	植栽	1,100 本	76 円	83,600 円	1,600 本	76 円	121,600 円	2,500 本	76 円	190,000 円
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	1 ha	408,248 円	408,248 円	1 ha	408,248 円	408,248 円	1 ha	408,248 円	408,248 円
	合計	1 ha	-	1,021,611 円	1 ha	-	1,147,111 円	1 ha	-	1,373,011 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	26%削減			16%削減					
	植栽器具	手製ディプル・唐鍬	植栽生産性	150 本/人日	地拵え種類	機械	地拵え生産性	10.0 人日/ha		
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性			
	H29	1.59 ha	刈払機	453,600 円	285,283 円/ha	10.7 人工	6.71 人日/ha			
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外								
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:グラップル・チェーンソー・刈払機 その他:森林保険、資材費、諸経費などを含む									

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本/ha では、16%コスト削減、1,100 本/ha では、26%コスト削減

7－3－2.　茨城県　日立市（スギ）（No.2）

条件						
	地域名	関東　／　茨城県日立市				
	属　性	民有林			平均気温	13.9℃/年
	樹　種	スギ			平均降水量	1477.3mm/年
	苗　種	コンテナ苗			標　高	400～450m
	規格(cc)	150			傾　斜	20～25°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600	2500	方　位	NW
	植栽面積(ha)	0.35	0.35	0.33	土　壌	褐色森林土
	シカ柵　/　有無	無し			前生林種	ー
	伐採年	平成 28 年			植栽実施事業体	高萩市森林組合
	植栽年月	平成 28 年 10 月			下刈実施事業体	高萩市森林組合
	一貫　or　通常	通常作業				
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。					



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H28	100%(80 本)	100%(71 本)	100%(72 本)
	H29	71%(57 本)	77%(55 本)	74%(53 本)
	H30	63.8%(51 本)	70.4%(50 本)	70.8%(51 本)
誤伐率	H29	13 %	7 %	11 %
	H30	5.0 %	0 %	4.2 %
活着率		90%以上	80%以上	80%以上

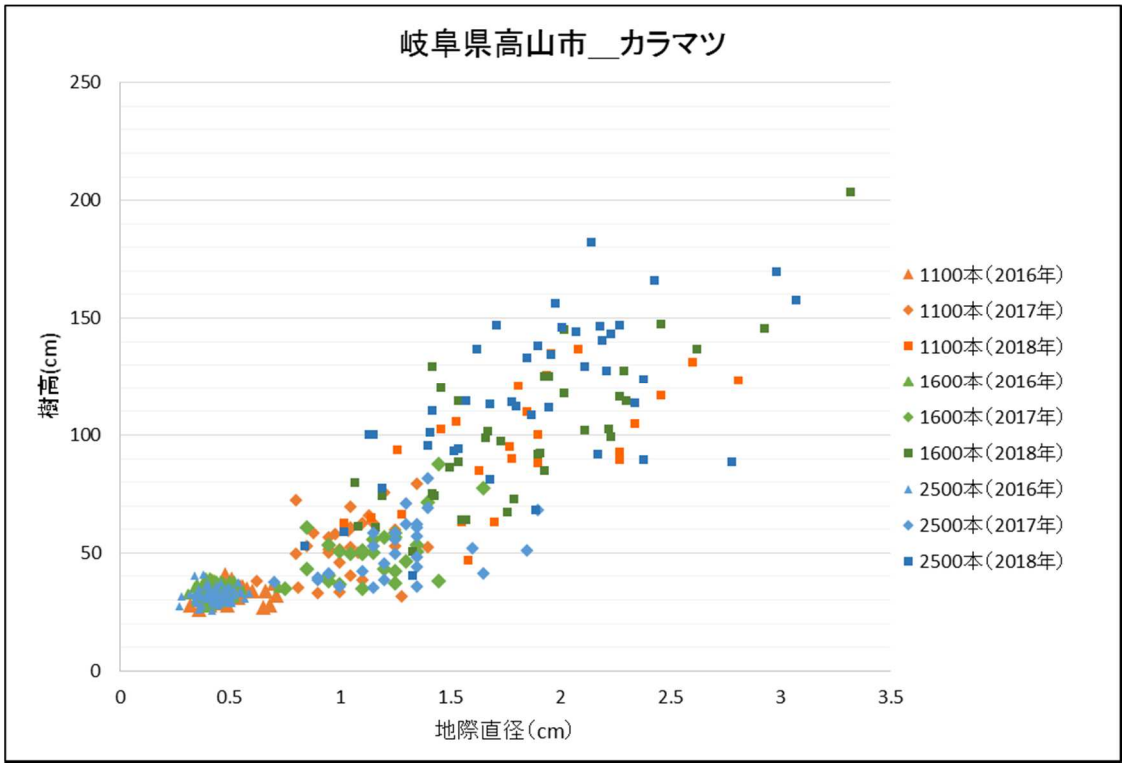
実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高(cm)			根元径(cm)		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H28	42.7	6.1	-	0.5	0.1	-
	H29	52.2	9.0	22.2%	0.7	0.1	40.0%
	H30	85.3	26.4	63.5%	1.3	0.4	88.6%
1,600 本/ha	H28	43.0	6.9	-	0.5	0.1	-
	H29	58.0	10.6	34.9%	0.8	0.2	60.0%
	H30	83.9	25.2	44.7%	1.5	0.5	82.4%
2,500 本/ha	H28	43.4	6.7	-	0.5	0.1	-
	H29	58.9	16.0	35.7%	0.8	0.3	60.0%
	H30	86.8	35.7	47.4%	1.7	0.9	116.0%

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	350,000 円	350,000 円	1 ha	350,000 円	350,000 円	1 ha	350,000 円	350,000 円
	苗木	1,100 本	165 円	181,500 円	1,600 本	165 円	264,000 円	2,500 本	165 円	412,500 円
	植栽	1,100 本	118.18 円	129,998 円	1,600 本	87.5 円	140,000 円	2,500 本	76 円	190,000 円
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	1 ha	260,030 円	260,030 円	1 ha	260,030 円	260,030 円	1 ha	260,030 円	260,030 円
	合計	1 ha	-	921,528 円	1 ha	-	1,014,030	1 ha	-	1,212,530 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	24%%削減			16%削減					
	植栽器具	ディプル	植栽生産性	139.6 本/人日	地拵え種類	機械		地拵え生産性	13.6 人日/ha	
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械		実質施業金額	施業金額		人工数	生産性	
	H29	1.03 ha	刈払機		264,682 円	256,973 円/ha		8.4 人工	8.16 人日/ha	
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外								
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:チェーンソー・刈払機 その他:森林保険、資材費、諸経費などを含む									

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本では 16%コスト削減、1,100 本/ha では 24%コスト削減
- 本調査地においては、各植栽密度で植栽単価を変更して実施した。

7－3－3.　岐阜県　高山市（カラマツ）（No.3）

条件	地域名	中部　／　岐阜県高山市			
	属　性	民有林		平均気温	11.4℃/年
	樹　種	カラマツ		平均降水量	3003.5mm/年
	苗　種	コンテナ苗		標　高	1020～1040m
	規格(cc)	150		傾　斜	0～10°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600　2500	方　位	S
	植栽面積(ha)	0.30	0.30　0.30	土　壌	褐色森林土
	シカ柵　/　有無	有り		前生林種	ー
	伐採年	平成 28 年		植栽実施事業体	特定非営利活動法人農林業経営支援センター
	植栽年月	平成 28 年 10 月		下刈実施事業体	株式会社　北栄工事
	一貫　or　通常	通常作業			
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。				



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H28	100%(71 本)	100%(71 本)	100%(72 本)
	H29	45%(32 本)	76%(25 本)	81%(29 本)
	H30	35.2%(25 本)	45.1%(32 本)	51.4%(37 本)
誤伐率	H29	0 %	3 %	3 %
	H30	0 %	0 %	1.4 %
活着率		90%以上	80%以上	100%

実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高(cm)			根元径(cm)		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H28	32.9	3.3	-	0.5	0.1	-
	H29	53.0	12.4	61.1%	1.0	0.2	100.0%
	H30	96.6	24.7	82.3%	1.8	0.4	83.6%
1,600 本/ha	H28	33.4	2.9	-	0.4	0.1	-
	H29	51.3	12.7	53.6%	1.2	0.2	200.0%
	H30	101.7	31.4	98.2%	1.8	0.5	53.4%
2,500 本/ha	H28	32.0	2.8	-	0.4	0.1	-
	H29	51.3	12.4	60.3%	1.2	0.3	200.0%
	H30	116.7	32.1	127.5%	1.9	0.5	57.0%

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	328,666 円	328,666 円	1 ha	328,666 円	328,666 円	1 ha	328,666 円	328,666 円
	苗木	1,100 本	230 円	253,000 円	1,600 本	230 円	368,000 円	2,500 本	230 円	575,000 円
	植栽	1,100 本	131 円	144,100 円	1,600 本	131 円	209,600 円	2,500 本	131 円	327,500 円
	シカ柵	400 m	1,731 円	692,400 円	400 m	1,731 円	692,400 円	400 m	1,731 円	692,400 円
	その他	1 ha	238,667 円	238,667 円	1 ha	238,667 円	238,667 円	1 ha	238,667 円	238,667 円
	合計	1 ha	-	1,656,833 円	1 ha	-	1,837,333 円	1 ha	-	2,162,233 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	23%削減			15%削減					
	植栽器具	ディプル	植栽生産性	165.5 本/人日	地拵え種類	機械		地拵え生産性	9.5 人日/ha	

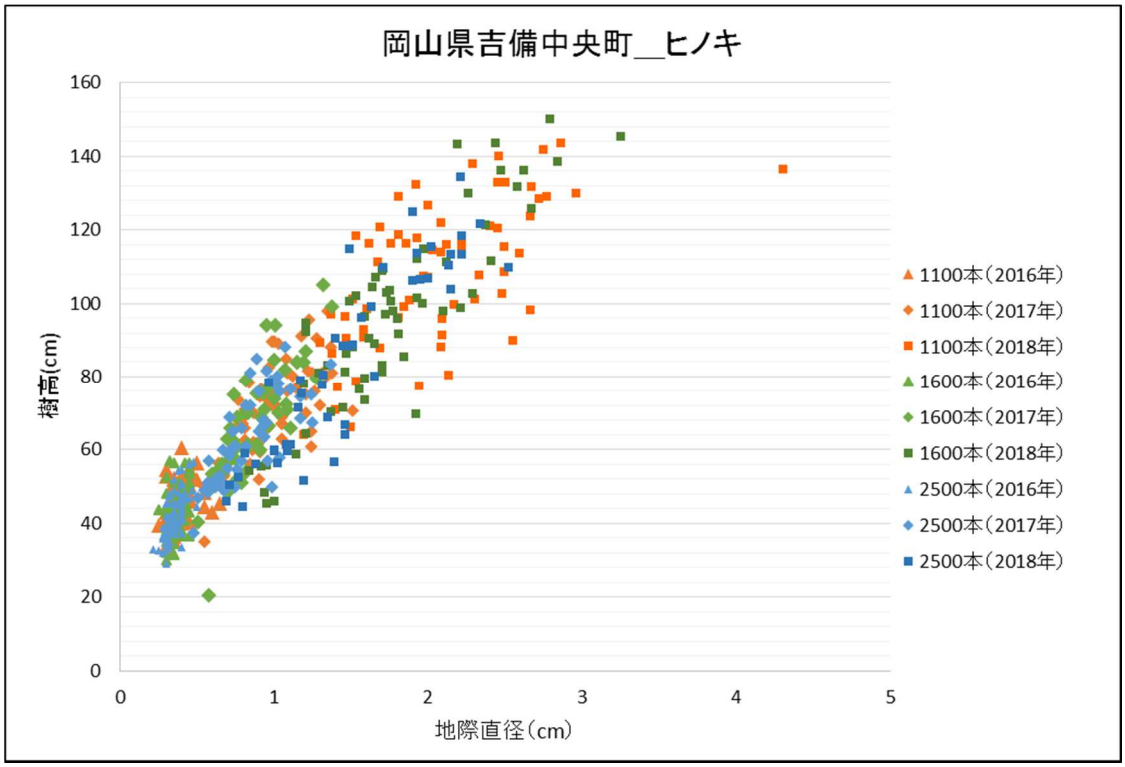
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性
	H29	0.9 ha	刈払機	379,378 円	421,531 円/ha	4.9 人工	5.4 人日/ha
	H30	0.9 ha	刈払機	181,865 円	202,072 円/ha	8.8 人工	8.5 人工/ha

備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:グラップル・チェーンソー・刈払機 その他:森林保険、資材費、シカ柵費・、諸経費などを含む

➢ 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本では 15%コスト削減、1,100 本/ha では 23%コスト削減

7－3－4.　岡山県　吉備中央町（No.4）

条件	地域名	中国 ／ 岡山県 加賀郡 吉備中央町			
	属 性	国有林		平均気温	12.1℃/年
	樹 種	ヒノキ		平均降水量	1354.3mm/年
	苗 種	コンテナ苗		標 高	350～370m
	規格(cc)	150		傾 斜	10～20°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600 2500	方 位	SE～SW
	植栽面積(ha)	0.29	0.39 0.37	土 壌	褐色森林土
	シカ柵 / 有無	有り		前生林種	ー
	伐採年	平成 27 年		植栽実施事業体	岡山森林組合
	植栽年月	平成 28 年 12 月		下刈実施事業体	岡山森林組合
	一貫 or 通常	通常作業			
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。				



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H28	100%(72 本)	100%(72 本)	100%(72 本)
	H29	78%(56 本)	58%(42 本)	71%(51 本)
	H30	93.1%(67 本)	72.2%(52 本)	54.2%(39 本)
誤伐率	H29	0 %	1 %	0 %
	H30	0 %	0 %	1.4 %
活着率		100%	100%	90%以上

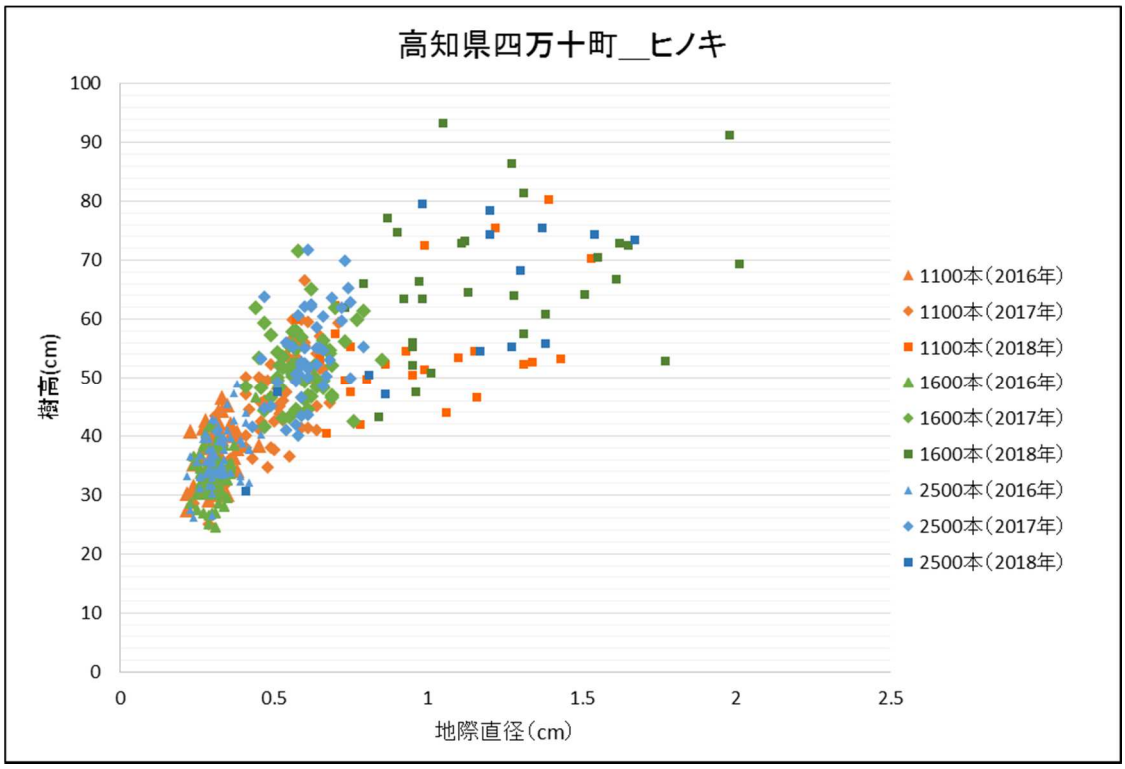
実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高(cm)			根元径(cm)		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H28	45.1	5.8	-	0.4	0.1	-
	H29	67.0	12.0	48.6%	1.0	0.2	150%
	H30	108.2	19.0	61.4%	2.1	0.5	105.8%
1,600 本/ha	H28	43.9	6.8	-	0.4	0.1	-
	H29	61.9	15.2	41.0%	0.9	0.2	125.0%
	H30	96.0	25.7	55.1%	1.8	0.5	96.1%
2,500 本/ha	H28	42.3	5.8	-	0.4	0.1	-
	H29	61.3	11.0	44.9%	0.9	0.2	125.0%
	H30	84.7	25.1	38.1%	1.5	0.5	65.3%

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	432,800 円	432,800 円	1 ha	432,800 円	432,800 円	1 ha	432,800 円	432,800 円
	苗木	1,100 本	200 円	220,000 円	1,600 本	200 円	320,000 円	2,500 本	200 円	500,000 円
	植栽	1,100 本	217 円	238,700 円	1,600 本	217 円	347,200 円	2,500 本	217 円	542,500 円
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	1 ha	226,440 円	226,440 円	1 ha	226,440 円	226,440 円	1 ha	226,440 円	226,440 円
	合計	1 ha	-	1,117,940 円	1 ha	-	1,326,440 円	1 ha	-	1,701,740 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	34%削減			22%削減					
	植栽器具	ディプル	植栽生産性	94.0 本/人日	地拵え種類	機械		地拵え生産性	16.4 人日/ha	
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械		実質施業金額	施業金額		人工数	生産性	
	H29	0.86 ha	刈払機・手鎌		201,960 円	234,837 円/ha		8.3 人工	9.61 人日/ha	
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外								
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:グラップル・チェーンソー・刈払機・フォワーダー その他:森林保険、資材費、シカ柵費、諸経費などを含む									

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本では 22%コスト削減、1,100 本/ha では 34%コスト削減

7－3－5.　高知県　四万十町（No.5）

条件	地域名	四国　／　高知県　四万十町			
	属　性	国有林		平均気温	14.8℃/年
	樹　種	ヒノキ		平均降水量	3089.2mm/年
	苗　種	コンテナ苗		標　高	410～480m
	規格(cc)	150		傾　斜	35～40°
	植栽密度(本/ha)	1100	1600　2500	方　位	S
	植栽面積(ha)	0.31	0.33　0.34	土　壌	褐色森林土
	シカ柵　/　有無	有り		前生林種	ー
	伐採年	平成 26 年		植栽実施事業体	四万十町森林組合 窪川支所
	植栽年月	平成 29 年 2 月･3 月		下刈実施事業体	四万十町森林組合 窪川支所
	一貫　or　通常	通常作業			
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり･斜立･折れ･誤伐･食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。				



実証試験結果_健全率について				
健全率	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha
	H28	100%(72 本)	100%(75 本)	100%(72 本)
	H29	75%(54 本)	81%(61 本)	67%(48 本)
	H30	36.1%(26 本)	38.7%(29 本)	19.4%(14 本)
誤伐率	H29	0 %	0 %	0 %
	H30	4.2 %	1.3 %	4.2 %
活着率		80%以上	90%以上	80%以上

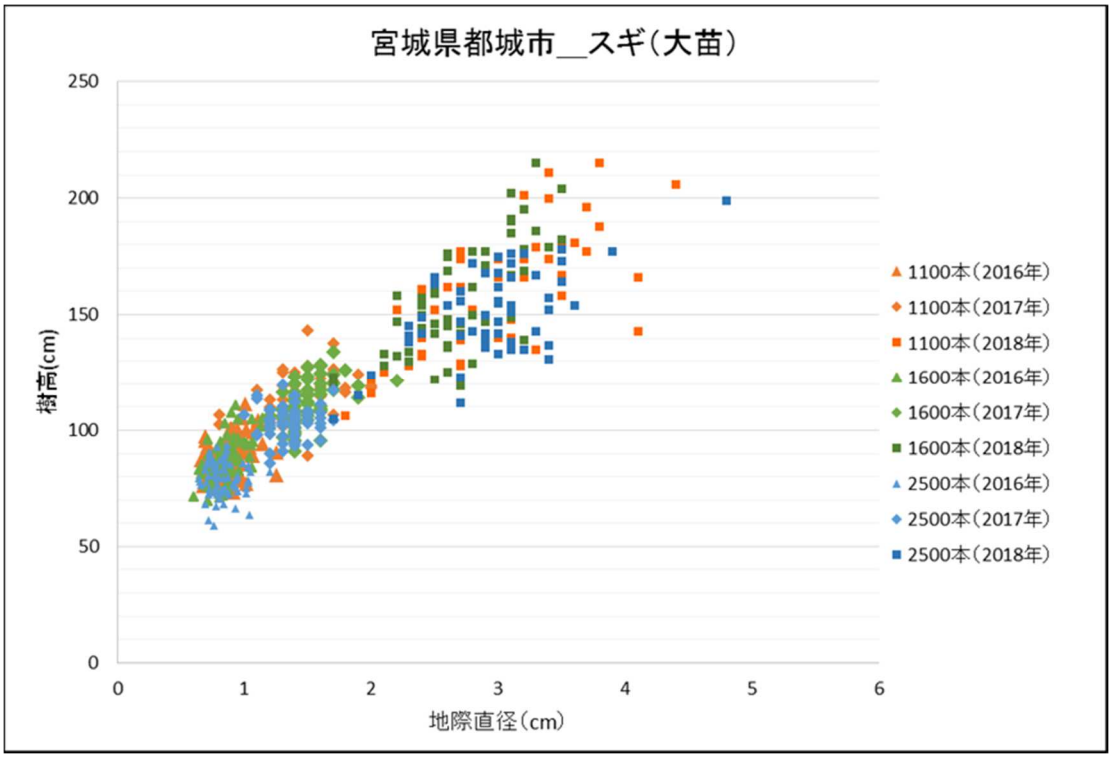
実証試験結果_成長量について							
成長	年度	樹高(cm)			根元径(cm)		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
1,100 本/ha	H28	36.2	4.4	-	0.3	0.0	-
	H29	48.8	6.7	34.8%	0.5	0.1	66.7%
	H30	55.1	9.7	12.9%	1.0	0.3	92.8%
1,600 本/ha	H28	33.3	3.9	-	0.3	0.0	-
	H29	52.0	5.9	56.2%	0.6	0.1	100%
	H30	66.4	11.9	27.8%	1.2	0.3	102.7%
2,500 本/ha	H28	37.3	4.3	-	0.3	0.0	-
	H29	53.8	7.6	44.2%	0.6	0.1	100%
	H30	61.8	14.5	14.9%	1.1	0.4	86.5%

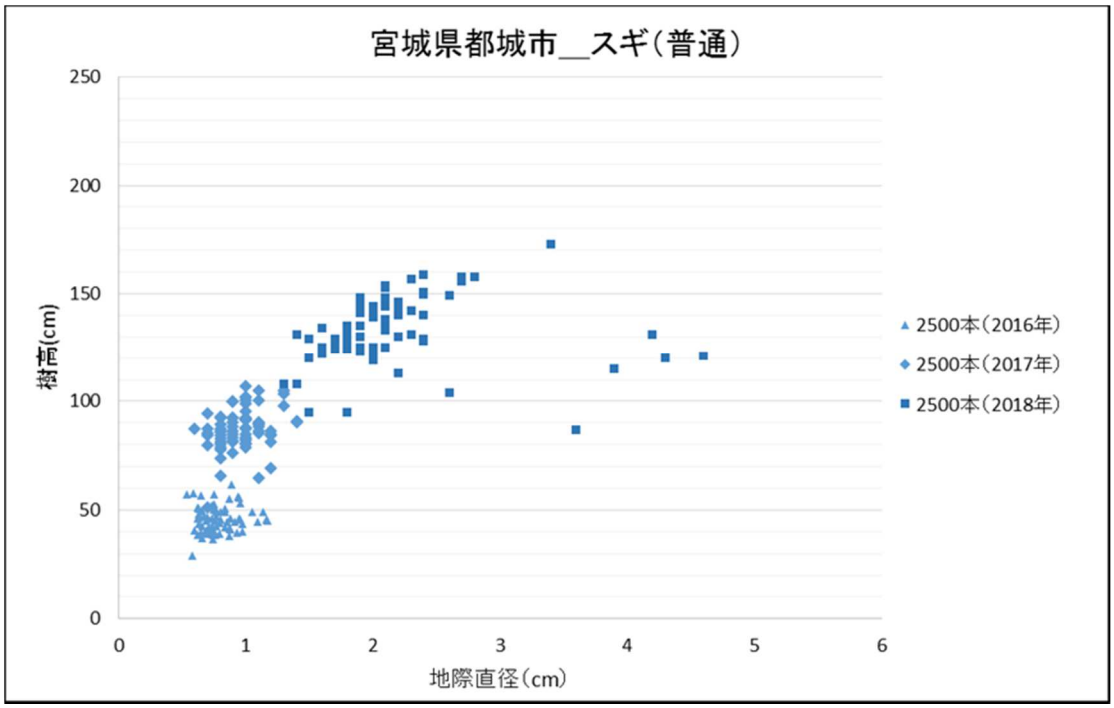
実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha			1,600 本/ha			2,500 本/ha		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	345,000 円	345,000 円	1 ha	345,000 円	345,000 円	1 ha	345,000 円	345,000 円
	苗木	1,100 本	170 円	187,000 円	1,600 本	170 円	272,000 円	2,500 本	170 円	425,000 円
	植栽	1,100 本	120 円	132,000 円	1,600 本	120 円	192,000 円	2,500 本	120 円	300,000 円
	シカ柵	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	1 ha	272,130 円	272,130 円	1 ha	272,130 円	272,130 円	1 ha	272,130 円	272,130 円
	合計	1 ha	-	936,130 円	1 ha	-	1,081,130 円	1 ha	-	1,342,130 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	30%削減			19%削減					
	植栽器具	唐グワ	植栽生産性	252.3 本/人日	地拵え種類	機械		地拵え生産性	12.2 人日/ha	
下刈りコスト	年度	施業面積(ha)	使用機械		実質施業金額	施業金額		人工数	生産性	
	H29	0.98 ha	刈払機・手鎌		168,806 円	234,837 円/ha		6.0 人工	6.12 人日/ha	
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外								
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類:刈払機 その他:森林保険、資材費、諸経費などを含む									

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本では 19%コスト削減、1,100 本/ha では 30%コスト削減

7－3－6.　宮崎県　都城市（No.6）

条件	地域名	九州　／　宮崎県　都城市		
	属　性	民有林	平均気温	16.5℃/年
	樹　種	スギ	平均降水量	2481.8mm/年
	苗　種	大型コンテナ苗　コンテナ苗	標　高	295～355m
	規格(cc)	470　300	傾　斜	6～20°
	植栽密度(本/ha)	1100　1600　2500　2500	方　位	ー
	植栽面積(ha)	0.35　0.28　0.37　0.20	土　壌	黒色火山灰土
	シカ柵　/　有無	有り／無し	前生林種	ー
	伐採年	平成 29 年	植栽実施事業体	都城森林組合
	植栽年月	平成 29 年 1 月	下刈実施事業体	都城森林組合
	一貫　or　通常	一貫作業		
	前提条件：以下の値は、本事業の調査結果における「健全木」の値である。 健全木とは、曲がり・斜立・折れ・誤伐・食害等通直かつ諸被害が発生していない植栽木を指す。			





実証試験結果_健全率について					
健全率	規格	大苗(470cc)			普通苗 (300cc)
	年度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	2,500 本/ha
	H28	100%(72 本)	100%(72 本)	100%(72 本)	100%(72 本)
	H29	81%(58 本)	83%(60 本)	82%(59 本)	97%(70 本)
	H30	69.4%(50 本)	77.8%(56 本)	84.7%(61 本)	94.4%(68 本)
誤伐率	H29	0 %	0 %	0 %	0 %
	H30	1.4 %	1.4 %	2.8 %	1.4 %
活着率		90%以上	90%以上	90%以上	90%以上

実証試験結果_成長量について							
年度	シカ柵内外	樹高(cm)			根元径(cm)		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
大型コンテナ苗(470cc) 1,100 本/ha							
H28	柵内	89.4	9.1	-	0.9	0.1	-
	柵外	88.5	7.4	-	0.9	0.1	-
H29	柵内	111.2	8.9	24.4	1.3	0.2	44.4
	柵外	117.0	12.3	32.2	1.6	0.2	77.8
H30	柵内	144.5	18.2	29.9	2.8	0.6	113.3
	柵外	172.3	24.9	47.2	3.2	0.5	98.5
大型コンテナ苗(470cc) 1,600 本/ha							
H28	柵内	83.0	5.9	-	0.8	0.1	-
	柵外	90.8	9.1	-	0.9	0.1	-
H29	柵内	108.9	7.2	31.2	1.4	0.1	75.0
	柵外	116.5	10.6	28.3	1.5	0.2	66.7
H30	柵内	148.6	19.9	36.4	2.6	0.4	82.1
	柵外	168.3	23.1	44.4	2.9	0.3	95.8

実証試験結果_成長量について							
年度	シカ柵内外	樹高(cm)			根元径(cm)		
		平均	標準偏差	前年度比増加率	平均	標準偏差	前年度比増加率
大型コンテナ苗(470cc) 2,500 本/ha							
H28	柵内	81.5	8.1	-	0.9	0.1	-
	柵外	76.4	6.0	-	0.8	0.1	-
H29	柵内	103.6	6.5	27.1	1.3	0.2	44.4
	柵外	103.1	7.1	34.9	1.4	0.2	75.0
H30	柵内	144.9	16.1	39.9	2.9	0.4	121.4
	柵外	157.7	18.3	52.9	3.0	0.6	114.6
普通コンテナ苗(300cc) 2,500 本/ha							
H28	柵内	46.0	6.1	-	0.8	0.2	-
	柵外	45.5	6.4	-	0.8	0.1	-
H29	柵内	84.8	6.9	84.3	0.9	0.2	12.5
	柵外	91.4	8.4	100.9	1.0	0.2	25.0
H30	柵内	124.4	15.4	46.7	2.2	0.9	147.5
	柵外	141.0	12.0	54.2	2.2	0.4	115.7

実証調査結果_コストと生産性について（都城スギ）										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha（470cc コンテナ苗）			1,600 本/ha（470cc コンテナ苗）			2,500 本/ha（470cc コンテナ苗）		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	269,000 円	269,000 円	1 ha	269,000 円	269,000 円	1 ha	269,000 円	269,000 円
	苗木	1,100 本	260 円	286,000 円	1,600 本	260 円	416,000 円	2,500 本	260 円	650,000 円
	植栽	1,100 本	108 円	118,800 円	1,600 本	108 円	172,800 円	2,500 本	108	270,000 円
	シカ柵	400 m	1,895 円	758,000 円	400 m	1,895 円	758,000 円	400 m	1,895 円	758,000 円
	その他	1 ha	238,787 円	238,787 円	1 ha	238,787 円	238,787 円	1 ha	238,787 円	238,787 円
	合計	1 ha	-	1,670,587 円	1 ha	-	1,854,587 円	1 ha	-	2,185,787 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	24%削減			15%削減					
	植栽器具	自動植穴堀機	植栽生産性	103.1 本/人日	地拵え種類	機械	地拵え生産性	14.9 人日/ha		
下刈りコスト	年度	施業面積（ha）	使用機械	実質施業金額	施業金額	人工数	生産性			
	H29	未実施	-	-	-	-	-			
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外								
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類：グラップル・刈払機 平成 29 年度は下刈りは未実施である その他：森林保険、資材費、シカ柵費、諸経費などを含む									

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本では 15%コスト削減、1,100 本/ha では 24%コスト削減

実証調査結果_コストと生産性について										
植栽コスト	植栽密度	1,100 本/ha（300cc コンテナ苗）			1,600 本/ha（300cc コンテナ苗）			2,500 本/ha（300cc コンテナ苗）		
	工程	数量	単価	経費	数量	単価	経費	数量	単価	経費
	地拵え	1 ha	269,000 円	269,000 円	1 ha	269,000 円	269,000 円	1 ha	269,000 円	269,000 円
	苗木	1,100 本	130 円	143,000 円	1,600 本	130 円	208,000 円	2,500 本	130 円	325,000 円
	植栽	1,100 本	90 円	99,000 円	1,600 本	90 円	144,000 円	2,500 本	90 円	225,000 円
	シカ柵	400 m	1,895 円	758,000 円	400 m	1,895 円	758,000 円	400 m	1,895 円	758,000 円
	その他	1 ha	234,503 円	234,503 円	1 ha	234,503 円	234,503 円	1 ha	234,503 円	234,503 円
	合計	1 ha	-	1,503,503 円	1 ha	-	1,613,503 円	1 ha	-	1,811,503 円
	2,500 本/ha とのコスト比較	17%削減			11%削減					
	植栽器具	手製ディプル	植栽生産性	166.7 本/人日	地拵え種類	機械		地拵え生産性	18.0 人日/ha	
下刈りコスト	年度	施業面積（ha）	使用機械		実質施業金額	施業金額		人工数	生産性	
	H29	未実施	-		-	-		-	-	
	H30	下刈り時間の計測調査箇所のため、除外								
備考	地拵え及び植栽で使用した機械器具類：グラップル・刈払機 平成 29 年度は下刈りは未実施である その他：森林保険、資材費、シカ柵費、諸経費などを含む									

- 植栽密度 2,500 本/ha と比較して、1,600 本では 11%コスト削減、1,100 本/ha では 17%コスト削減

平成 30 年度
低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業
報告書

平成 31 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