

平成 27 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 28 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
1.3	事業内容.....	3
2	検討委員会の設置・運営.....	7
2.1	検討委員会の設置.....	7
2.2	検討委員会の運営.....	7
3	全体計画の作成.....	9
4	低密度植栽技術の現状の分析、評価.....	12
4.1	文献調査.....	12
4.1.1	文献整理.....	12
4.1.2	文献整理結果の分析.....	25
4.1.3	現時点での結論.....	31
4.2	現地調査.....	33
4.2.1	現地調査の概要.....	33
4.2.2	現地調査結果.....	35
4.2.3	既存植栽地の現状分析と考察.....	134
5	低密度植栽技術の実証.....	144
5.1	東北地域（太平洋側）.....	146
5.1.1	岩手県紫波町（No.1）.....	146
5.1.2	岩手県盛岡市（No.2）.....	152
5.1.3	岩手県葛巻町（No.3）.....	156
5.1.4	宮城県登米市（No.4）.....	160
5.2	近畿中国地域.....	164
5.2.1	三重県大紀町（No.5）.....	164
5.3	九州地域.....	170
5.3.1	長崎県大村市（No.6）.....	170
5.3.2	長崎県東彼杵町（No.7）.....	174
5.3.3	熊本県美里町（No.8）.....	179
5.3.4	宮崎県椎葉村（No.9）.....	183
5.3.5	鹿児島県薩摩川内市（No.10）.....	188
5.4	大型コンテナ苗の導入に向けた検討.....	193
5.5	全体の考察.....	194
5.5.1	実証の概況.....	194

5.5.2	苗木の特性.....	195
5.5.3	植栽に係るコスト.....	196
5.5.4	生産性.....	197
5.5.5	全体的な考察.....	198
6	低密度植栽施業指針の検討.....	199
6.1	低密度植栽技術の考え方の整理について.....	200
6.1.1	地域及び樹種等に応じた低密度植栽技術について.....	200
6.1.2	地域及び樹種等に応じた低密度植栽技術について.....	200
6.1.3	具体的な指針の作成について.....	201
6.2	低密度植栽に適した苗木の検討.....	201
6.2.1	低密度植栽に適した苗木について.....	201
6.2.2	コンテナ苗の活用について.....	202
6.3	低密度植栽における下刈りについて.....	203
6.4	その他.....	203

1 事業の概要

1.1 事業名

平成 27 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) 事業の背景

近年、森林資源の成熟による主伐（皆伐）の増加に伴い、主伐後の再生林の増加が予想される。こうした中、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、主伐後の再生林を確実に実施することが必要となっている。他方で、限られた財源の下で効率的に再生林を行うためには、再生林の低コスト化を徹底することが不可欠となっている。

そのような中、再生林の低コスト化を図る手段として、コンテナ苗を利用した「伐採・地拵え・植栽の一貫作業システムの導入」が注目されている。また、合わせて低密度植栽を推進することにより一層の低コスト化に繋がる可能性が指摘されている。そのため、実証により状況を把握しつつ、「低密度植栽に関する施業指針」を検討することが求められている。

(2) 事業の目的

ここ数年、伐採から植栽までの一貫作業において適しているコンテナ苗の実用化により、植栽本数を減らすことで造林・保育の低コスト化を図る取組への期待が高まってきている。しかし、低密度植栽技術については、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、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を作成することを目的とする。

(3) 事業の考え方と進め方

再生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望まれているが、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。

また、本事業を進めていくには、関係都道府県担当者との意見交換を行い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。さらに、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て、大型コンテナ苗の導入促進に道筋を開く視点にて実証を行いながら、今後の方向性の提示を行うことが求められている。

そこで本調査では、1.3.2 で後述する「全体計画」策定の考え方に沿いながら、今年度は、図 1 に示した（1）～（7）の項目について事業を実施するものである。

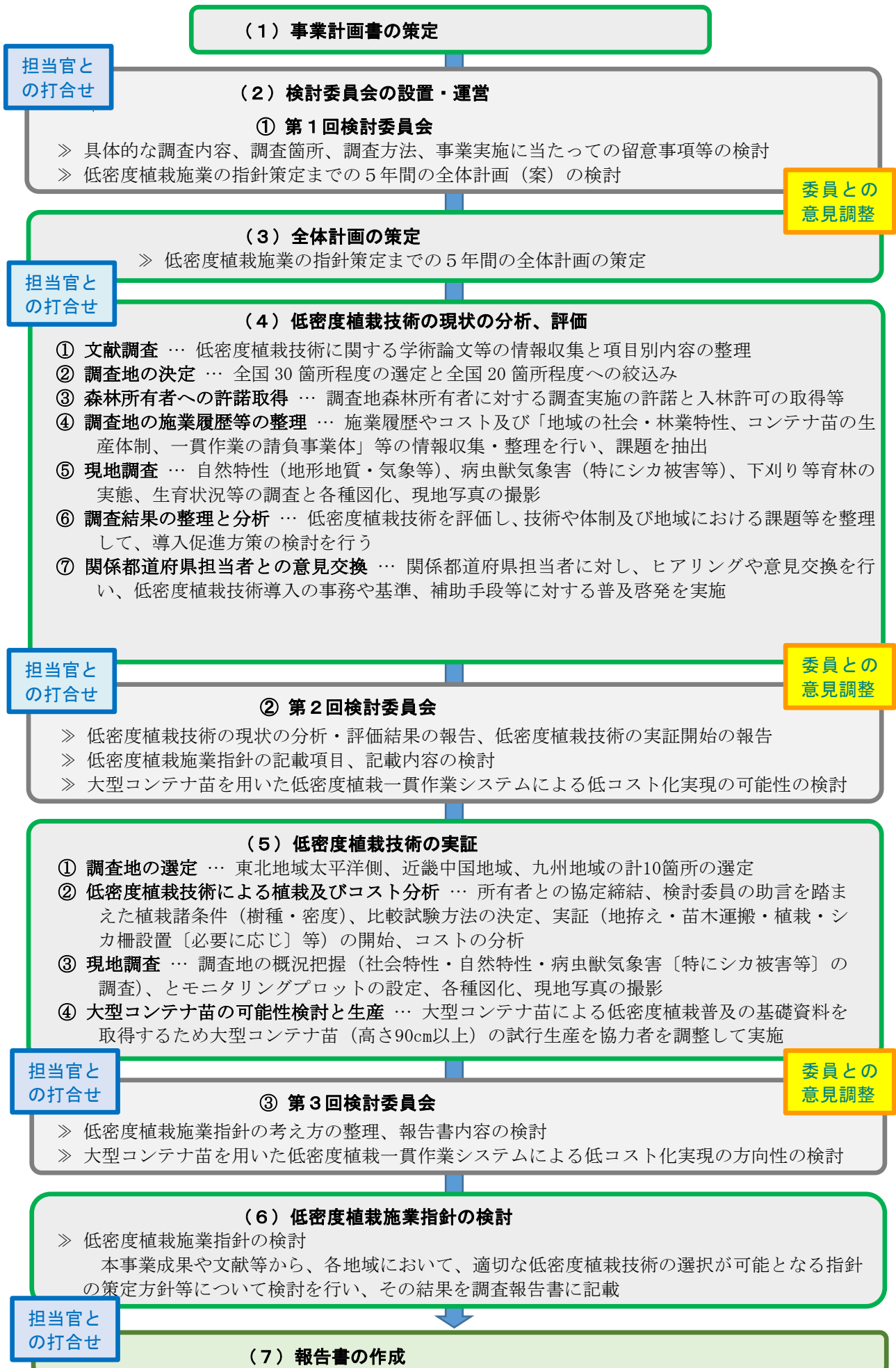


図1 平成27年度の事業内容及び事業の進め方のフロー（案）

1.3 事業内容

本事業は、前述の目的を達成するため、低密度植栽技術について、成林の確実性、コスト削減のための工夫や効果、気象害や病虫獣害等への耐性等の多様な観点から実証、評価、分析を実施することにより、「低密度植栽施業指針」の策定に向けた検討を行うものである。そのため、以下の（１）～（７）の調査を実施した。

（１）調査計画書の策定

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協議は、調査計画策定時、年３回の各検討委員会開催時、低密度植栽による施業指針策定及び報告書作成時の計５回実施した。また、検討委員との意見調整は、委員会開催前後の年３回実施した。その他、各項目実行時の要所々にて、メール及び電話における林野庁担当者及び検討委員との打合せを行い、調査成果を高めるべく調査を遂行した。

なお、実証の際の地拵え、植栽、獣害対策等の実証計画（案）の策定と実証実行の再委託先（地元の造林事業体や森林組合等）との役割分担や協力体制の構築については、林野庁担当者と協議を行い、調査計画に反映させた。

（２）検討委員会の設置・運営

調査の実施に当たっては「低密度植栽技術の導入に向けた調査検討委員会」を設置し、年３回委員会を開催・運営して、同委員会から必要な技術的指導及び助言を受けながら調査を進めた。検討委員は、低密度植栽、一貫作業システム、造林、森林経営等の専門的知見を有し、第一線で活躍中の学識経験者等７名で構成した。後述する表 2.1 に氏名等を示す。

なお、検討委員のメンバーや委員会の開催月日や検討内容等については、「2 検討委員会の設置・運営」に後述した。

（３）全体計画の作成

本事業は、５年間の調査を予定しており、年度毎に取得データ等に差が生じないようにする必要あることから、調査方法等も含めた低密度植栽施業の指針策定までの工程について、５年間の全体計画を作成した。

全体計画の具体的な作成内容等については、「3 全体計画の作成」に後述した。

（４）低密度植栽技術の現状の分析、評価

これまでに実施された低密度植栽箇所について、文献調査及び現地調査を実施した。現地調査に当たっては、その結果と施業履歴等を分析して施業成果や成林の可能性、コストに係る考察、気象害や病虫獣害等への耐性等の多様な観点から、低密度植栽技術の評価を行った。

また、関係都道府県に対する低密度植栽技術の普及啓発を図るため、低密度植栽を試験レベルで実施している。若しくは実施を検討している都道府県関係者との意見交換を行った。

さらに、将来のより低コストな技術化を目指す目的で、大型コンテナ苗の導入による低コス

ト化の可能性についての現状分析及び評価を行った。

① 文献調査

低密度植栽技術について、学術論文等から情報を収集し、現状における技術体系、課題等について、全国各地で低密度植栽技術を導入する際に参考となる内容に整理した。

② 調査地の決定

文献調査や聞き取りから、既存の低密度植栽箇所の中で植栽本数や植栽方法、植栽後の施業履歴が確認できる箇所（所在する地域に偏りが出ないように配慮した全国 30 箇所程度）を調査候補地とし、その調査候補地の中から、林野庁担当者との協議を経て、20 箇所程度に絞り込み現地調査地を決定した。

③ 森林所有者への許諾取得

現地調査の実施に当たって、あらかじめ森林所有者の許諾及び入林の許可を取得する。また、都道府県有林、市町村有林、国有林において必要な場合には、所定の手続を実施して入林許可を取得するほか、必要に応じて林道通行許可等を取得し合法的に調査を実施した。

④ 調査地の施業履歴等の整理

現地調査地については、所有者・関係機関等へ照会を行い、施業履歴及び施業コスト等、低密度植栽技術の分析・評価を行うための情報を収集し整理した。

また、「地域の社会性や林業特性、コンテナ苗の生産体制、一貫作業の請負事業体」等の情報収集・整理も行い、課題を抽出し、多様な観点から地域特性を明確にして低密度植栽技術の評価に役立てた。

⑤ 現地調査の実施

- i プロット設定 : 100 m²のプロット（方形）を1ヘクタールあたり5箇所以上設定した。
- ii プロット調査 : プロット内の植栽木を含む全ての立木（樹高 50cm 以上）について樹種、樹高、胸高直径（若しくは根元直径）、本数（植栽木についてはその形状）、樹冠疎密度等を調査した。
- iii 調査地の概況 : 調査地の各プロット毎に林況写真を撮影するとともに林地の状況（地形、樹種、下層植生等）、気象害（寒風害や風倒害等）や病虫獣害、シカ等の獣の痕跡（食痕や糞塊等の有無）を記録した。

⑥ 調査結果の整理と分析

①～⑤の調査結果を整理し分析を行い、既往低密度植栽箇所に関する評価を行った。

調査結果の整理と分析、評価にあたっては、以下の点に留意した。

- i 地域における特性に配慮しながら、コンテナ苗の生産体制、苗木種（樹種、挿し木・実生苗）、気象害のリスク、病虫獣害のリスク、つる類やササ等の繁茂によるリスクなど、地域に特化した低密度植栽に係る要因（社会環境要因、自然環境要因）の現状の分析、評価を行った。
- ii 地域における課題と成果、成功事例の分析を行い、低密度植栽技術の評価を実施した上で、低密度植栽技術の現状における技術体系及び課題等を把握して、低密度植栽技術の導入促

進のための資料として地域毎の配慮事項も含めて報告した。

⑦ 関係都道府県担当者との意見交換

低密度植栽等に関する研究や試験地を設置している3～4の都道府県担当者との意見交換を行い、各都道府県担当者と成果を共有し、並行的に「速やかに導入する場合のネックとなる点や改正が望まれる点、苗木の規格化などに対する意見等」を拾い上げ整理し、普及啓発のために今後検討が望まれる事項を整理した。

以上の具体的な調査内容と結果については、「6 低密度植栽施業指針の検討」に反映させた。

(5) 低密度植栽技術の実証

前述の調査結果を踏まえ、各地域に適したと考えられる低密度植栽技術により植栽を行い、同技術の実証を全国の民有林10箇所にて実施した。

① 実証地の選定

低密度植栽による植栽を行う実証地として、東北地域太平洋側、近畿地域、九州地域において計10箇所程度の調査地を選定した。

選定に当たっては、平成28年度以降の選定箇所にも配慮し、地域毎の林業事情や自然特性、社会特性に留意しながら、各地域で最低1箇所以上選定するとともに、可能な限り地域に偏りが生じないように配慮した。実証地1箇所当たりの平均面積は、概ね1ha程度とした。

また、実証地は民有林内（都道府県有林や市町村有林、個人有林）にて設定した。なお、選定した実証地（10候補地）の場所や状況については、「5 低密度植栽技術の実証」にて後述した。

② 低密度植栽技術による植栽及びコスト等の分析

選定した実証地において、低密度植栽技術により植栽を実施した。その際、地拵え、苗木運搬、植付け、シカ対策（必要に応じて）の各工程の所要人工等を記録しコストや生産性の整理を行った。また、代表的な実証地では、地拵えから植栽までの工程をビデオで撮影し記録した。

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を締結した。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る一方で、日林協は調査に必要な植栽等の施業を行うことを記した。その際、日林協は立木の所有権を主張しないこと等を明記した。

実証地における現地調査内容を以下のi～viに記す。

- i 作業内容（植栽日、苗種、苗形状〔大きさ〕、苗価格、植栽面積、植栽本数〔密度〕、人工、生産性〔本／日〕、植栽器具、シカ対策）の記録。
- ii 作業工程（苗木運搬から植栽までの作業の流れ）、生産性（各工程別の日数当たりの生産量若しくは労働生産性〔各工程別の人日当たりの生産量〕）の算出。
- iv 地域別の作業工程と生産性の比較。
- v 地域別のシカ対策、下刈りに関する考え方の比較。
- vi 作業員へのヒアリングから明確化した成果と課題の整理。

③ 植栽後の現地調査

各調査地において、植栽直後に以下の現地調査を行った。

i プロット設定

実証地 1 箇所当たり 5 箇所以上の調査プロットを可能な限り地形別（例えば斜面の上・中・下等）に設定し、次年度以降の調査が容易なようにプロット位置図と緯度経度の記録、プロット起点への杭の打設を行う。プロット形状は、1 プロットに 36 本程度の植栽木が入るように方形に設定した。

ii プロット調査

設定したプロット内の植栽木について、樹高、根元直径を調査し、植栽木の形状や状態等を記録した。

iii 実証地の概況把握

実証地毎に、プロットの位置や大きさを示す図面を作成し、地形、標高等を記録する。また、1 調査地の各プロット毎に植栽後の林況写真を撮影し、撮影位置とあわせて整理する。なお、現地調査時には、周辺地域も含めた林地の状況（地形、樹種、下層植生等）、気象害（寒風害や風倒害等）や病虫害（過湿による根腐病等）の状況、シカ等の獣害の状況等を把握し記録した。

④ 大型コンテナ苗の導入に向けた検討

大型コンテナ苗（樹高 90～100cm 程度の大苗）を低密度植栽することにより、下刈りの省力化を図り、合わせてシカ被害の低減につながるのかの検証を行った。

今年度は、平成 28 年夏以降に現地へ導入（植栽）することを目的に苗木の生産に着手した。実証地における各種調査・分析結果については、「5 低密度植栽技術の実証」にて後述した。

（6）低密度植栽施業指針の検討

今年度は、まだ収集事例やデータ数が少なく、地域別、樹種別の施業指針を作成するには至らない。ただし、本調査の成果や過去の文献から、各地域における低密度植栽技術の事例や課題等を整理した上で、低密度植栽技術の施業指針を作成する上で重要と思える項目とその考え方について、「6 低密度植栽施業指針の検討」に後述した。

（7）成果品の提出

成果品は、平成 28 年 3 月 18 日に、調査報告書を 80 部、電磁記録媒体資料（DVD-R）2 部を林野庁担当者に提出した。

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、「低密度植栽技術の導入に向けた調査検討委員会」を設置した。

検討委員会は、低密度植栽、一貫作業システム、造林、森林経営等等に関する学識経験者7名の構成とした。検討委員会の委員を表2.1に示した。

表 2.1 検討委員会の構成（五十音順・敬称略）

氏 名		所 属
委員	赤羽 元	熊本県農林水産部森林局森林整備課 課長
	今富 裕樹	東京農業大学 森林総合科学科 林業工学研究室 教授
	澁谷 正人	北海道大学 農学部 造林学研究室 准教授
	竹内 郁雄	（前）鹿児島大学農学部教授
	寺岡 行雄	鹿児島大学 農学部 生物環境学科 教授
	萩原 純	三重県林業研究所 所長
	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、9月、1月、2月の計3回実施した。検討委員会では、調査方法やデータ分析の技術的指導及び助言がなされたほか、調査結果や成果の取りまとめ等についての検討を実施した。検討委員会の実施日と主な検討内容を表2.2に示した。

表 2.2 検討委員会の実施日と主な検討内容

検討委員会実施日	主な検討内容
第1回検討委員会 （平成27年9月30日）	・今年度の業務内容と具体的な調査手法 ・5年間の全体計画について ・低密度植栽技術の実証内容について
第2回検討委員会 （平成28年1月7日）	・調査の進捗状況及び調査結果等の報告 ・低密度植栽技術の現状の分析、評価について ・低密度植栽技術の実証及び今後の調査の進め方等について
第3回検討委員会 （平成28年2月23日）	・調査結果の報告 ・低密度植栽施業指針の検討について ・次年度以降の事業の検討等



写真 2.1 第 1 回検討委員会



写真 2.2 第 2 回検討委員会



写真 2.3 第 3 回検討委員会

3 全体計画の作成

本調査は、5年間での調査を予定しており、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、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年間の全体計画を作成した。

5年計画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である。

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、汎用性の高い「30～60cm コンテナ苗（150cc または 300cc マルチキャベティ使用）」を用いることが多く、1,000～2,000 本/ha 程度の密度にて植栽する場合が多い。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）に配慮しながら5箇年計画を策定した。

ただし、本調査においては、コンテナ苗の使用を基本とするが、生産等が行われておらず入手困難な地域では、裸苗で対応する等配慮するものとする。

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（300cc マルチキャベティ使用）」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）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箇年計画に組み込んだ。

表 3.1、図 3.1 に、今年度からの5年間の全体計画を示す。

表 3.1 5年間の全体計画

調査項目	1年目 (平成 27 年度)	2年目 (平成 28 年度)	3年目 (平成 29 年度)	4年目 (平成 30 年度)	5年目 (平成 31 年度)
1. 全体 計画策定	i 全体計画の 策定				
2. 現状 の分析と 評価	ii 現状の分析 と評価(含む 既往文献調 査)	i 現状の分析と 評価(含む既往 文献調査)			
3. 低密 度植栽技 術の実証	iii 低密度植栽 技術の実証の 開始(①)	ii 実証箇所(①) の調査と調査結 果の整理分析 iii 低密度植栽技 術の実証の開 始(②)	i 実証箇所(① ②)の調査と調 査結果の整理 分析 ii 低密度植栽技 術の実証の開 始(③)	i 実証箇所 (①②③) の調査と調 査結果の整 理分析	i 実証箇所 (①②③)の 調査と調査 結果の整理 分析及び評 価
4. 大型 コンテナ 苗の導入 に向けた 検討	iv 大型コンテ ナ苗の導入の 検討と大型コ ンテナ苗の試 行的生産の開 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 技術の実証の 開始(④)	iii 大型コンテナ 苗の生産技術 の整理 iv 大型コンテナ 苗の導入の実 証箇所(④)の 調査と調査結 果の整理と分 析	ii 大型コンテ ナ苗の導入 の実証箇所 (④)の調 査と調査結 果の整理と 分析	ii 大型コンテ ナ苗の導入 の実証箇所 (④)の調査 と調査結果 の整理と分 析及び評価
5. 低密 度植栽施 業指針の 検討	vi 低密度植栽 施業指針(方 向性)の検討	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	v 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	iii 地域特性に 応じた低密 度植栽施業 指針の検討	iii 地域特性に 応じた低密 度植栽技術 導入のため の低密度植 栽施業指針 の作成 vi 林業技術者 向けパンフ レット原稿 の作成

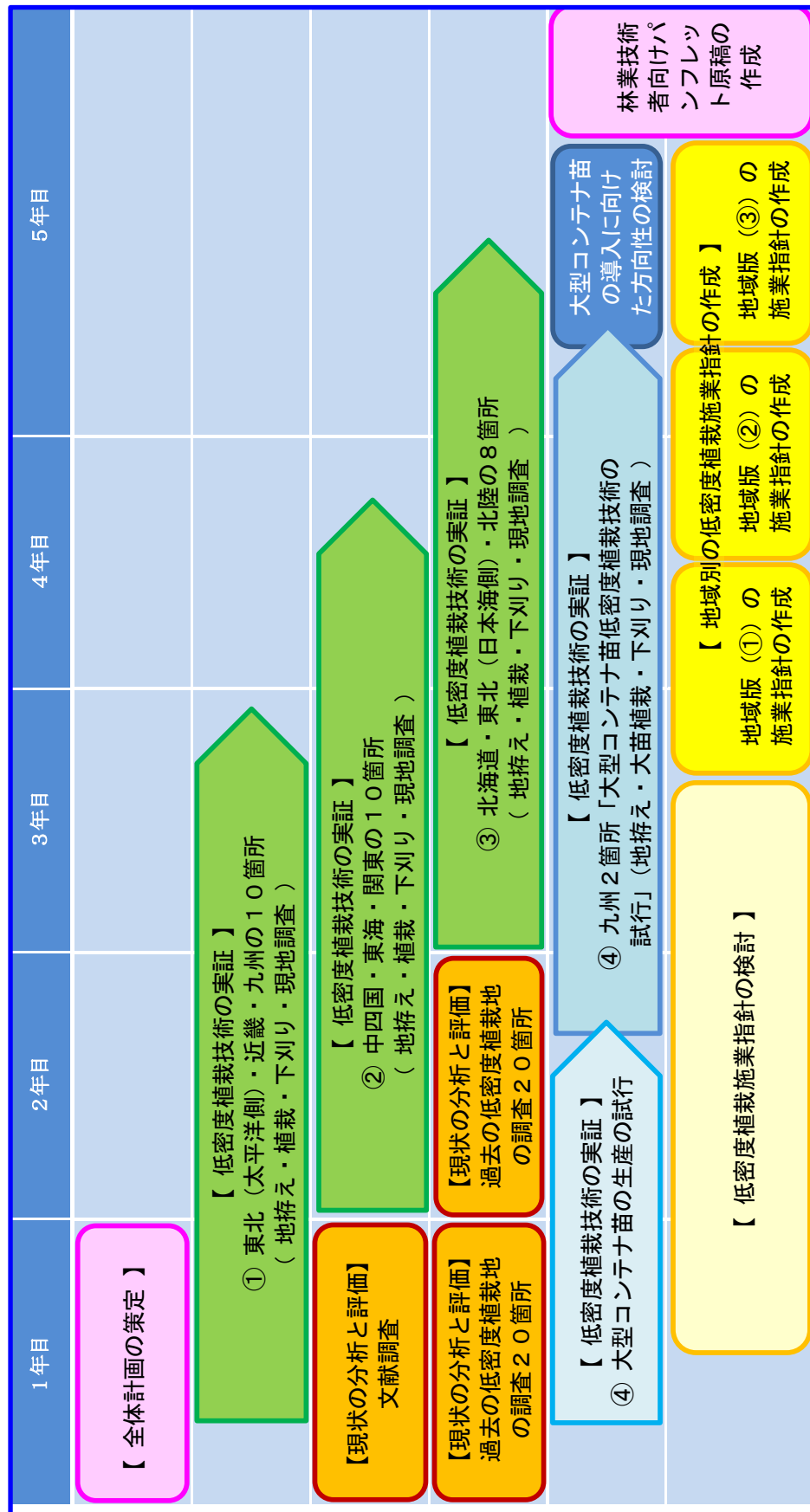


図 3.1 5年間の全体計画

4 低密度植栽技術の現状の分析、評価

4.1 文献調査

4.1.1 文献整理

低密度植栽技術について、学術論文等から情報を収集し、現状における技術体系、課題等について、全国各地で低密度植栽技術を導入する際に参考となるよう内容を整理した。

収集整理した 40 文献の概要を表 4.1.1～4.1.13 に示す。

なお、本報告における低密度植栽とは、樹種や地域に関係なく便宜的に 2,000 本/ha 未満とするが、成長の早いカラマツと遅いヒノキに対する考え方や、植栽木の林冠閉鎖を阻害する下草・低木・つる類の侵入が早い九州地域等とそうでない地域とにおける考え方については、さらなる文献及び現地調査を積み重ね議論を行う必要があり、ここではあくまでも便宜的に定義するものである。

表 4.1.1 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
i 低 密度 成林 地の 比較 試験	No. 1 ・ 北海道	網走 東部	グイ マツ F1	1,000 － 2,000	S43	S40 植 栽 1,000 本:33 年 目 に 間 伐 。 2,000 本:18・25・ 35 年目に間 伐。間伐率 49%未満	グイマツ F1 植栽 後 40 年経過した 試験地。2,000 本 だと間伐 3 回で 40 年生材積が 330 m ³ /ha、1,000 本だと 間伐 1 回で 338 m ³ /ha。低密度植栽だ と育林経費が 3 割 程削減された。	・低密度 植 栽 だ と 間 伐 が 回 数 が 低 減 き 育 林 経 費 の 削 減 が 期 待 で き る。	北海道立 林業試験 場 報 告 (2006)
	No. 2 ・ 青森県	むつ 市	スギ	1,300 － 1,700	S24	1,300 本:54 年生(S24 植 栽)。1,700 本:43 年生 (S34 植栽)。 3,000 本:周 辺の一般事 例。	1,300 本は 3,000 本に比較し間伐 1 回で育林経費が 35%削減されるが、 下刈が 10 年間必 要であり幹曲がり 木が多く収穫材価 が低くなるので、 結果的に有効的 ではないとされた。	・低密度 植 栽 だ と、枯枝 多 く 無 節 材 生 産 が 困 難 で あ る。	青森県林 業試験場 報告:中島 (2001)

表 4.1.2 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
i 低 密 度 成 林 地 の 比 較 試 験	No. 3 ・ 宮 城 県	登 米 市	スギ	1,000	S18	S18 植栽 66 年生、成林 のため下 刈・蔓切り を実施した が詳細は不 明、利用間 伐2回実施。	本数 560 本、平均 DBH44.1 cm、平均 H 26.8 m、材積 800.6 m ³ /ha の高 蓄積林分。樹幹解 析より初期成長良 好なウラゴケ。 3,000 本との比較 では、低密度の方 が枯枝数多く無節 材生産が困難。	・低密度 植 栽 で は、通常 の 下 刈 期 間 後 も 下 刈 (蔓切) を 実 施 す れ ば 成 林 し 易い。 ・低密度 植 栽 だ け 間 伐 が 低 減 し 経 費 が 削 減 で き る。 ・ヒノキ 低 密 度 植 栽 だ け 枯 枝 数 が 多 く 無 節 材 の 生 産 が 困 難 だ る。 特 に ウ ラ ゴ ケ が 多 く 柱 材 に な り 難 い。	H22 福島県 森林組合 連 合 会 調 査 報 告 書 (2010)
	No. 4 ・ 広 島 県	新 元 重 山 国 有 林	ス ギ、 ヒノ キ	1,000 － 3,000	S49	S49 植栽の 1,000 ・ 1,500 ・ 2,000 ・ 3,000 本 試 験 地。育林 経費、形状 比の比較。	植付から下刈ま での工程は、植栽 本数が少ないほど 少ない。31 年生の 形状比 (DBH に対 する H 比) は、植 栽本数が少ないほ ど低く、立木とし ての健全性が高い。		近畿中国 森林管理 局 森林・ 林業交流 研究発表 収録: 岩田 等 (2005)
	No. 5 ・ 広 島 県	福 山 市 国 有 林	ス ギ、 ヒノ キ	1,000 － 3,000	S48	S48 植栽 28 年 生、 S48-51 下刈 4 回、S51-57 クズ切 8 回、 S57-61 蔓切 り 4 回、H10 保育間伐。	スギ 1,000 本は密 度 977 本・RY0.60 ・形状比 72、3,000 本は密度 1,681 本・RY0.82・形状 比 90 になった。ヒ ノキも似た傾向。 ヒノキ低密度はウ ラゴケ・枯れ枝・ 節抜け多く柱材に なり難い。クズ切 り回数が多。		H13 広島森 林管理署 植栽本数 比較試験 地 報 告 (2001)
	No. 6 ・ 広 島 県	廿 日 市 吉 和 原 庄 市 東 城 町	ス ギ・ ヒノ キ	1,000 － 3,000	S48 ・ H22	H22 植栽、前 生スギ 50- 70 年生・ヒ ノキ 50 年生 (H21 伐採)、 低密度植栽 の実施。既 往低密度 植 栽 地 視 察。	スギ・ヒノキ低 密度植栽は閉鎖が 遅く下刈回数を削 減すると植栽木の 質が低下する。ス ギ・ヒノキ低密度 植栽地 (新元重山 国有林) の現地視 察により低密度原 木は合板にはよい が建材に向かない。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書) H22.3

表 4.1.3 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
i 低 密 度 成 林 地 の 比 較 試 験	No. 7 ・ 愛 媛 県	四 国 中 央 市 新 宮 町	スギ	750	S10	スギ 63・75 年生 (S10・ S17 植栽、 S63 間伐〔間 伐率 50%〕)、 成育・材積 調査。	本数 385 本、平均 DBH50 cm、平均H 28.6m、材積 885 m ³ /ha の高蓄積林 分。曲がり少なく 形質良好。低密度 植栽でも、詳細は 不明だが、下刈さ え頻繁に行えば通 常通りの成林が可 能。	・低密度 植 栽 は 間 伐 の 数 削 減 が 可 能 と な る。	宇 摩 森 林 組 合・住友 林 業 フォ レ ス ト サ ー ビ ス 資 料 (2009)
	No. 8 ・ 宮 崎 県	南 那 賀 郡 大 荷 国 有 林	スギ	1,500	H17	37 年生 (S49 植 栽) 毎 木・成育・ 材積・収量 比数 RY 調 査。	過去に下刈 8 回、 除伐 1 回、間伐無。 2,500 本以上で林 齢 30 年以前に間 伐必要。1,500 本 未満では林齢 40 年まで間伐不必 要。33 年生材積は 1,500 本で 500 m ³ /ha、2,500 本で 580 m ³ /ha 程度。	・近畿中 国・四 国・九 州 地 域 は シ カ 対 応 が 必 要 で あ る。	H17九州森 林 管 理 局 技 術 研 究 発 表 16 林 分 密 度 試 験 地 の 経 過 と 現 状 に つ い て (2005)
ii 低 コ ス ト 造 林 一 貫 作 業 に お け る 低 密 度 植 栽 試 験	No. 9 ・ 北 海 道	斜 里 町 豊 里	グイ マツ F1	1,500	H21	前生カラマ ツ 42-44 年 生、H21 に伐 採、H21 一貫 作業により低 密 度 植 栽。植栽苗 高 38 cm。	苗木代を含む地 拵え・植栽に係る経 費は、2,000 本植 えの 6~7 割と低 コストであった。 翌年以降の下刈 は、通常の 3 年間 2 回全刈から、3 年間年 1 回全刈が 可能と判断され た。ネズミ害対策 が課題である。	・一貫作 業 と 低 密 度 植 栽 を 組 み 合 わ せ る と、 地 拵 え 及 び 植 栽 経 費 が 削 減 で き、 下 刈 の 工 夫 (坪 状・筋 状) に よ り、育林 コ ス ト 削 減 の 可 能 性 が あ る。	低 コ ス ト 林 業 経 営 等 実 証 事 業 委 託 事 業 報 告 書 別 Ⅲ (モ デル 地 域 別 事 業 報 告 書) 日 本 林 業 技 士 会 : H22. 3

表 4.1.4 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要		出典
ii 低 コスト 造林一 貫作に おける 低密度 植栽試 験	No. 10 ・ 北海 道	紋別 市八 十士	グイ マツ F1	1,000	H21	前生カラマツ 56 年生、H21 に伐採、H21 一貫作業により低密度植栽。植栽苗高 30 cm。	苗木代を含む地拵え・植栽に係る経費は、2,000 本植えの 5～6 割と低コストであった。翌年以降の下刈は、通常の 3 年間年 2 回全刈から、3 年間年 1 回筋刈が可能と判断された。ネズミ害対策が課題である。	
	No. 11 ・ 岩手 県	葛巻 町	カラ マツ	1,500	H21	前生は 50 年生のカラマツ人工林、H20 伐採、H21 にカラマツ裸苗を低密度植栽。	苗木代を含む地拵え・植栽に係る経費は、通常の 2,000 本植えよりコストが削減。下刈は、通常の 1-2 年目年 2 回・3-5 年目年 1 回全刈から、5 年間年 1 回筋刈が可能と判断された。	低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3
	No. 12 ・ 岩手 県	奥州 市	広葉 樹 (コナ ラ等)	1,500	H22	前生 50 年生広葉樹林、H21 に伐採、H22 ナラ類天然更新木合間にコナラ苗木を低密度植栽。	通常の 2,000～3,000 本に比較すると植栽コストが削減し、全刈から坪刈にすることにより下刈コストも削減した。低密度植栽による短伐期のほだ木生産の優位性は今後の経過次第である。	低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3

表 4.1.5 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
ii 低 コスト 造林一 貫作 業にお ける低 密度 植栽 試験	No. 13 ・ 山形 県	最 上 郡 金 山町	スギ	2,000	H22	H21 に 伐 採・地 拵え・植 栽の一 貫作 業を 実施。 H22～ 低コスト 型の下 刈を 実施。	機械による伐採・ 地拵え一貫作業に より地拵え経費を 削減し、低密度植 栽により植栽経費 を削減した。また 2-8 年目の年 1 回 下刈（全刈）を 坪刈に変え、年 2 割 程経費を削減し た。	・低密度 植栽は、 下 刈 の 工夫（坪 状・筋 状）と合 わ せ 実 施 す る こ と よ り、低 コ ス ト 化 の 可 能 性 が あ る。 ・コンテ ナ 苗 を い た 作 業 と 低 密 度 の 組 み 合 せ は、 時 作 業 率 が あ る。	低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3
	No. 14 ・ 福島 県	伊 達 郡 川 俣町	スギ	1,000	H21	H21 伐採直 後に坪状地 拵え、H21 裸 苗・コンテ ナ苗植栽、 H22 以降は 坪状下刈を 検討。	地拵え経費は従来 の 4/5（植栽木周 辺の坪状地拵え）、 苗木代は従来 3,000 本 植 え の 1/3（裸苗：コンテ ナ苗＝800:200 本 /ha）により経費削 減。植栽効率はコ ンテナ苗は裸苗の 2 倍。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3
	No. 15 ・ 福島 県	大 沼 郡 金 山町	カラ マツ	1,000	H21	H21 伐採直 後に坪状地 拵え、H21 裸 苗・コンテ ナ苗植栽、 H22 以降は 坪状下刈を 検討。	地拵え経費は従来 の 3/5（植栽木周 辺の坪状地拵え）、 苗木代は従来 2,500 本 植 え の 2/5（裸苗：コンテ ナ苗＝800:200 本 /ha）によって経費 削減。植栽効率は コンテナ苗は裸苗 の 2 倍。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3

表 4.1.6 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
ii 低コスト造林一貫作業における低密度植栽試験	No. 16	相馬郡飯館村	スギ	1,000	H22	H19 伐採、H21 低木全刈部分地拵え、H22 裸苗植栽、H23 以降は坪状下刈を検討。	伐採後 2 年経過し丈 2m の低木繁茂地。低木全刈後 1/2 の部分地拵え（経費は 7/10 程度）、植栽は従来の 3,000 本から低密度（裸苗 1,000 本/ha）に変え、植栽経費を 7/10 に削減した。	・低密度植栽前の地拵えは、棚積み（粗朶積み）を計画的に行い、植栽間隔を統一的にすることで、下刈の省力化（坪刈・筋刈）に繋がる可能性がある。 ・低密度植栽による成林は、林冠閉鎖の遅れに配慮しなければならない。	低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ（モデル地域別事業報告書）日本林業技士会：H22.3
	No. 17	いわき市人町	スギ	1,000	H21	H21 伐採直後に坪状地拵え、H21 自家製挿木裸苗植栽、H22 以降は坪状下刈を検討。	地拵え経費は従来の 3/5（植栽木周辺の坪状地拵え）、苗木購入費は従来の実生苗 3,000 本植えから自家製さし木裸苗 1,000 本植えに変え、経費を 2/5 に削減した。		低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ（モデル地域別事業報告書）日本林業技士会：H22.3
	No. 18	伊達郡川俣町	スギ	1,000	H21	H21 伐採直後に筋状地拵え、裸苗植栽、H22 以降は坪状下刈を検討。	植栽列の幅 2m の筋状地拵えにより経費は従来の 2/3、苗木購入費は従来の実生裸苗 3,000 本植えから実生裸苗 1,000 本植えに変え、植付、運搬経費を 1/3 に削減した。		低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ（モデル地域別事業報告書）日本林業技士会：H22.3
	No. 19	松田区藤浜市竜東平	スギ	1,000 ～ 3,000	H21	H20 伐採、スギ裸苗植栽、H21 に坪状・筋状下刈を本数・地形に合わせ順応的に実施。	通常はスギ 3,500 本植えであるが、1,000～3,000 本スギ裸苗の低密度植栽を行った。植栽翌年に坪状・筋状下刈を実施し経費削減を確認した。シカ対策が課題。		低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ（モデル地域別事業報告書）日本林業技士会：H22.3

表 4.1.7 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
ii 低コスト造林一貫作業における低密度植栽試験	No. 20 ・ 徳島県	那賀郡那賀町有林	ケヤキ・スギ混交林	1,000	H21	前生雑木 80 年生 (H14 伐採)、H21 植栽、前生広葉樹の萌芽枝保残。	地拵えは有用広葉樹を残す部分地拵え、直後にケヤキ・スギ裸苗 1,000 本を混交植栽。下刈は簡略化 (2 年間 1 回坪刈)。今後の除間伐は実施しない。地拵え・植栽経費は軽減。	・低密度植栽前 の地拵えは、棚積み (粗朶積み) を計画的に行い、植栽間隔を統一的にすることで、下刈の省力化 (坪刈・筋刈) に繋がる可能性がある。	低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ (モデ ル地域別 事業報告 書) 日本林 業技士会 : H22. 3
	No. 21 ・ 徳島県	那賀郡那賀町	スギ	1,000	H22	前生スギ 80 年生 (H21 伐採)、H22 植栽、通常の伐採・植栽作業。	地拵えは巻立枝条処理を簡略した。直後にスギ裸苗 1,000 本を植栽 (枝条多くも植栽間隔広く問題無)。今後の下刈は年 1 回の筋刈を 3 年実施予定。地拵え・植栽経費は軽減。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ (モデ ル地域別 事業報告 書) 日本林 業技士会 : H22. 3
iii 大苗の低密度植栽試験	No. 22 ・ 北海道	旭川	カラマツ	850	S51	S51 大型ポット苗 850 本、裸苗 850 本の生育と成長量、下刈期間の比較。	大型ポット苗は普通苗より枯損少なく (大型ポット苗 2%・普通苗 8%)、当年伸長・地際径などの成長が良く、下刈期間が 8 年から 6 年に短縮され、下刈経費が 40%程軽減された。	・普通苗の低密度植栽は林冠閉鎖のため丁寧な下刈りが必要で経費が高騰する。特に下刈期間を 1～2 年延ばすことが望ましいが、大苗はその限りではない。	旭川営林 支局業務 発表集: 横 山・中村等 (1983)
	No. 23 ・ 三重県	尾鷲地域有林	ヒノキ	2,500	H15	H21 時点 5-6 年生、大苗低密度植栽試験地。侵入低木との競合から下刈を丁寧に実施。	ヒノキ大苗の低密度植栽地。植栽は通常の 4,500 本に比較し低コストで済んだが、下刈は幹曲軽減やシカ対策用に早く林冠閉鎖させるため丁寧に行う必要があり経費は高騰した。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ (モデ ル地域別 事業報告 書) 日本林 業技士会 : H22. 3

表 4.1.8 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
Ⅲ 大の密植栽試験	No. 24 ・ 和歌山県	東牟田古座川町	スギ	1,000 － 4,000	H16	H26 時点 10 年生、実生ポット大苗 (133 cm)・実生裸大苗 (73 cm)・裸普通苗 (51 cm) の 1,000 ・ 4,000 本植栽。H16-18 下刈 (坪刈 [1,000 本] ・全刈 [4,000 本]) 。	7 年後の成長は、普通大苗＞ポット大苗＞普通苗の順に樹高、根元径が大きい。下刈は、無下刈より通常下刈 (毎年実施) の方が早く成林する。普通苗の低密度植栽は林冠閉鎖が遅い。	・大苗植栽でも、植栽前地の地拵えを省略すると、下刈終了後も雑草進入が著しく成林難い。 ・大苗を使用しない低密度植栽は、通常の下刈期間終了後も林冠閉鎖しないので、通常より 1～2 年多い下刈が望まれる。	和歌山県農林水産総合技術センター研究報告 9(2008 : 61-72) : 酒井・萩原 (和歌山県)
	No. 25 ・ 徳島県	三好池田町松尾	スギ	1,500 － 3,000	H16	H26 時点 10 年生、実生裸大苗 (80 cm) と挿木裸普通苗 (55 cm) の低密植栽試験。H26-28 の 3 年間下刈実施。1,500 本区は植栽前年地拵えせず。	枯死率は、植栽直後は大苗 3,000 本区で 8%、他は 5% 未満であった。下刈期間終了後から 1,500 本区普通苗で枯死率が増え 8 年目には 20%、9 年目には 40%を超えた。樹高は大苗が普通苗の倍近くで推移している。その後全体的にシカ被害が多い。		応用森林学会大会要旨集 2012 (63 : 60) 酒井・西澤・渡辺 (徳島県・森総研四国支所)
	No. 26 ・ 愛媛県	新居市立川町	スギ	1,000	H22	前生雑木 80 年生 (H21 伐採)、H22 植栽、大苗 (裸苗) の低密度植栽。	スギ大裸苗 80 cm の低密度植栽により、地拵え (等高線列状)・植栽 (密度 1,000 本) 経費を削減。下刈は翌年 2 回を 1 回に列状下刈で軽減するか、又は省略し経費削減を図る。	・一方、大苗の低密度植栽は、下刈の一部回数を省略できる可能性がある。	低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ (モデル地域別事業報告書) 日本林業技士会 : H22. 3

表 4.1.9 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
iii 大の密植栽試験	No. 27	四 国 中 央 市 富 郷 町 ・ 愛 媛 県	スギ	2,000	H22	前生スギ 50 年生 (H19 伐採)、H22 大苗 (裸苗) 植栽、シカ対策 (ツリーシェルター)。	スギ大裸苗 70-95 cm の低密度植栽により、地拵え (枝条処理等簡略) ・植栽 (密度 2,000 本) 経費を削減。また次年度以降の下刈を省略して経費削減を図る。	・大苗の低密度植栽と下刈の工夫 (坪・筋状刈) によりコスト削減ができる。 ・大苗を使用した低密度植栽では、隔年下刈でも成林可能性がある。	低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ (モデル地域別事業報告書) 日本林業技士会 : H22. 3
	No. 28	新 居 浜 市 ・ 岡 本 山 町 ・ 愛 媛 県	スギ、ヒノキ	800	H22	前 生 雑 木 (H21 伐採) H22 植栽、一貫作業 (伐採-植栽) による裸苗・ポット苗・大苗植栽。	裸苗・大苗 (70-95 cm) ・自家製ポット苗を合わせて 800 本の低密度植栽し、植栽経費を削減。なお地拵えは、伐採直後に植栽を行うことにより簡易に実施可能。		低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ (モデル地域別事業報告書) 日本林業技士会 : H22. 3
	No. 29	土 佐 郡 土 佐 町 南 川 ・ 高 知 県	スギ	1,500 - 3,000	H22	H26 時点 4 年生、実生裸大苗 (75 cm) ・裸普通苗 (48 cm) の 1,500 ・ 3,000 本植栽。H22-25 下刈試験 (毎年・隔年・無下刈 (3,000 本のみ))。	毎年下刈区 > 隔年下刈区 > 無下刈区の順で、樹高、根元径、生存率が高い。下刈は毎年実施するのが理想だが、隔年下刈でも成林しつつある。また、下刈をきちんと実施すれば低密度植栽区の成長は良い。特に大苗の方が良い。		近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表収録 46 (14-19) : 2014 渡辺 (高知県)、北原・酒井 (森総研四国支所)

表 4.1.10 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
iii 大 苗の 低密度 植栽試 験	No. 30 ・ 高知 県	土 佐 郡 土 佐 町 東 石 原	スギ	1,500 － 3,000	H22	H26時点4年生、実生裸大苗(80 cm)・裸普通苗(45 cm)の1,500・3,000本植栽。H22-25下刈試験(毎年・隔年・無下刈(3,000本のみ))。	植栽直後は毎年下刈区>隔年下刈区>無下刈区の順に樹高、根元径、生存率が高い。下刈は毎年実施するのが理想だが、隔年下刈でも成林する。また、下刈をきちんと実施すれば低密度植栽区の成長は良い。特に大苗の方が良い。	・大苗を用いない低密度植栽は下刈終了後も林冠までの1～2年間は下刈を行うと望ましい。	近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表収録 46 (14-19) : 2014 渡辺(高知県)、北原・酒井(森総研四国支所)
	No. 31 ・ 高知 県	安 芸 郡 半 利 須 川 国 有 林	スギ	1,500 － 3,000	H22	H26時点4年生、実生裸大苗(71 cm)・裸普通苗(47 cm)の1,500・3,000本植栽。H22-25下刈試験(毎年・隔年・無下刈(3,000本のみ))。	植栽直後は毎年下刈区>隔年下刈区>無下刈区の順に樹高、根元径、生存率が高い。下刈は毎年実施するのが理想だが、隔年下刈でも成林しつつある。また、下刈をきちんと実施すれば低密度植栽区の成長は良い。特に大苗の方が良い。		近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表収録 46 (14-19) : 2014 渡辺(高知県)、北原・酒井(森総研四国支所)
iv 苗 木の 種類の 低密度 植栽試 験	No. 32 ・ 三重 県	紀 北 町 紀 伊 長 島 区 鍛 屋 国 有 林	ヒノ キ	1,000	H22	H26時点4年生、実生裸苗と挿木チューブポット苗・セラミックチューブ苗の低密度植栽下刈試験(H23-25:坪刈区・無下刈区)。	枯死率はセラミックチューブ坪刈・無下刈区で50%前後、チューブポット苗で30%前後と高く、普通苗の坪刈区で20%、無下刈区で5%と低かった。樹高は普通苗下刈区>無下刈区、根元径も同様の順で成長が大きくチューブ苗は小さい。	・セラミックチューブ苗は、活着率、成長とも普通コナ苗に劣る。	近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表収録 46 (14-19) : 2014 早瀬(近中局)、奥田・島田(三重県)

表 4.1.11 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
iv 苗木の 種類の 低密度 植栽試 験	No. 33	大田川 合町 ・ 島根県	スギ	1,000	H22	H26時点4年生、宮城産コンテナ苗（150cc41cm）と島根・宮城産普通苗（37～38cm）との春植え植栽試験。下刈（坪刈）毎年実施。	コンテナ苗の倒伏・傾斜が約3割と普通苗より活着が劣った。植栽時のコンテナ苗は根元径が小さく徒長苗が使用されていた（形状比74、普通苗経常費44～66）。坪刈り、間伐軽減によってトータル的な経費削減の可能性はある。	・コンテナ苗は樹高/根本比率の高い徒長苗が多く、徒長苗は活着率が劣り被害を受けやすい。	2012 応用森林学会発表要旨63(54)・山中(島根県)、川部(林野庁)
	No. 34	香美土山 市佐田町 ・ 高知県	スギ	1,500	H23	H26時点3年生、150cc(43cm)・300CC(57cm)コンテナ苗と裸大苗(96cm)等の植栽試験。下刈（坪刈）毎年実施。	植栽直後は裸大苗が樹高・直径とも大きかった。4年経過後はコンテナ苗の成長量が大きくなり、樹高は同程度、胸高直径は裸大苗を超えていた。坪刈り、間伐軽減によってトータル的な経費削減の可能性はある。	・コンテナ苗は、植栽後2年は肥大生長し3年目から上長成長を始め、4年目には直径・樹高ともに裸苗に追いつく。	高知県立森林技術センター:近畿中国四国の省力再造林事例集(独法)森林総合研究所四国支所(H27)
	No. 35	吾川町 の桐サコ有 林 ・ 高知県	ヒノキ	1,500	H21	H26時点5年生、挿木セラミックポット苗(38cm)と実生裸苗(49cm)の植栽試験。H21-24の4年間下刈実施。	セラミックポット苗は活着率が60%程度と悪く、その後の肥大・上長成長ともに裸苗より劣っていた。	・セラミックポット苗は、活着率、成長ともに普通苗やコンテナ苗に劣る。	四国森林管理局森林技術・支援センター:近畿中国四国の省力再造林事例集(独法)森林総合研究所四国支所(H27)

表 4.1.12 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
v 植 栽本 数比 較に よる 低密 度植 栽試 験	No. 36 ・ 三 重 県	紀 北 町 紀 伊 長 島 区 鍛 治 屋 又 国 有 林	ヒノ キ	1,000 － 2,000	H22	H26時点4年 生、実生裸 苗の密度別 植栽試験。 H23-25 と下 刈試験（坪 刈と無下刈 の比較）。	無下刈に比較し、 坪狩り試験地の方 が根元径も樹高も 大きく、樹高は 2,000 本が高く、 根本径は 1,000 本 も 2,000 本も変化 なかった。	・下刈方 法 別 で は、坪刈 だと刈 残しが 多く、 全刈だ と誤伐 が多い。 無下刈 だと植 栽木の 長が著 しく劣る。 ・低密度 植栽は、 初期に 肥大生 長と横 方向へ の枝張 りが見 られる ものの、 林冠閉 鎖が遅 い。	近畿中国 森林管理 局森林・林 業交流研 究発表収 録 46 (14- 19) : 20 14 早瀬（ 近中局） 、奥田・島 田（三重 県）
	No. 37 ・ 三 重 県	尾 鷲 市 大 字 南 浦	ヒノ キ	1,000 － 8,000	H15	H19時点4年 生、実生裸 苗（50 cm） の下刈省力 化（下刈 区・無下刈 区・除草剤 区・防草シ ート区）試 験。	1,000 本区の生存 率は除草剤区で 75%と低く、他は 80 数%と変わらない。 8,000 本区は 下刈時の誤伐もあり 生存率が低いが多 数が多いので数 多くが成林する。 樹高成長は各区と も変わらないが、 根本径や林冠面積 は 1,000 本下刈区 が一番大きい。な お、全体的に、全 刈りだと誤伐が多 く、坪刈りだと刈 り残しが多い。	・低密度 植栽は、 成林す るまで は下刈 （又は 蔓切） 管理が 重要と なる。	中部森林 研究 56 : 43-46 （2008）島 田（三重 県）

表 4.1.13 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
v 植 栽 本 数 比 較 に よ る 低 密 度 植 栽 試 験	No. 38 ・ 島 根 県	雲 南 市 吉 田 町	スギ	1,000 － 3,000	H20	H26時点6年生、挿木裸苗の密度別植栽試験。H21-22と下刈試験（1,000本坪刈、2,000本坪・全刈、3,000本全狩り）。	下刈種別の作業時間は、1,000本、2,000本植えの坪刈、3,000本植えの全刈の順に時間が掛かった。同一人が作業を行ったところ、1年目の坪刈より2年目の方が時間が早くなった。	・低密度植栽は、下刈等のし易さに配慮し、地拵え時の棚積み（粗朶積み）を計画的に行うと効率的にできる。	低コスト育林高度化事業報告書（林業機械化協会：2011〔38-50〕山中：島根県）
	No. 39 ・ 島 根 県	安 来 市 広 瀬 町 布 部	ヒノキ	1,000 － 3,000	H20	山火事跡地の植栽試験。H26時点6年生、実生裸苗の密度別植栽試験。H21-24の4年間下刈実施。	低密度植栽は費用が1/3程度に減少。植栽間隔が広く植栽時の位置把握が困難ゆえ地拵え時の棚積み（粗朶積み）位置の設定が下刈も含めたその後の施業の効率化に関係する。		低コスト育林高度化事業報告書（林業機械化協会：2009〔67-72〕山中：島根県）
vi 多 雪 地 域 の 低 密 度 植 栽 試 験	No. 40 ・ 秋 田 県	由 利 本 市	スギ	1,000 － 2,500	H14	H25時点11年生、低密度（1,000・2,000本）と通常密度（2,500本）の植栽試験。	植栽密度1,000本は形質不良や下刈時の誤伐割合が高く優良形質木が6割程度と少ないが、2,500本は8割程度を占めていた。胸高直径は1,000本が一番大きい不良木とのバラツキが目立つ。	・多雪地では1,000本だと根抜け・根曲りによる形質不良木が増え、2,000本だと普通に成林するが、形質優良木は2,500本の通えが一番良い。	多雪地域で低密度植栽を行ったときのスギの成長と形成2016：野口・八木（森総研東北支所）。和田（秋田県）等

4.1.2 文献整理結果の分析

既往の低密度植栽の事例は、おおむね平成 15 年以降、各地域にて試験的な実証を行うようになってきた。それらの試験の意図は、地域や植栽樹種により一概には言えないが、ほとんどが再造林の低コスト化につなげるための実証試験であった。さらに、昭和年代に設定した古くからの低密度試験地もあり、事例は少ないものの、間伐回数の低減化や収穫時の形質評価等の報告も見られた。

そこで、将来の低コスト化を主目的とした低密度植栽について、実証試験の試み別に、既往文献の結果を(1)～(8)に細分類して成果と課題の分析を行う。

- (1) 低密度植栽による収穫時のトータルコストや形質について
- (2) 地拵えの簡略化（筋状地拵え・坪状地拵え）について
- (3) 苗木の植栽本数を少なくして植栽経費の削減を図ることについて
- (4) 一貫作業システムにおけるコンテナ苗の使用について
- (5) 低密度植栽による成林（林冠閉鎖）の状況について
- (6) 坪刈りや筋刈りによる下刈り経費の削減について
- (7) 大苗植栽による下刈り経費の削減について
- (8) 将来的な間伐回数の削減について

(1) 低密度植栽による収穫時のトータルコストや形質について

現在、成林し記録が残されている低密度植栽地は少なく、各種分析が困難であるが、評価・分析されていた文献の中から成果と課題を整理し述べる。

【 成果 】

- ≫ 北海道におけるグイマツ F1 の低密度植栽（1,000 本/ha）では、植栽後 40 年で収穫可能となり（材積 350 m³/ha 前後）、間伐回数削減によりトータルの育林経費が 3 割削減された。（文献No.1）
- ≫ 宮城県や愛媛県におけるスギの低密度植栽（1,000 本/ha）では、通常の下刈りを実施し成林した。植栽後 60 数年経過した現在では、ウラゴケだが高蓄積林分となり、保育間伐を行わないで利用間伐を 2 回実施できた。ただし形質的には無節材生産には向かない。（文献No.3・7）
- ≫ 広島県におけるスギの 1,000～3,000 本/ha の比較試験だと、低密度植栽ほどウラゴケで樹勢健全であった。下刈り等の保育は通常通り実施したので低密度によるトータルコストの削減は、苗木植栽費用と 1 回の間伐費用が削減できた。ただし、収穫時の評価までには至っていない。（文献No.4～6）
- ≫ 宮崎県のように侵入草木の生育の早い地域におけるスギの低密度植栽（1,5000 本/ha）だと、スギ林冠が閉鎖するまでの 8 年間下刈りが必要であった。しかしいったん成林すると

間伐が不要で、40 年経過後の材の蓄積量は、通常の 2,500 本/ha 植栽とあまり変わらなかった。(文献No.8)

【 課題 】

- ≫ 青森県におけるスギの低密度植栽 (1,300 本/ha) では、植栽後 50 数年経過し間伐回数削減によって間伐経費が 3 割以上削減できたが、下刈りが通常より 4 年多い 10 年必要とされ、幹曲り木が多く販売価格は低かった。(文献No.2)
- ≫ 広島県におけるヒノキの低密度植栽 (1,000 本/ha) だと、成林はしたものの形質に枯枝数が多く無節材生産が困難であった。特にウラゴケ材・枯れ枝・節抜け材が多くて柱材にはなり難い。そのため、販売価格が期待できない。(文献No.4~6)
- ≫ 広島県におけるヒノキの低密度植栽 (1,000 本/ha) の事例では、ヒノキは成長が遅いので、低密度による形質低下を防ぐためには、下刈り回数を通常より増やす必要があったが、それでも柱材には成り難かった。(文献No.6)

(2) 地拵えの簡略化(筋状地拵え・坪状地拵え)について

地拵え手法を、低密度の植栽間隔に合わせ、坪状・筋状に実施し、経費の削減とその後の植栽、下刈りのし易さ等について検討している。

【 成果 】

- ≫ 福島県のスギ・カラマツの低密度植栽 (1,000 本/ha) における坪状地拵え、筋状地拵えによる作業効率、通常の全刈り地拵えに比較すると、作業量が軽減され掛かる人工数が減少した。(文献No.14~18)
- ≫ 特に、一貫作業として伐採時に高性能林業機械にて部分的な筋状地拵えを実施した事例(福島県スギ 1,000 本/ha 植栽)では、経費が通常の 2/3 に軽減された。(文献No.18)

【 課題 】

- ≫ 福島県スギ・カラマツ、島根県ヒノキの低密度植栽 (1,000 本/ha) における部分地拵え(坪状・筋状地拵え)箇所では、非地拵え箇所から部分地拵え箇所への草本・低木・つる類の繁茂と侵入が激しく、そのような場所では、部分的にその後の下刈り効率が劣る可能性が指摘されている。(文献No.14~18・39)

(3) 苗木の植栽本数を少なくして植栽経費の削減を図ることについて

現状では、低密度植栽による下刈りまでの初期経費の削減事例は多い。ただし、その後の林冠閉鎖や成林、形質について言及した総合的(トータルの)な評価事例は乏しい。

【 成果 】

- ≫ 北海道・東北地域、静岡・島根・徳島県におけるカラマツ・グイマツ F1・スギ・ヒノキの低密度植栽 (1,000~1,500 本/ha) の事例では、植栽本数が少ない分、苗木代や植栽費用が密度の低減に応じて削減でき、下刈りまでの低コスト化に繋がっていた。(文献No.1・4・

9・10～21・39)

- ≫ 特に、一貫作業と合わせて低密度植栽を行うと(福島県スギ・カラマツ 1,000 本/ha 植栽)、裸苗より高価なコンテナ苗を用いても、下刈りまでの低コスト化に繋がる。(文献No.14・15)

【課題】

- ≫ 広島県のスギ・ヒノキ 1,000 本/ha の低密度植栽の事例では、植栽本数が少ない分、林冠閉鎖が遅れ、樹種(特にヒノキ)によっては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事例が報告されている。(文献No.4～6)

(4) 一貫作業システムにおけるコンテナ苗の使用について

低コスト造林の推進においては、伐採時に地拵えと苗木運搬を行い連続的に植栽を行う一貫作業システムが推進されている。その際、植栽時期を選ばず活着が可能で、植栽作業に慣れていない伐採作業員でも容易に植栽可能なコンテナ苗を使用する例が増えてきている。

しかしコンテナ苗は、通常の裸苗と比較すると苗代が2倍程度と高く、通常密度で植栽すると経費が嵩んでしまうので、通常より低密度で植栽を行い、経費の増加を抑え、トータル的に低コスト化を目指す試みが増えてきている。

【成果】

- ≫ 福島県のスギ・カラマツ 1,000 本/ha、島根県のスギ 1,000 本/ha、高知県のスギ 1,500 本/ha の低密度植栽事例では、一貫作業と低密度植栽とを組み合わせることにより、地拵え及び植栽経費が削減でき、加えて下刈りを工夫(坪刈り・筋刈り)することによって育林コストが大きく削減される。特に、コンテナ苗の低密度植栽を行うと苗木代が高くなるが、植栽時の作業効率が上がり、またその後の坪刈り等によってトータル的な経費が削減できる可能性が指摘されている。(文献No.14・15・33・34)
- ≫ 福島県のスギ・カラマツ、島根・高知県のスギの低密度植栽(1,000～1,500 本/ha)では、1本1本のコンテナ苗は裸苗と比較し斜面への運搬が重く大変であるが、低密度植栽だと通常密度植栽より運搬本数が少なく、また植栽自体が容易なので経費的には大きな差は出ないと報告されている。(文献No.14・15・33・34)

【課題】

- ≫ 島根県スギ 1,000 本/ha、高知県スギ 1,500 本/ha の低密度植栽事例では、コンテナ苗は形状比の高い徒長苗が多く、徒長したコンテナ苗は、形質の整っている裸苗に比較し成育が劣り、また獣害を受けやすかった。(文献No.33・34)
- ≫ 高知県スギ 1,500 本/ha の低密度植栽事例では、徒長したコンテナ苗の苗木は、植栽後1～2年目は肥大生長し、3年目に上長成長し始め、4年目以降は直径・樹高ともに裸苗に追いついたが、植栽直後の成育の遅れは、下草に被覆されたり獣害を受けやすいリスクを伴う。(文献No.34)
- ≫ 島根県スギ 1,000 本/ha、高知県スギ 1,500 本/ha の低密度植栽事例では、コンテナ苗の規格が裸苗と比べるとバラバラで整っておらず、良い苗と徒長苗が混在していた。徒長苗は

生存率が劣る可能性が指摘された。（文献No.33・34）

（５）低密度植栽による成林（林冠閉鎖）について

通常密度の植栽に比較し、低密度植栽の場合、下刈りが終了し林冠閉鎖するまでにどの程度の期間（年月）を要するのか、地域や樹種、密度別に下刈り回数をどの程度に設定すればよいのか、現時点ではいくつかの試験報告があるのみで、よく解らないのが実情であり、今後はより多くの事例検証等が望まれている。

【 成果 】

- ≫ 北海道グイマツ F1 の 1,000～1,500 本/ha、北海道・岩手・福島県のカラマツ 1,000～1,500 本/ha では、他の樹種に比較し成長が早く、極端な低密度でなければ通常通り成林する。また、該当地域（東北・北海道地域）にはクズ等の猛烈に繁茂する侵入する類が少ないので、低密度植栽でも林冠閉鎖への影響は少ない。（文献No.1・9・10・11・15）
- ≫ 宮城・福島・静岡・広島・島根・徳島県のスギ（1,000 本/ha）、高知県のスギ（1,500 本/ha）、山形県のスギ（2,000 本/ha）の低密度植栽（山形県は本調査の定義上は低密度植栽ではない）は、カラマツやグイマツ F1 ほど成長は早くないが、ヒノキよりは成長が早い。そのためこれらの事例では、通常の下刈りや除伐等の育林施業（坪刈り等の低コスト型の下刈りも含む）を実施すれば通常通り林冠が閉鎖し成林する（若しくは成林すると思われる）。（文献No.3・4・13・14・16～19・21・33・34）

【 課題 】

- ≫ 広島県のスギ（1,000 本/ha）、愛媛県のスギ（750 本/ha）、宮崎県のスギ（1,500 本/ha）の低密度植栽地では、猛烈に侵入繁茂する類が多く、通常の下刈りや除伐等の育林施業では林冠が閉鎖せず、通常より 1～2 年下刈り期間や回数を多くしないと成林しない事例が報告されている。（文献No.2・5・6・7・8）
- ≫ 広島県のヒノキ（1,000 本/ha）、三重県のヒノキ（大苗〔樹高 70 cm 程度〕2,500 本/ha）、高知県のヒノキ（1,500 本/ha）の低密度植栽（三重県は本調査の定義上は低密度植栽ではない）は、初期に肥大生長と横方向への枝張りが見られるものの、林冠閉鎖が通常密度（3,000～5,000 本/ha）の植栽地よりは 1～2 年遅れる傾向が見られる。そのため、ヒノキの低密度植栽による成林は、林冠閉鎖の遅れに配慮し、その分下刈り（若しくはつる切り）期間を余計にとらないと成林しない可能性が高い。（文献No.4～6・23・35）

（６）坪刈りや筋刈りによる下刈り経費の削減について

植栽密度が少なくなると、例えば、密度 2,500 本/ha 植えだと植栽間隔が 2.0m であったのが、1,600 本/ha 植えだと 2.5m になり、実際の下刈り時には植栽幅が相当広く感じられる。

特に、侵入草木の繁茂が著しくない場所では、坪刈り・筋刈り等の部分刈りでも植栽木に対する侵入草木による被覆量はそれほど多くなく、カラマツやグイマツ F1、スギ等の樹種であ

れば、全刈りと同程度の期間や回数でも、植栽木による成林（樹幹閉鎖）が通常と同様に期待できる事例が多い。

しかし多くの事例では、経費の削減効果のみ注目されているものが多く、成林の状況（林冠による閉鎖の状況）や作業のし易さ、誤伐や刈り残しの状況、成林後の形質、成長量にまで言及された事例は少なく課題となっている。

【 成果 】

≫ 岩手県カラマツ（1,500本/ha）、山形県スギ（2,000本/ha）、福島・静岡・三重・島根・徳島県スギ・ヒノキ・カラマツ（1,000本/ha）、高知県スギ（1,500本/ha）の低密度植栽における坪刈りや筋刈り等の部分刈りは、作業面積が小さくなるので、作業が慣れてくると掛かる人工数が減少し低コスト化に繋がる。ただし、同じ作業者が実施した場合でも、作業が慣れない1年目は、全刈りに比較して部分刈りによる作業量の低減効果は少ない。（文献No.11～21・33・34・36・38・39）

【 課題 】

- ≫ 島根県（スギ1,000本/haの低密度植栽）の報告より、地域、樹種、地形、作業員の慣れ具合によって部分刈り（坪刈り・筋刈り）の生産性は大きく異なってくる。（文献No.38）
- ≫ 島根県（スギ1,000本/haの低密度植栽）の報告より、植栽時の間隔が格子状に整っていると坪刈りが効率的に実施できるが、植栽間隔がずれていると誤伐や刈り残しが増加し、全刈りの方が生産性が増す場合もある。（文献No.39）
- ≫ 三重県（ヒノキ1,000本/ha）の報告より、高密度植栽の場合は、その後の下刈り時の誤伐も多く生存率が低くなるが、元々の植栽本数が多いので成林への問題とはならない。（文献No.37）
- ≫ 島根県（スギ1,000本/haの低密度植栽）の報告より、傾斜地における棚積み（粗朶積み）地拵え（巻落とし地拵え又は等高線上枝条整理とも言う）をきちんとした場所であれば、筋状の下刈りの作業がし易くなるが、そうでないと植栽木を探しながら下刈りする必要がある、全刈りの方が計画的に下刈りが実施でき効率的である。（文献No.39）
- ≫ 三重県（ヒノキ1,000本/ha）の報告より、全体的に、全刈りだと誤伐が多く、坪刈りだと刈り残しが多い。（文献No.37）
- ≫ 北海道のグイマツF1の低密度植栽（1,000～1,500本/ha）では、植栽密度に関係なく、全刈りを行わないとネズミ被害が増加するとの危惧があり、全刈りの地拵え・下刈りが一般的であり、場所によっては火入れ地拵えが行われている。なお北海道では、カラマツも同様の指摘がされている。（文献No.9・10）

（7）大苗植栽による下刈り経費の削減について

大苗を低密度で植栽して、その後の成林の状況や下刈り経費の削減等に係る試験が多く見受けられた。

【 成果 】

- ≫ カラマツ大苗の低密度植栽は、下刈り期間を 1～2 年短縮でき、低コスト化に繋がる。（文献No.22）
- ≫ スギの樹高 80 cm 以上の大苗を使用した低密度植栽は、下刈りの一部回数を省略でき、隔年下刈でも成林する可能性が指摘されている。また、大苗の低密度植栽地の下刈り手法を経費の掛からない部分刈り（坪刈りや筋刈り）にすることにより、苗木代の掛かり増しを上回るコスト削減が期待できる。（文献No.26・27・29～31）

【 課題 】

- ≫ ヒノキ大苗の比較的に密度の少ない植栽（2,500 本/ha）では、高密度植栽（4,500 本/ha）に比較し、苗木・植栽・下刈り経費を軽減させることができた。しかし、形質は幹曲木に成りやすく、また林冠閉鎖に時間を要するためシカ被害に合いやすい。そこで、高密度植栽と同様に早く林冠閉鎖させるためには、下刈りを必要以上に丁寧に行う必要があり、結果的に経費が高騰してしまった。（文献No.23）

（8）将来的な間伐回数の削減について

低密度植栽により成林した林は、間伐回数を軽減できる可能性が高く、間伐期にまで達した試験地が少ないながらも、いくつかの事例が報告されている。

【 成果 】

- ≫ 北海道のグイマツ F1 の低密度植栽（1,000 本/ha）では、通常の 3 回の間伐から 1 回に軽減でき、トータル的な育林経費を 3 割程度削減できた。（文献No.1）
- ≫ 宮城県スギ（1,000 本/ha）、愛媛県スギ（750 本/ha）、宮崎県スギ（1,500 本/ha）の低密度植栽では、間伐回数を 3 回から 1 回に軽減できたり、保育間伐を実施しなくても最初から利用間伐を 2 回実施できた事例が報告されている。ただし形質的には無節材生産には向かない。（文献No.3・7・8）

【 課題 】

- ≫ 青森県のスギの低密度植栽（1,300 本/ha）では、通常の 3 回の間伐から 1 回に軽減でき、間伐の育林経費が 35%削減できた。ただし、下刈りは通常より 4 年多く実施し、形質的には幹曲り木が多く販売価格は低くなる可能性があり、トータル的にみると経費削減効果はみられない。（文献No.2）

4.1.3 現時点での結論

既往文献結果を基に、現時点における主な結論について考察する。

(1) 低密度植栽で林冠が閉鎖し成林するか

- ◆ 成長の早いグイマツ F1 やカラマツは、千本/ha 程度の低密度植栽でも十分成林する。
- ◆ 成長の中庸なスギは、侵入草木の状態等（地域や地形、地利）により、林冠閉鎖が遅れるか通常通り成林するかが決まる。
- ◆ 成長の遅いヒノキは、ほとんどの地域で通常の下刈り期間を脱しても侵入草木に被覆され、下刈り期間や回数を多くする必要がある。

(2) 成林した低密度植栽木の形質は

- ◆ 集成材等の並材生産を目標としたグイマツ F1 やカラマツは、形質に問題ない。
- ◆ 低密度植栽で成林したスギは、多節、ウラゴケ形質なので、柱材には向かないが、節目のある板材や集成材等への活用には問題ない。
- ◆ 低密度植栽で成林したヒノキは、多節、節抜け、ウラゴケ形質なので、柱材や板材には向かず、集成材としての需要も少ない。

(3) 低密度植栽による低コスト化について

- ◆ 成長の早いグイマツ F1 やカラマツは、通常の下刈りを行えば、例えば間伐回数を 3 回から 1 回に軽減できるので、十分な低コスト化を見込める。
- ◆ 成長の中庸なスギは、侵入草木の状態等（地域や地形、地利）により成林（林冠閉鎖）の早遅が決まり、それによって下刈り期間や回数が異なるので一概には言えないが、滞りなく成林すれば間伐回数を軽減でき、低コスト化を見込める可能性が高い。
- ◆ 成長の遅いヒノキは、通常の下刈りだと成林（林冠閉鎖）が遅くなり、その分下刈り経費が増す。成林後は、間伐回数を軽減できるが、形質は柱材生産には向かず、材価が安くなる可能性があり、トータルの低コスト化を見込めるかどうか課題になっている。

(4) 低密度植栽による指針の作成に向けた課題

樹種別、地域別の検討を進めていく上で、現在キーポイントになっているのは、植栽木の成長量や被覆状態、形質（i）、当該地域における侵入草木の状態（ii）、ネズミやウサギ、シカ等による獣害の状況（iii）などがあげられる。そのため、今後の調査においては i～iii の状況を明確にした上での検討が必要となる。その上で、今年度の文献調査（事例検討調査）にて明らかとなった課題を整理する。

- ◆ 樹種別、地域別に低コスト化に繋がるための適正な植栽密度を提示する必要があるが、現段階では事例が少なく課題となっている。
- ◆ 低コスト化に繋がるための適正な植栽密度を提示するためには、樹種別、地域別に利用目的に応じた施業や伐期を明確にしていく必要がある。
- ◆ 植栽密度が定まれば、樹種別、地域別の望ましい育林手法（下刈りや除間伐等）の提示も可能となり、本業務の到達点である指針の作成が可能となる。しかし現時点では、年月が経過し間伐にまで到った事例が極端に少なく課題となっている。
- ◆ そのため、本年度を含めた平成 31 年度までの 5 年間を区切りと考えると、本業務にて提示可能な指針は、下刈り等初期保育が終了し、林冠が植栽木で閉鎖し成林するまでをターゲットとする。
- ◆ なお、低密度植栽として求められる生産目標とは、一般的には、合板・集成材等の素材生産（並材生産）を目標とし、間伐回数を抑えた短伐期施業により育て上げる森林であり、無節の柱材生産を目標とするのは本来の意図ではないことを付記しておく。

4.2 現地調査

4.2.1 現地調査の概要

既存の低密度植栽箇所の中から、施業履歴等が確認できる 20 箇所を選定し、現地調査を実施した。

現地調査は、低密度植栽地及び比較対象地を含め、1 調査地点あたり、100 m²のサブプロット(方形)を 5 か所以上設定して、植栽木の樹高、胸高直径（または根元径）、形状等を記載するとともに、侵入木についても調査を実施した。

表 4.2.1 に既存低密度植栽地一覧を、図 4.2.1 にその位置図を示した。

表 4.2.1 既存低密度植栽地一覧

No.	市町村	所属・林小班	面積 (ha)	樹種	調査区 (本/ha)	対照区 (本/ha)	植栽年
1	北海道千歳市	石狩森林管理署 5275 林班と小班	1.6	グイマツ雑種F1	1,000	2,000	H20
2	北海道夕張郡 由仁町	道有林胆振管理区 119 林班 60 小班	2.56	グイマツ雑種F1	1,000 625	—	H15
3	岩手県宮古市	三陸北部森林管理署 405 林班に小班	10.29	カラマツ	1,000	2,500	H26
4	岩手県下閉伊郡 山田町	三陸北部森林管理署 31 林班む 6.8 小班	8.52	スギ	1,000	2,500	H26
5	岩手県遠野市	岩手南部森林管理署 遠野支署 38 林班い 3-5 小班	16.49	カラマツ	1,000	2,500	H26
6	茨城県日立市	茨城森林管理署 1186 林班ほ小班	1.92	スギ エリートツリー	1,000 1,500	3,000	H27
7	埼玉県比企郡 小川町	民有林(個人有林) 34 林班 41-1・40-2 小班	7.21	ヒノキ	1,500	—	H16
8	三重県度会郡 大紀町	民有林(個人有林) 2065 林班ろ-76 小班	0.2	スギ	2,000	3,200	H18
9	三重県度会郡 大紀町	民有林(個人有林) 32064 林班あ 90 小班	0.59	ヒノキ	2,000	4,000	H27
10	岡山県新見市	岡山森林管理署 596 林班ふ小班	0.88	スギ	1,000 2,000	3,000	H11
11	広島県福山市	広島森林管理署 755 林班ろ小班	3.25	スギ	1,000	3,000	S48
12	広島県福山市	広島森林管理署 755 林班ち 2 小班	2.38	ヒノキ	1,000	3,000	S49
13	高知県香美町	嶺北森林管理署 106 林班い 3 小班	2.26	スギ	1,000 2,000	—	H21
14	高知県吾川郡 いの町	嶺北森林管理署 233 林班は小班	7.58	ヒノキ	1,000	3,000	H21
15	長崎県佐世保市	長崎森林管理署 1117 林班る 1 小班	2.89	ヒノキ	1,500	3,000	H17
16	宮崎県えびの市	宮崎森林管理署都城支署 4038 林班へ 2 小班	0.58	スギ	1,500	—	H17
17	宮崎県えびの市	宮崎森林管理署都城支署 4046 林班は 3 小班	1.23	スギ	2,000	—	H17

18	宮崎県児湯郡 木城町	西都児湯森林管理署 247 林班わ3・よ2 小班	4.61	スギ	1,500	2,600	H17
19	鹿児島県垂水市	鹿児島大学高隈演習林 116 林班	1.55	スギ	1,500	3,000	H18
20	鹿児島県肝属郡 錦江町	大隅森林管理署 3036 林班は・ち小班	3.51	スギ	1,500	2,000	H17

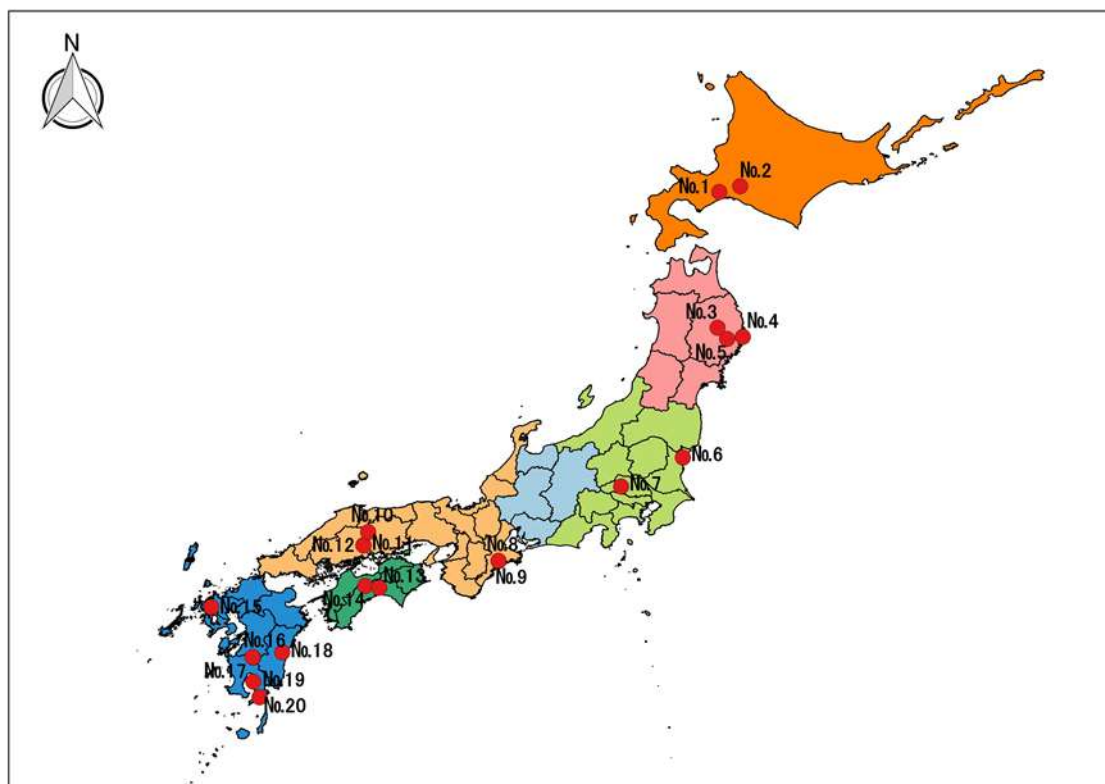


図 4.2.1 既存低密度植栽地位置図

4.2.2 現地調査結果

(1) 北海道千歳市

①位置図

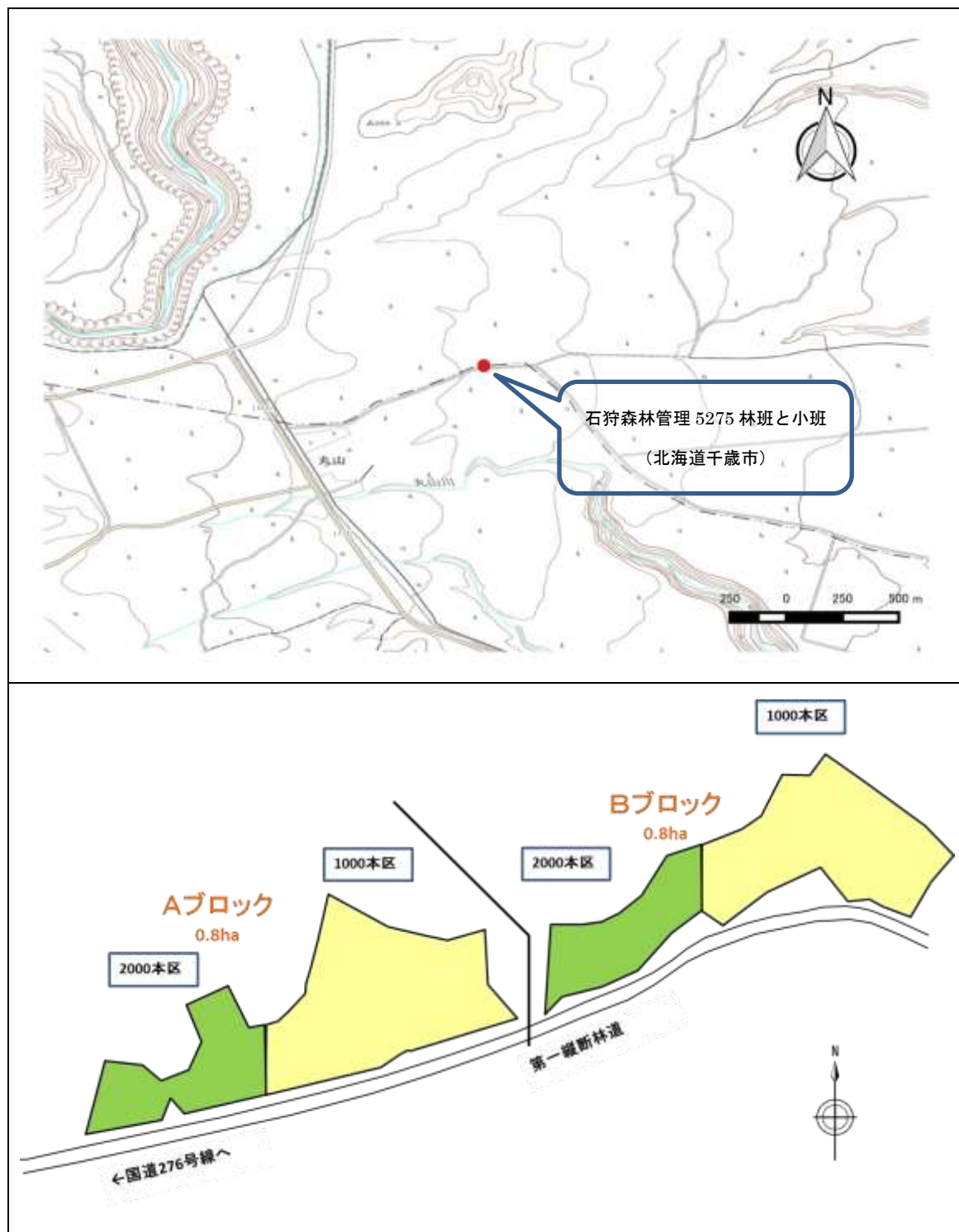


図 4.2.2 低密度植栽地位置図（北海道千歳市）

②現地概要

所在地	北海道千歳市 石狩森林管理署 5275 林班と小班
面 積	1.6ha (1,000 本区 : 1.1ha、2,000 本区 : 0.5ha)
樹 種	グイマツ雑種 F 1 (実生裸苗・挿し木裸苗)
植栽年	H20 年植栽 (8 年生)
標 高	230m
傾斜角	0～1°
斜面方位	無～S
平均気温/ 降水量	6.7℃ / 1,765.9mm/年 (平年値、支笏湖畔)
土 壌	未熟土(火山灰)
施業履歴	下刈り : H21、H22、H23 年 (各年 1 回 : 計 3 回実施)
現地概要	グイマツ雑種 F1 省力化モデル展示林において、低密度植栽区(1,000 本/ha) と通常密度植栽区(2,000 本 /ha)を設定。北海道の各機関で開発した品種について、実生苗や挿し木苗を植栽する。
施業工程・経費等	植栽単価 : 194,560 円/ha (労賃のみ) 下刈単価 : 36,826 円/ha (労賃のみ) ※聞き取り調査による。

③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区 (低密度植栽区)		2,000 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2015 年 10 月 28 日		2015 年 10 月 28 日	
調査プロット	プロット No.1～5 (10×10mプロット)		プロット No.6～8 (10×10m)	
植栽木/侵入木	グイマツ F1	侵入木	グイマツ F1	侵入木
ha 当り本数(本)	860	300	2,267	133
平均樹高(m)	5.64	3.03	6.30	2.98
平均胸高直径(cm)	6.07	1.65	6.45	1.55
調査概況	・1,000 本/ha 区に比べ、2,000 本/ha 区の方が全体的にやや生育が良好であるが、いずれの密度植栽区でも立木の成長にばらつきがみられた。 ・グイマツに 2 俣木などシカ食害の痕跡が散見された。 ・侵入木は、オオバヤナギなどであり、胸高直径 1cm 以上のものでは 1,000 本/ha 区でシラカンバ、ケヤマハンノキの 2 種、2,000 本区でケヤマハンノキ 1 種が確認された。			

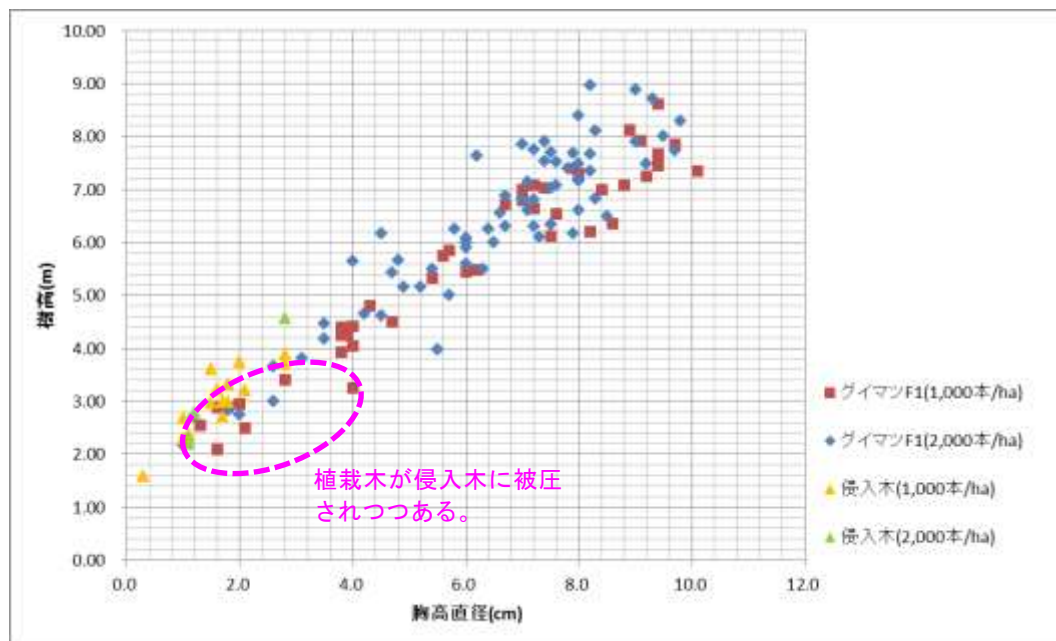


図 4.2.3 北海道千歳市グイマツ雑種 F1 密度区別散布図

④現地写真

	
モデル展示林案内看板	現地遠望

	
プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.2 (1,000 本/ha 区)

	
プロット No.3 (1,000 本/ha 区)	プロット No.4 (1,000 本/ha 区)

	
プロット No.5 (1,000 本/ha 区)	林内の状況 (1,000 本/ha 区)

	
プロット No.6 (2,000 本/ha 区)	プロット No.7 (2,000 本/ha 区)

	
プロット No.8 (2,000 本/ha 区)	林内の状況 (2,000 本/ha 区)

(2) 北海道夕張郡由仁町

①位置図

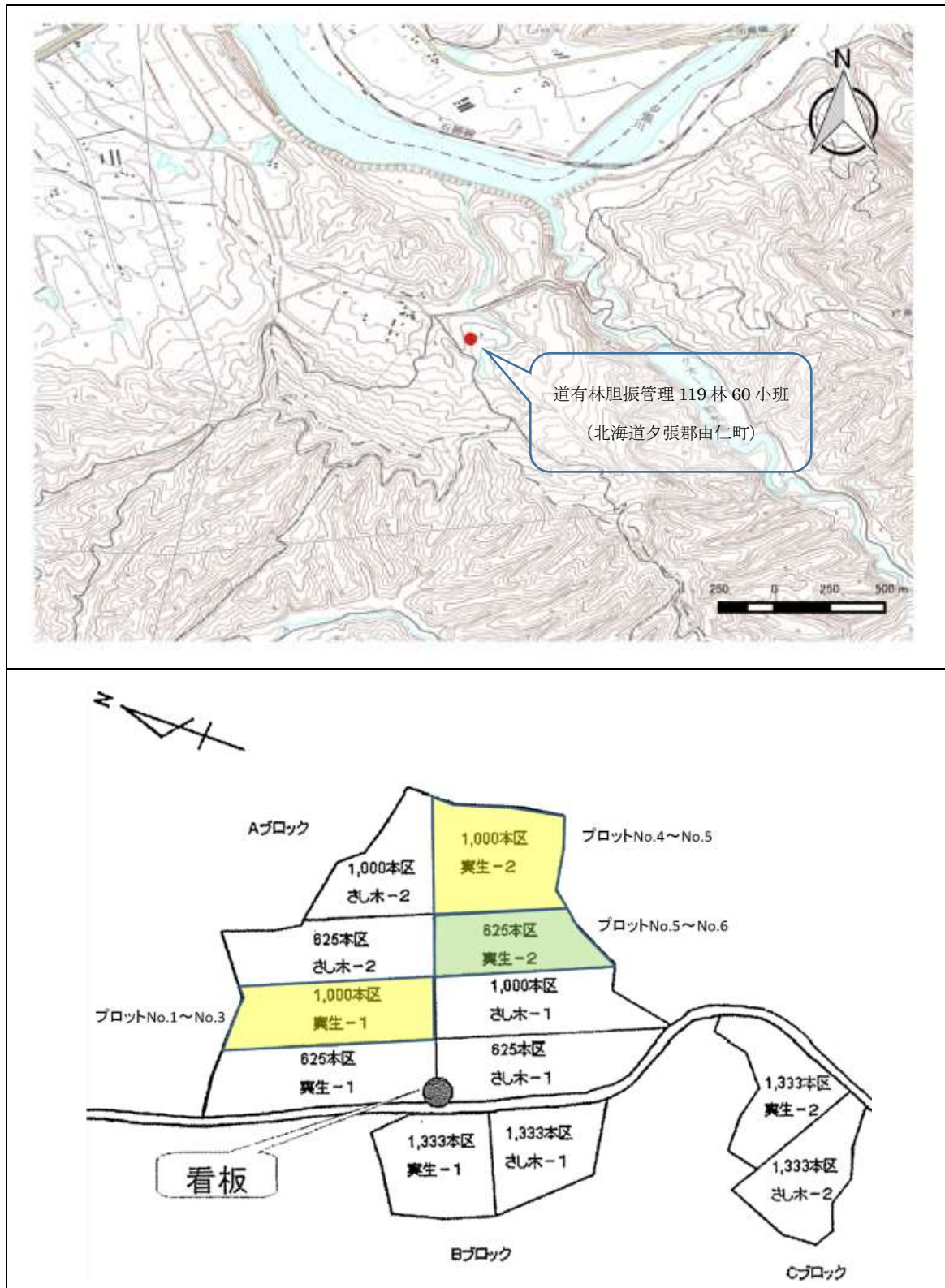


図 4.2.4 低密度植栽地位置図 (北海道夕張郡由仁町)

②現地概要

所在地	北海道夕張郡由仁町 道有林胆振管理区 119 林班 60 小班
面 積	2.56ha (625 本区 : 0.84ha、1,000 本区 : 0.97ha、1,333 本区 : 0.75ha)
樹 種	グイマツ雑種 F 1 (実生裸苗)
植栽年	H15 年植栽 (13 年生)
標 高	160m
傾斜角	2～10°
斜面方位	W
平均気温/ 降水量	7.2℃ / 990.6mm/年 (平年値、千歳)
土 壌	未熟土(火山灰)
施業履歴	下刈り : H16、H17、H26 年 (各年 1 回 : 計 3 回実施) 野鼠駆除 : (H16～H22 年 (計 6 回実施))
現地概要	北海道によるグイマツ雑種 F1 低密度植栽実証林。625 本/ha、1,000 本/ha、1,333 本/ha の 3 種類の低密度植栽区を設定。それぞれの密度区に実生苗及び挿し木苗を植栽。
施業工程・経費等	造成後 3 年目までにかかる地拵え、植え付け、苗木代、苗木運搬、下刈り、野鼠駆除等の請負経費計の比較について、1,900 本/ha (従来型) : 872 千円、1,000 本/ha : 692 千円、625 本/ha : 624 千円となっている。

③現地調査結果

密度別調査区	625 本/ha 区 (低密度植栽区)		1,000 本/ha 区 (低密度植栽区)	
調査日	2015 年 10 月 29 日		2015 年 10 月 29 日	
調査プロット	プロット No.1～3 (10×10mプロット)		プロット No.4～6 (10×10m)	
植栽木/侵入木	グイマツ F1	侵入木	グイマツ F1	侵入木
ha 当り本数(本)	633	100	1,020	0
平均樹高(m)	10.95	2.63	10.10	—
平均胸高直径(cm)	15.13	2.80	13.32	—
調査概況	・ 1,000 本/ha 区に比べ、625 本/ha 区の方がやや生育が良好であるが、立木の成長にばらつきがみられる。 ・ 樹冠祖密度は、625 本/ha 区で 20～60%、1,000 本/ha 区では 80～90%となっている。地上 4m 程度まで枝打ちを実施。 ・ 侵入木は、1,000 本/ha 区においてトドマツが確認された。林床にミヤコザサが繁茂している。 ・ なお、625 本/ha の低密度にて林冠が閉鎖し成林するかについて、今後の推移を検討していくことが望まれる。			

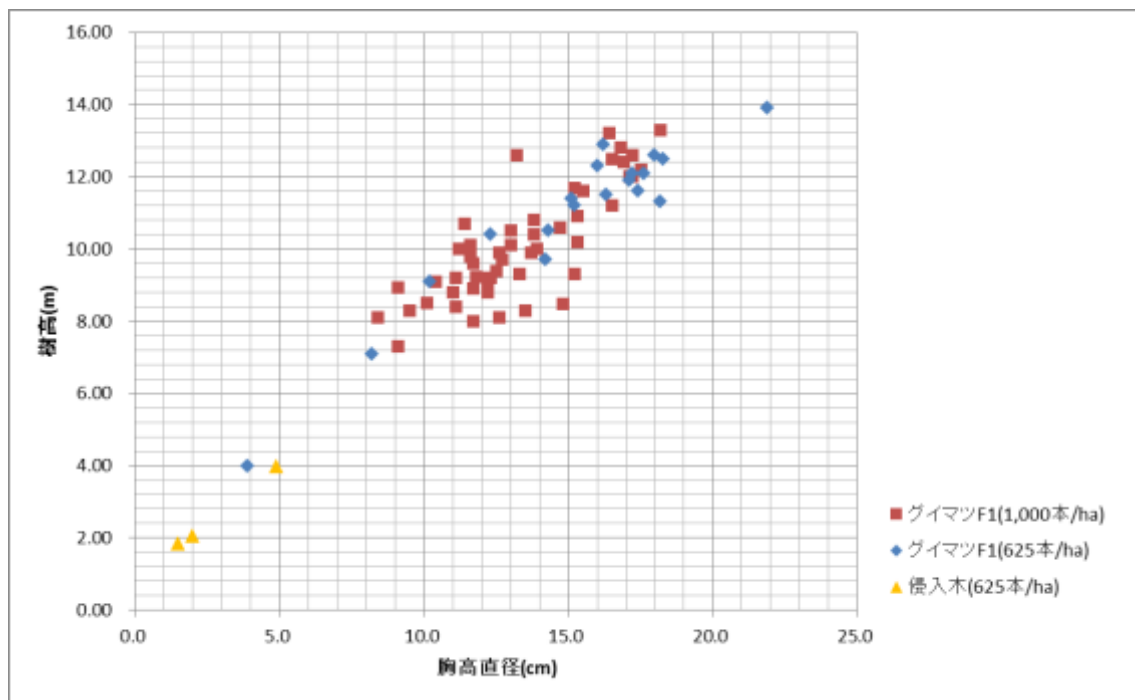


図 4.2.5 北海道夕張郡由仁町グイマツ雑種 F1 密度区別散布図

④現地写真

低密度植栽実証林看板	現地遠望

プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.2 (1,000 本/ha 区)

プロット No.3 (1,000 本/ha 区)	プロット No.4 (1,000 本/ha 区)



プロット No.5 (1,000 本/ha 区)



プロット No.6 (625 本/ha 区)



プロット No.7 (625 本/ha 区)



プロット No.8 (625 本/ha 区)

(3) 岩手県宮古市

①位置図

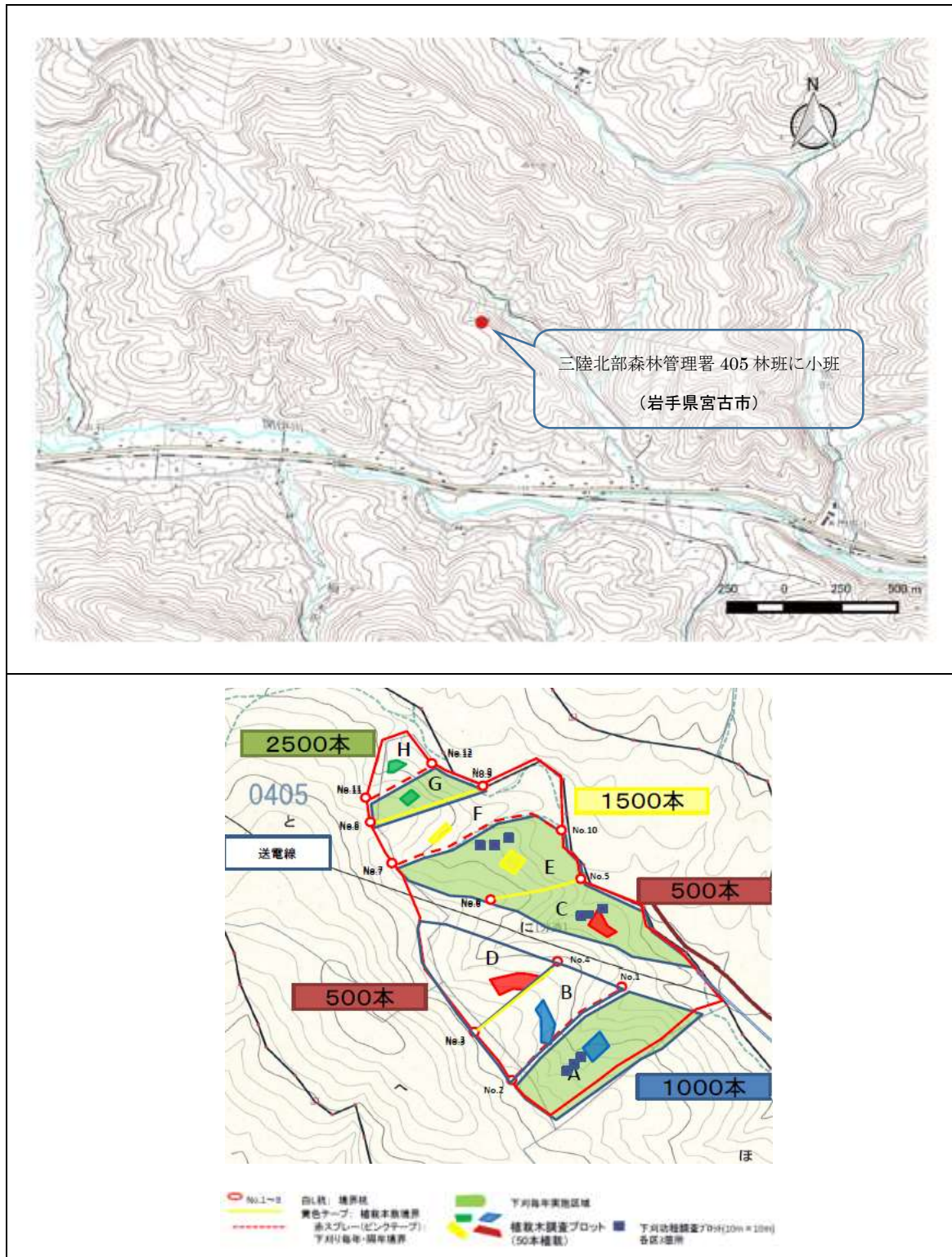


図 4.2.6 低密度植栽地位置図 (岩手県宮古市)

②現地概要

所在地	岩手県宮古市 三陸北部森林管理署 405 林班に小班
面積	10.29ha (500 本区:2.87ha、1,000 本区:3.25ha、1,500 本区:3.27ha、2,500 本区:0.90ha)
樹 種	カラマツ (実生裸苗)
植栽年	H26 年植栽 (2 年生)
標 高	740～760m
傾斜角	15～24°
斜面方位	NW～NE
平均気温/ 降水量	6.6℃ / 1,505.2mm/年 (平年値、区界)
土 壌	黒ボク土
施業履歴	下刈り: H26、H27 年 (各年 1 回: 計 2 回実施)
現地概要	低密度植栽試験地 (技術開発試験地) において、500 本/ha、1,000 本/ha、1,500 本/ha の低密度植栽区及び 2,500 本/ha の比較対照区を設定する。密度ごとに下刈区 (連年、隔年) を設定し、下刈功程調査等を実施する。下刈方法は刈払幅 2m の筋刈りを実施。
施業功程・経費等	1,000 本/ha のカラマツ (2 年生) 植林地における下刈時間、2.33 人/ha (1 日 6 時間作業、刈り払い時間 50.4 秒/本で計算) ※東北森林管理局資料による。

③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区 (低密度植栽区)		2,500 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2015 年 11 月 11,14 日		2015 年 11 月 11,14 日	
調査プロット	プロット No.1～5 (10×10mプロット)		プロット No.6～8 (10×10m)	
植栽木/侵入木	カラマツ	侵入木	カラマツ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,000	5,500	2,100	5,833
平均樹高(m)	1.01	1.02	0.96	0.68
平均根元径(cm)	1.52	—	1.52	—
調査概況	・植栽木に主軸の欠損や二俣木などがみられ、ノネズミ・ノウサギによると思われる食害がみられた。植栽後 2 年間であり、1,000 本/ha 区と 2,500 本/ha において顕著な成長の違いはみられなかった。 ・主な侵入木としては、クマイチゴ、タラノキ、クリ、ガマズミ、イタヤカエデ、オオカメノキ、ホオノキ、オオヤマザクラ、ウダイカンバなどであり、1,000 本/ha 区で 25 種、2,500 本区で 16 種が確認された。			

※侵入木については、樹高 0.5m 以上のものについて、樹高のみを記載した。

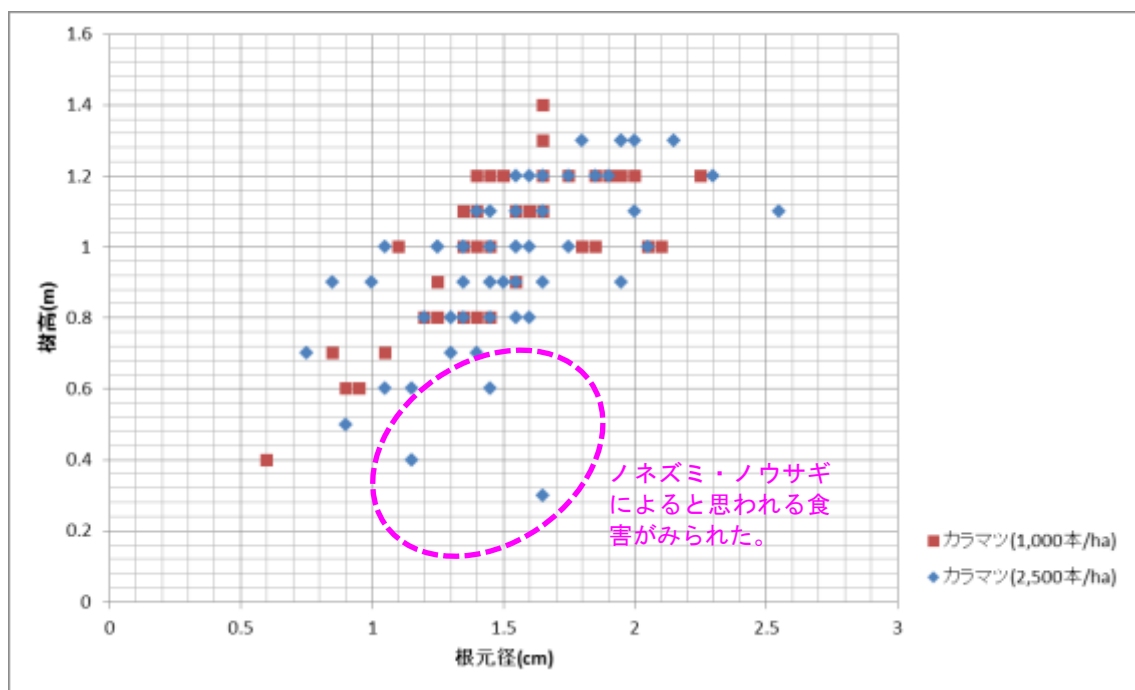
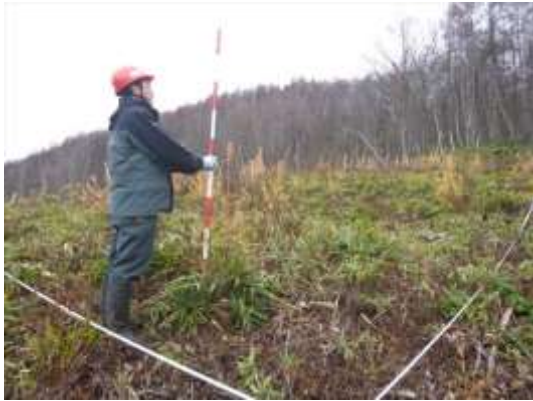
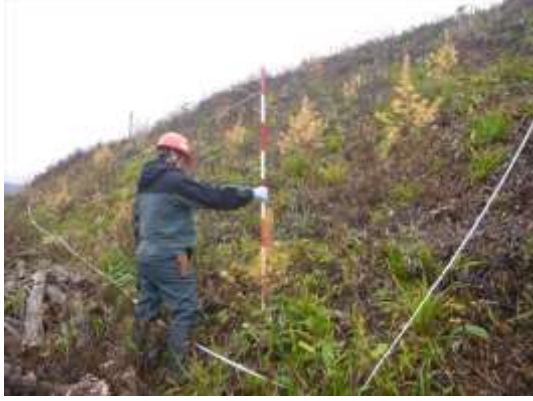


図 4.2.7 岩手県宮古市カラマツ 密度区別散布図

④現地写真

	
プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.2 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.3 (1,000 本/ha 区)	プロット No.4 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.5 (1,000 本/ha 区)	遠望 (1,000 本/ha 区)

	
プロット No.6 (2,500 本/ha 区)	プロット No.7 (2,500 本/ha 区)
	
プロット No.8 (2,500 本/ha 区)	遠望 (2,500 本/ha 区)

(4) 岩手県山田町

①位置図

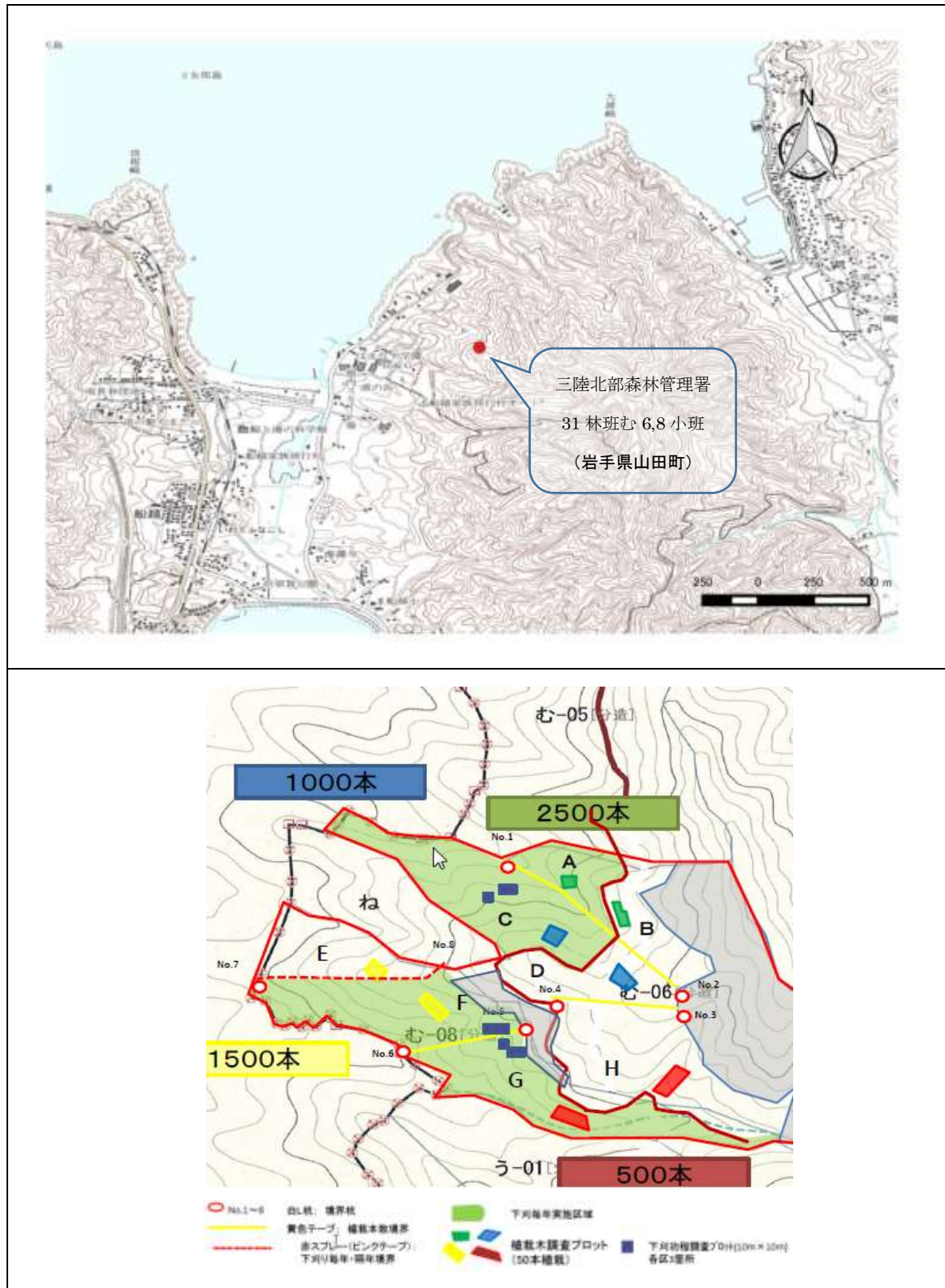


図 4.2.8 低密度植栽地位置図 (岩手県山田町)

②現地概要

所在地	岩手県下閉伊郡山田町 三陸北部森林管理署 31 林班む 6,8 小班
面積	8.52ha (500 本区 : 3.14ha、1,000 本区 : 2.50ha、1,500 本区 : 2.01ha、2,500 本区 : 0.87ha)
樹 種	スギ (実生裸苗)
植栽年	H26 年植栽 (2 年生)
標 高	100~120m
傾斜角	18~32°
斜面方位	W~NE
平均気温/ 降水量	10.3℃ / 1,513.1mm/年 (平年値、山田)
土 壌	黒ボク土
施業履歴	下刈り : H26、H27 年 (各年 1 回 : 計 2 回実施)
現地概要	低密度植栽試験地 (技術開発試験地)。500 本/ha、1,000 本/ha、1,500 本/ha の低密度植栽区と 2,500 本/ha の対照区を設定。密度ごとに下刈区 (連年、隔年) を設定し、下刈功程調査等を実施する。
施業功程・経費等	—

③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区 (低密度植栽区)		2,500 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2015 年 11 月 12 日		2015 年 11 月 12 日	
調査プロット	プロット No.1~5 (10×10mプロット)		プロット No.6~8 (10×10m)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,280	11,620	2,250	3,950
平均樹高(m)	0.68	0.96	0.62	0.65
平均根元径(cm)	1.37	—	1.44	—
調査概況	・前年の H26 年にも下刈りを行っているが、侵入木の樹高と本数から、植栽木のスギが被圧傾向にあることが推察される。 ・植栽後 2 年程度であり、1,000 本/ha 区と 2,500 本/ha において顕著な成長の違いはみられなかった。 ・主な侵入木としては、オオバクロモジ、ウリハダカエデ、ヤマツツジ、ノリウツギ、アオハダ、ウダイカンバ、ヤマザクラ、オオカメノキ、アオハダなどであり、1,000 本/ha 区で 35 種、2,500 本区で 19 種が確認された。 ・ノウサギによると思われる食害がみられた。			

※侵入木については、樹高 0.5m 以上のものについて、樹高のみを記載した。

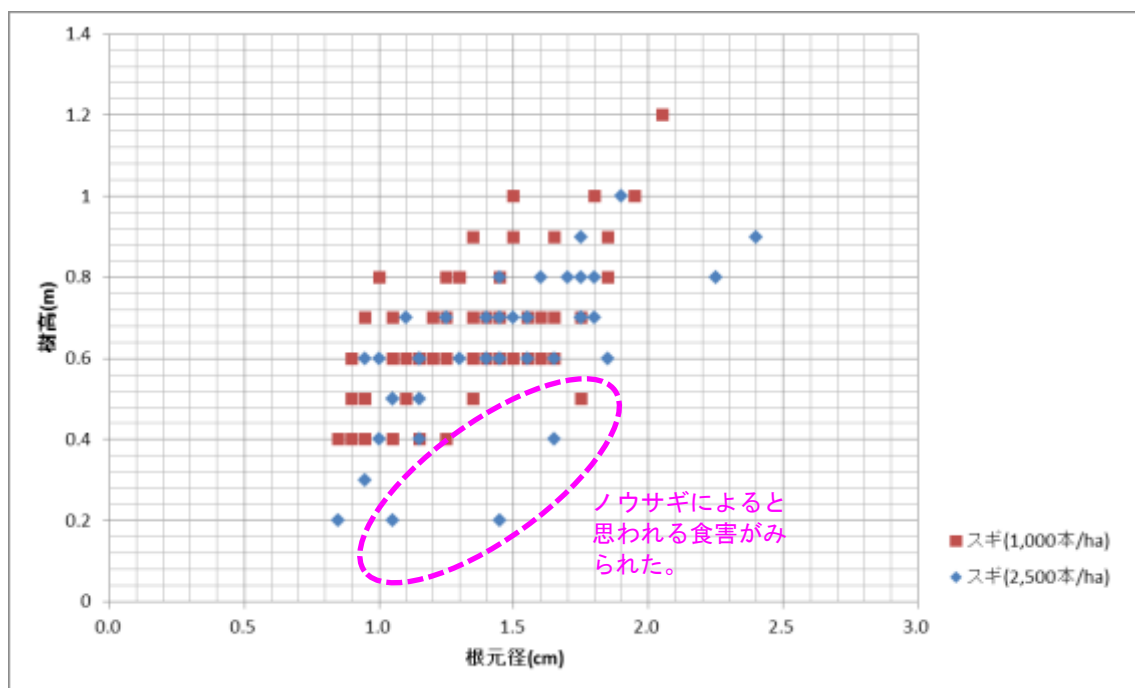
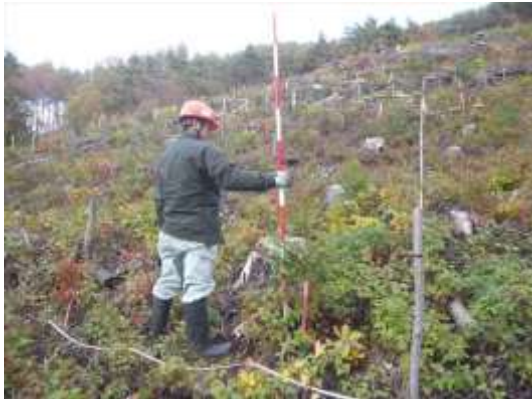


図 4.2.9 岩手県山田町スギ 密度区別散布図

④現地写真

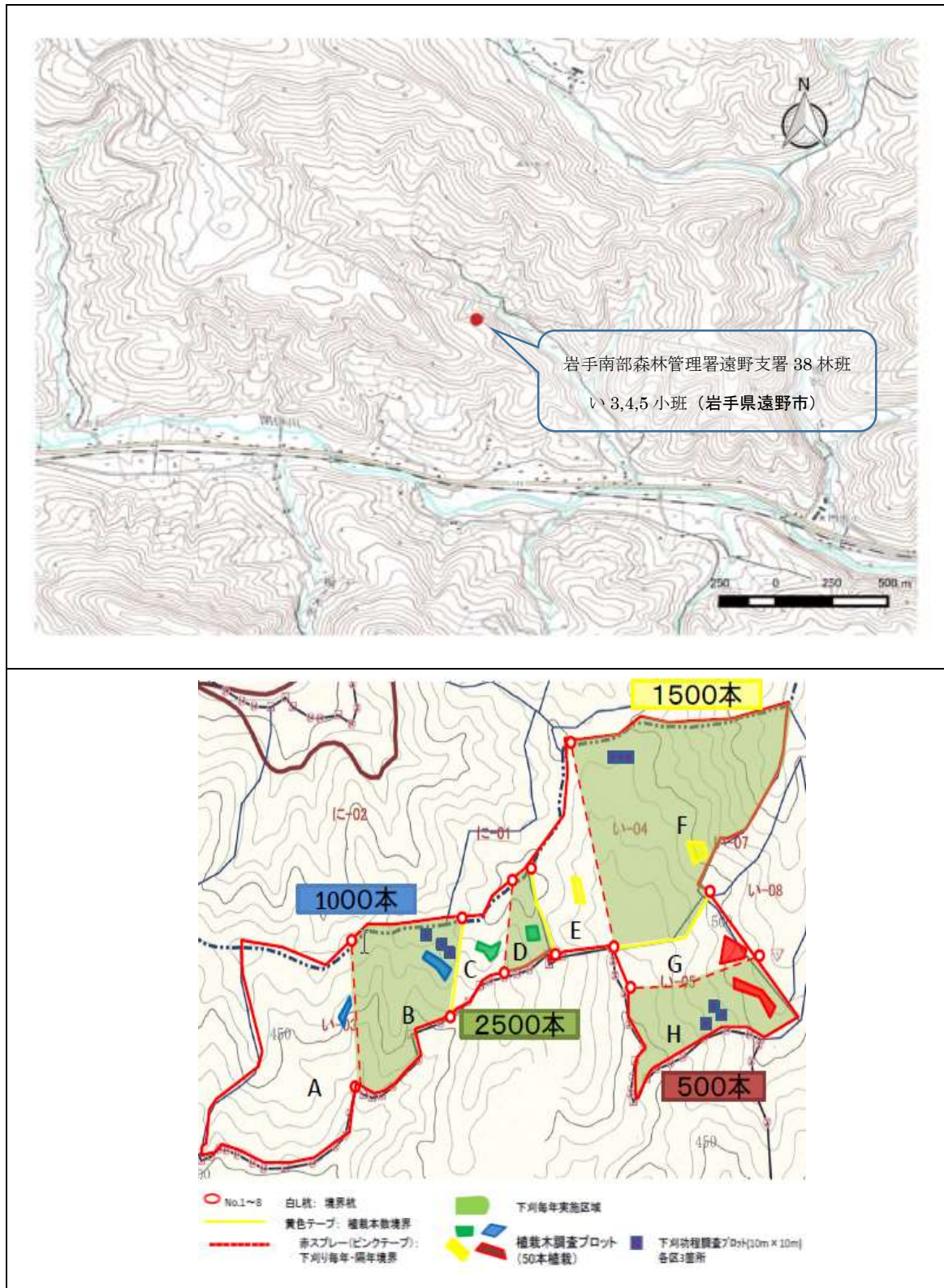
	
プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.2 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.3 (1,000 本/ha 区)	プロット No.4 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.5 (1,000 本/ha 区)	遠望 (1,000 本/ha 区)

	
プロット No.6 (2,500 本/ha 区)	プロット No.7 (2,500 本/ha 区)

	
遠望 (2,500 本/ha 区)	スギ植栽木 (裸苗)

(5) 岩手県遠野市

①位置図



②現地概要

所在地	岩手県遠野市 岩手南部森林管理署遠野支署 38 林班い 3,4,5 小班
面積	16.49ha (500 本区 : 2.82ha、1000 本区 : 5.74ha、1500 本区 : 6.85ha、2500 本区 : 1.08ha)
樹 種	カラマツ (実生裸苗)
植栽年	H26 年植栽 (2 年生)
標 高	450～490m
傾斜角	22～29°
斜面方位	S～E
平均気温/ 降水量	9.5℃ / 1,172.1mm/年 (平年値、遠野)
土 壌	黒ボク土
施業履歴	下刈り : H26、H27 年 (各年 1 回 : 計 2 回実施)
現地概要	低密度植栽試験地 (技術開発試験地)。500 本/ha、1,000 本/ha、1,500 本/ha の低密度植栽区と 2,500 本/ha の対照区を設定。密度ごとに下刈区 (連年、隔年) を設定し、下刈功程調査等を実施する。
施業功程・経費等	—

③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区 (低密度植栽区)		2,500 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2015 年 11 月 13 日		2015 年 11 月 13 日	
調査プロット	プロット No.1～5 (10×10mプロット)		プロット No.6～8 (10×10m)	
植栽木/侵入木	カラマツ	侵入木	カラマツ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,050	4,140	2,033	333
平均樹高(m)	1.18	1.00	1.03	0.56
平均根元径(cm)	1.77	—	1.51	—
調査概況	・ 植栽後 2 年間程度であり、1,000 本/ha 区と 2,500 本/ha において顕著な成長の違いはみられなかった。 ・ H26 年にも下刈りを行っているが、侵入木の樹高と本数から、植栽木であるカラマツがやや被圧傾向にあることが推察される。 ・ 主な侵入木としては、クマイチゴ、ムラサキシキブ、タラノキ、アオダモ、ヌルデ、エゴノキなどであり、1,000 本/ha 区で 19 種、2,500 本区で 6 種が確認された。 ・ ノネズミ・ノウサギによると思われる食害がみられた。			

※侵入木については、樹高 0.5m 以上のものについて、樹高のみを記載した。

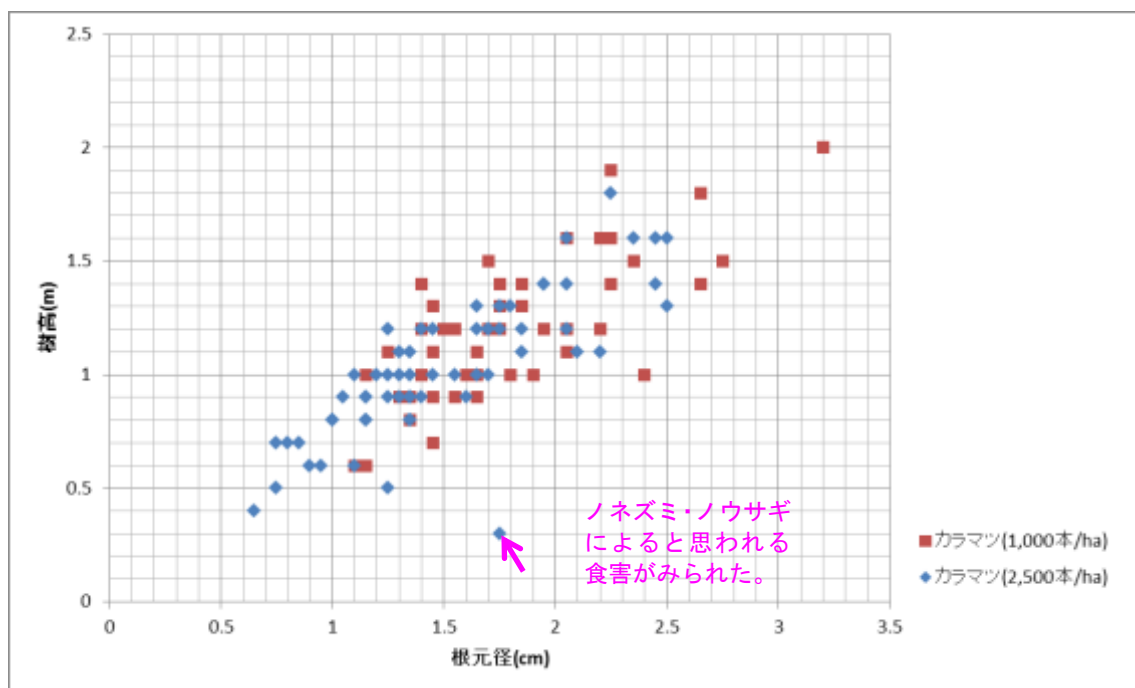
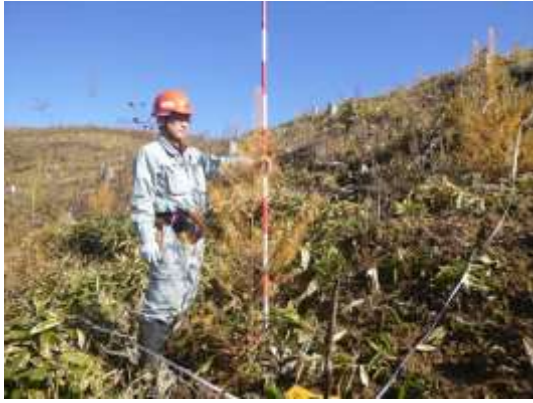


図 4.2.11 岩手県遠野市カラマツ 密度区別散布図

④現地写真

	
プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.2 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.3 (1,000 本/ha 区)	プロット No.4 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.5 (1,000 本/ha 区)	遠望 (1,000 本/ha 区)



プロット No.6 (2,500 本/ha 区)



プロット No.7 (2,500 本/ha 区)



プロット No.8 (2,500 本/ha 区)



遠望 (2,500 本/ha 区)

(6) 茨城県日立市

①位置図

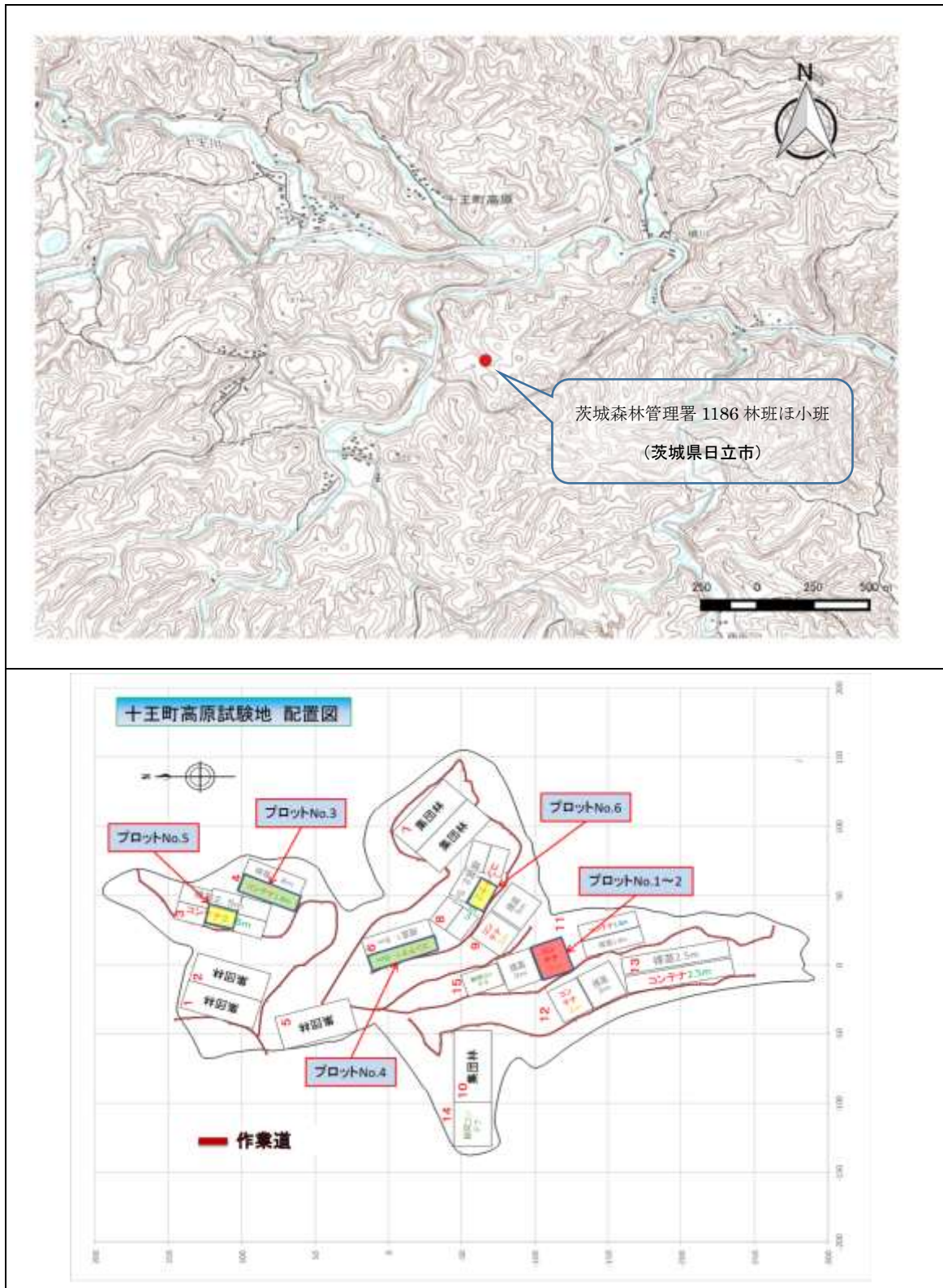


図 4.2.12 低密度植栽地位置図（茨城県日立市）

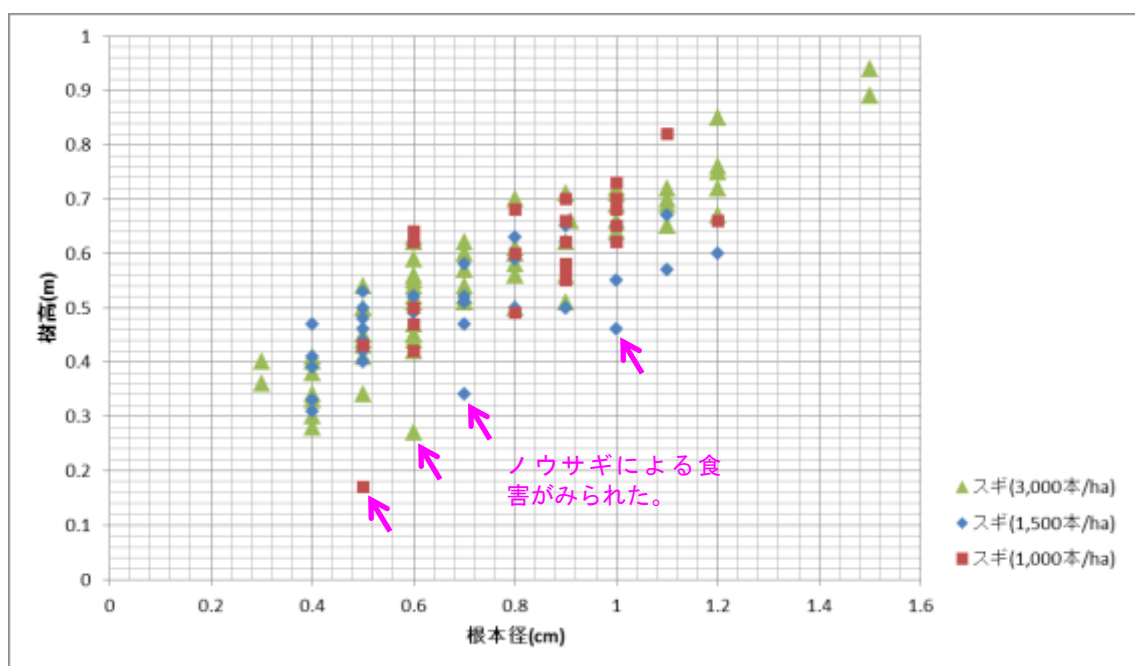
②現地概要

所在地	茨城県日立市 茨城森林管理署 1186 林班ほ小班
面積	1.92ha（植栽プロット面積計）
樹 種	スギ（実生コンテナ苗・実生裸苗）
植栽年	H27 年植栽（1 年生）
標 高	280～300m
傾斜角	25～29°
斜面方位	NW～SW
平均気温/ 降水量	13.9℃ / 1,477.3mm/年（平年値、日立）
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り：H27 年（計 1 回実施）
現地概要	十王町高原試験地において、スギ 1,000 本区、1,500 本区、3,000 本区を設定し、それぞれコンテナ苗と裸苗を植栽（裸苗は H28 年植栽予定）。コンテナ苗は、①エリートツリー交配 12 家系、②第 1 世代精英樹交配 6 家系（対照）、③在来品種（対照）をそれぞれの密度区に植栽。エリートツリーの初期成長の特性の解明を目指している。
施業工期・経費等	植付：868,372 円/ha（苗木代、作業費、間接費を含む）、14.68 人工/ha 下刈：136,640 円/ha（作業費、間接費を含む）、4.39 人工/ha ※聞き取り調査による。

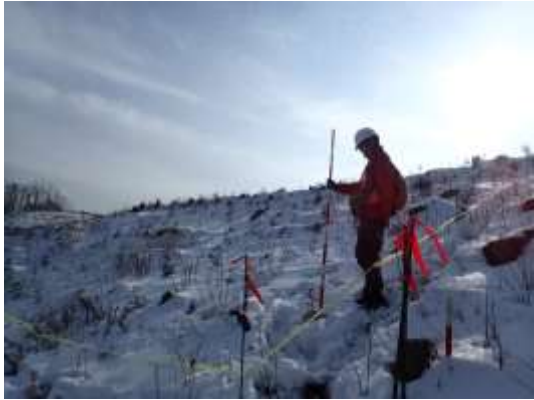
③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区		1,500 本/ha 区		3,000 本/ha 区	
調査日	2016 年 2 月 3 日		2016 年 2 月 3 日		2016 年 2 月 3 日	
調査プロット	プロット No.1～2 (10×10mプロット)		プロット No.3～4 (10×10mプロット)		プロット No.4～5 (10×10mプロット)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木	スギ	侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,150	7,200	1,900	3,400	3,750	3,100
平均樹高(m)	0.59	0.60	0.51	0.70	0.56	0.70
平均根元径(cm)	0.83	—	0.70	—	0.74	—
調査概況	・林縁部の植栽木に、ノウサギの食害がみられた。 ・植栽後間もないことから、各植栽密度区における顕著な違いはみられなかった。 ・主な侵入木としては、アカメガシワ、クマイチゴ、モミジイチゴ、ムラサキシキブ、クサギ、スギ（実生）、ヒノキ（実生）などであり、1,000 本/ha 区で 10 種、1,500 本区で 11 種、3,000 本/ha 区で 12 種が確認された。					

※侵入木については、樹高 0.5m 以上のものについて、樹高のみを記載した。



④現地写真

	
プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.2 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.3 (1,500 本/ha 区)	プロット No.4 (1,500 本/ha 区)
	
プロット No.5 (3,000 本/ha 区)	プロット No.6 (3,000 本/ha 区)



試験地遠望 1



試験地遠望 2



スギエリートツリー（コンテナ苗） 1



スギエリートツリー（コンテナ苗） 2

(7) 埼玉県比企郡小川町

①位置図

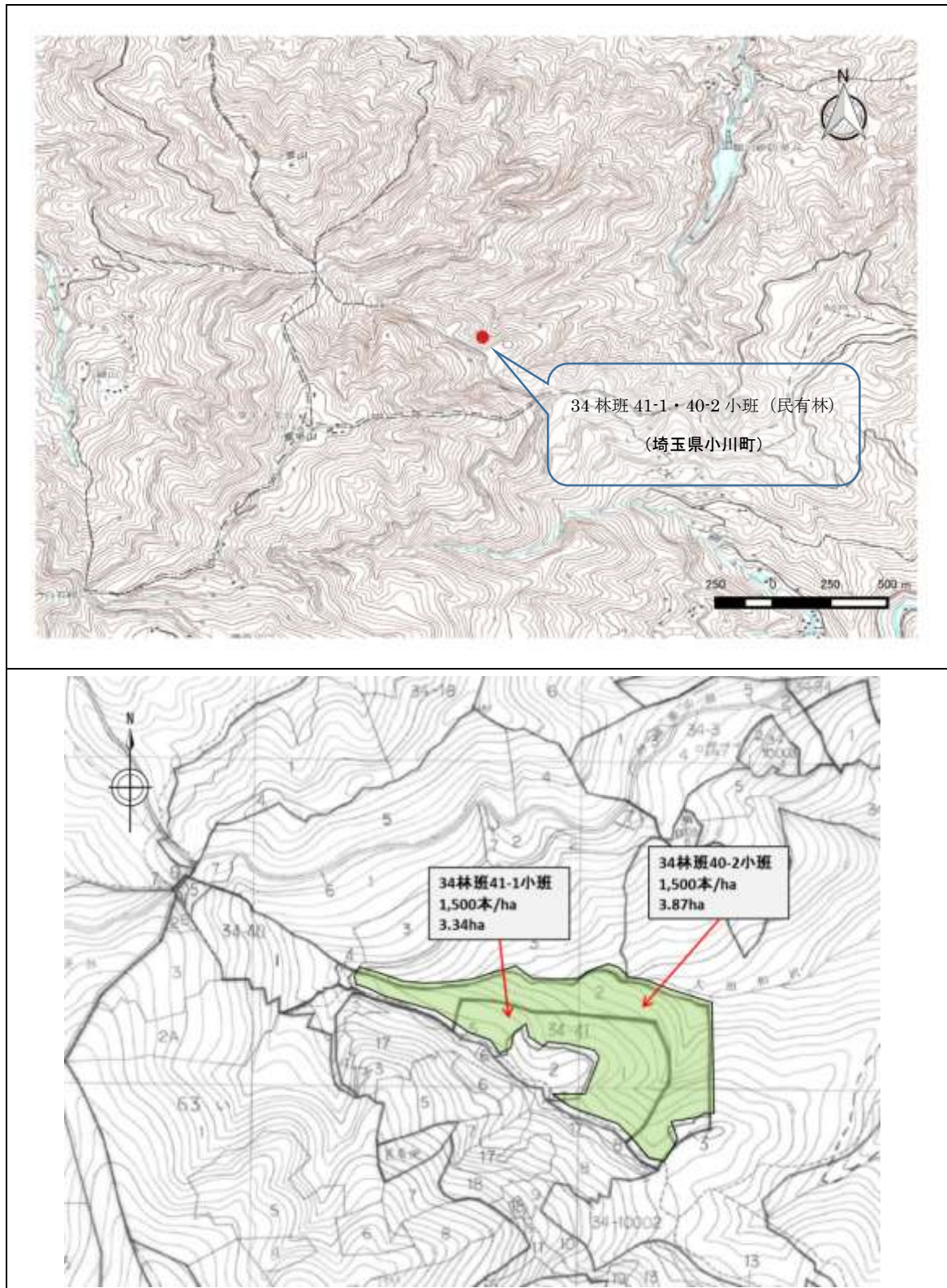


図 4.2.14 低密度植栽地位置図 (埼玉県比企郡小川町)

②現地概要

所在地	埼玉県比企郡小川町 34 林班 41-1・40-2 小班（民有林）
面積	3.34ha(41-1 小班)、3.87ha(40-2 小班)
樹 種	ヒノキ（実生裸苗）
植栽年	H16 年植栽（12 年生）
標 高	515～540m
傾斜角	35～40°
斜面方位	NE、NW
平均気温/ 降水量	14.0℃ / 1,290.8mm/年（平年値、寄居）
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り：H17～H19 年（各年 1 回：計 3 回実施）
現地概要	公社造林により、ヒノキ 1,500 本/ha 植栽を実施（対照区無し）。
施業工程・経費等	－

③現地調査結果

密度別調査区	1,500 本/ha 区（低密度植栽区）	
調査日	2016 年 2 月 10 日	
調査プロット	プロット No.1～5 (10×10mプロット)	
植栽木/侵入木	ヒノキ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,460	3,440
平均樹高(m)	4.89	2.66
平均胸高直径(cm)	6.37	2.22
調査概況	・植栽木のヒノキに欠頂木や梢端の曲がりなどが散見された。また、広葉樹には、シカの食害や樹皮剥ぎの痕跡が多数確認された。 ・植栽後 11 年が経過し、大部分のヒノキは 4～6m ほどに生育しているが、前回の下刈りから 8 年が経過し、かなりの密度で広葉樹が侵入している。林冠閉鎖^(注)を促すためにつる切り等の作業が必要と考えられる。 ・主な侵入木としては、エゴノキ、コナラ、ミズナラ、サンショウ、ミズキ、リョウブ、ヒノキ（実生）など、23 種が確認された。	

※侵入木については、樹高 0.5m 以上のものについて、樹高のみを記載した。

（注）林冠閉鎖とは、林冠が閉鎖状態にある林分で、樹冠を投影的に見て隙間がほとんどない状態のことを指す。

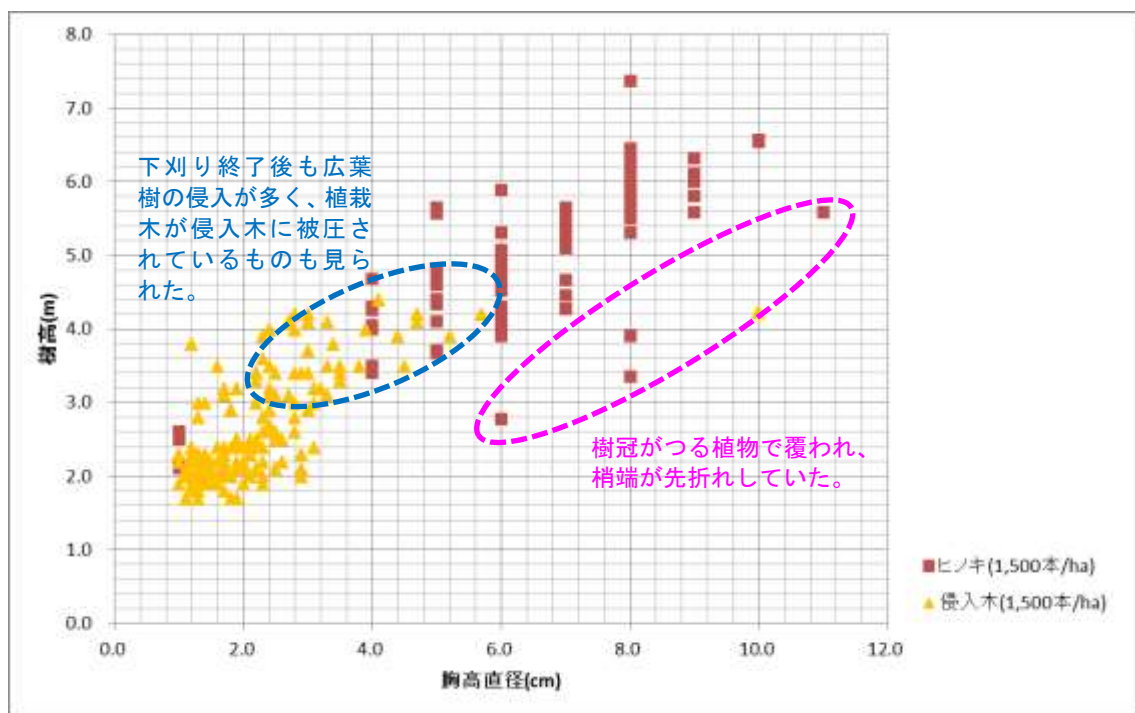


図 4.2.15 埼玉県比企郡小川町ヒノキ 密度区別散布図

④現地写真

	
プロット No.1 (1,500 本/ha 区)	プロット No.1 遠望 (1,500 本/ha 区)
	
プロット No.2 (1,500 本/ha 区)	プロット No.2 遠望 (1,500 本/ha 区)
	
プロット No.3 (1,500 本/ha 区)	プロット No.3 遠望 (1,500 本/ha 区)



プロット No.4 (1,500 本/ha 区)



プロット No.4 遠望 (1,500 本/ha 区)



プロット No.5 (1,500 本/ha 区)



プロット No.5 遠望 (1,500 本/ha 区)

(8) 三重県度会郡大紀町 (スギ)

①位置図

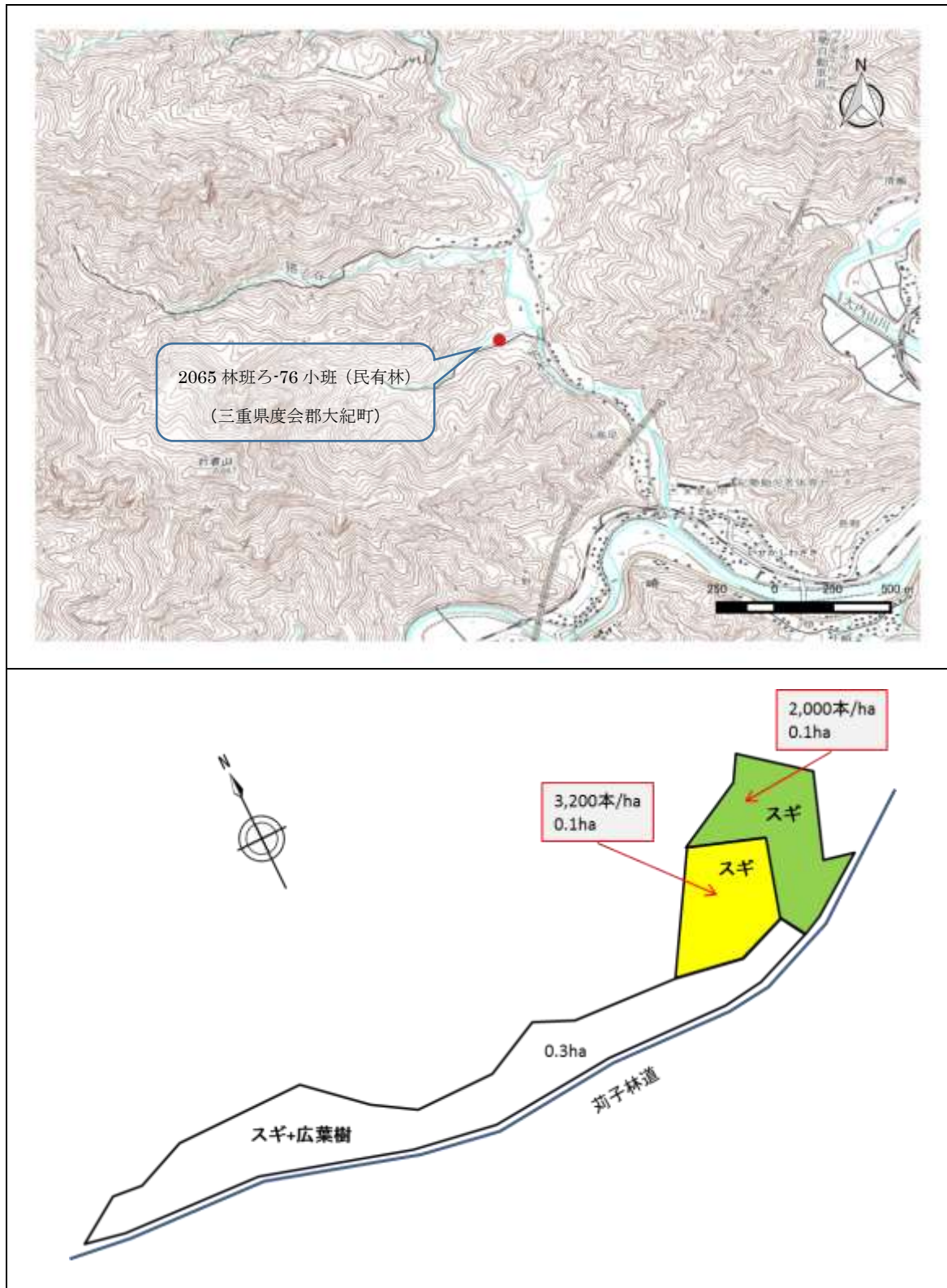


図 4.2.16 低密度植栽地位置図 (三重県度会郡大紀町スギ)

②現地概要

所在地	三重県度会郡大紀町 2065 林班ろ-76 小班（民有林）
面積	0.20ha（2,000 本区：0.10ha、3,200 本区：0.10ha）
樹 種	スギ（実生裸苗）
植栽年	H18 年植栽（10 年生）
標 高	150～170m
傾斜角	5～20°
斜面方位	NW
平均気温/ 降水量	15.7℃ / 2,261.6mm/年（平年値、南伊勢）
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り：H19 年（計 1 回実施）
現地概要	民有林(個人)であり試験地ではない。0.4ha の所有林内に、2,000 本/ha と 3,200 本/ha のスギ植林が行われている。
施業工期・経費等	－

③現地調査結果

密度別調査区	2,000 本/ha 区（低密度植栽区）		3,200 本/ha 区（比較対照区）	
調査日	2016 年 2 月 8 日		2016 年 2 月 8 日	
調査プロット	プロット No.1～3 (10×10m)		プロット No.4～6 (10×10m)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,500	2,567	3,300	1,000
平均樹高(m)	6.05	3.38	7.20	3.77
平均胸高直径(cm)	8.69	3.24	9.65	3.35
調査概況	・植栽の翌年に下刈りを実施したのみであり、とくに 2,000 本/ha 区における侵入木の割合が高めとなっている。 ・ha 当りの本数を比較すると、3,200 本/ha 区がほぼ植栽時のままであるのに対し、2,000 本/ha 区では大きく数を減らしている。間伐回数が少ないことから、侵入木の被圧で枯死したものと推察される。 ・主な侵入木としては、エゴノキ、ヒサカキ、タラノキ、ヒイラギ、ヤマグワ、ハリギリ、ヤマザクラ、アラカシ、コナラ、チャノキなどであり、2,000 本/ha 区で 13 種、3,200 本区で 8 種が確認された。			

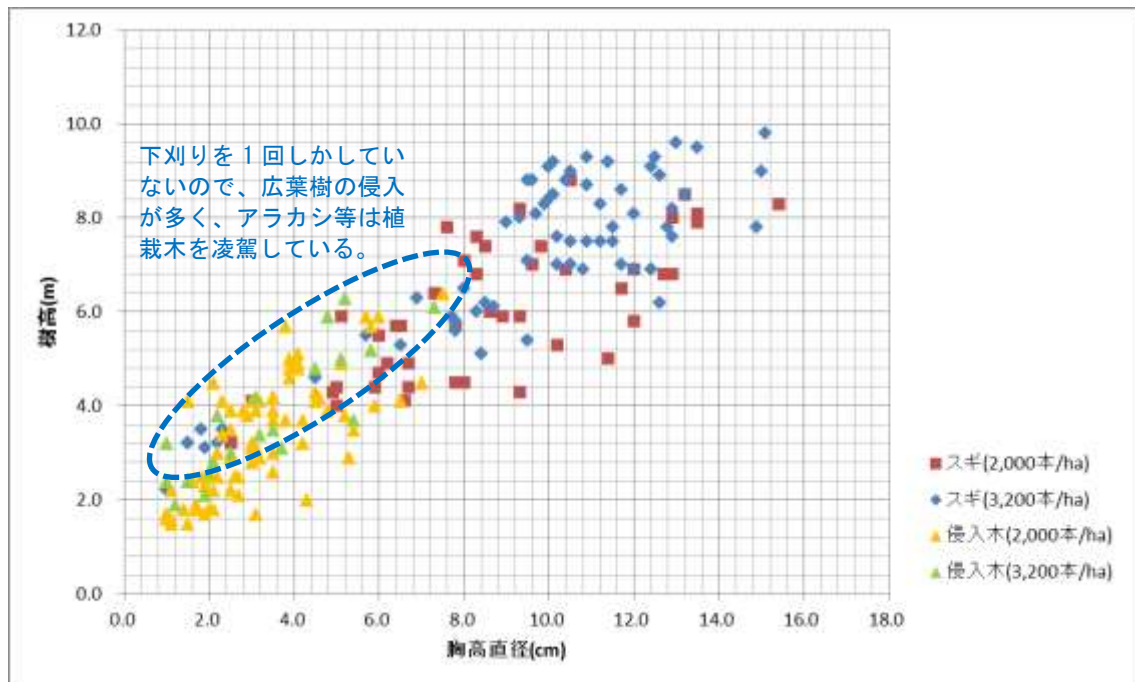


図 4.2.17 三重県度会郡大紀町スギ 密度区別散布図

④現地写真

	
プロット No.1 (2,000 本/ha 区)	プロット No.1 遠望 (2,000 本/ha 区)
	
プロット No.2 (2,000 本/ha 区)	プロット No.2 遠望 (2,000 本/ha 区)
	
プロット No.3 (2,000 本/ha 区)	プロット No.3 遠望 (2,000 本/ha 区)



プロット No.4 (3,200 本/ha 区)



プロット No.4 遠望 (3,200 本/ha 区)



プロット No.5 (3,200 本/ha 区)



プロット No.5 遠望 (3,200 本/ha 区)

(9) 三重県度会郡大紀町 (ヒノキ)

①位置図

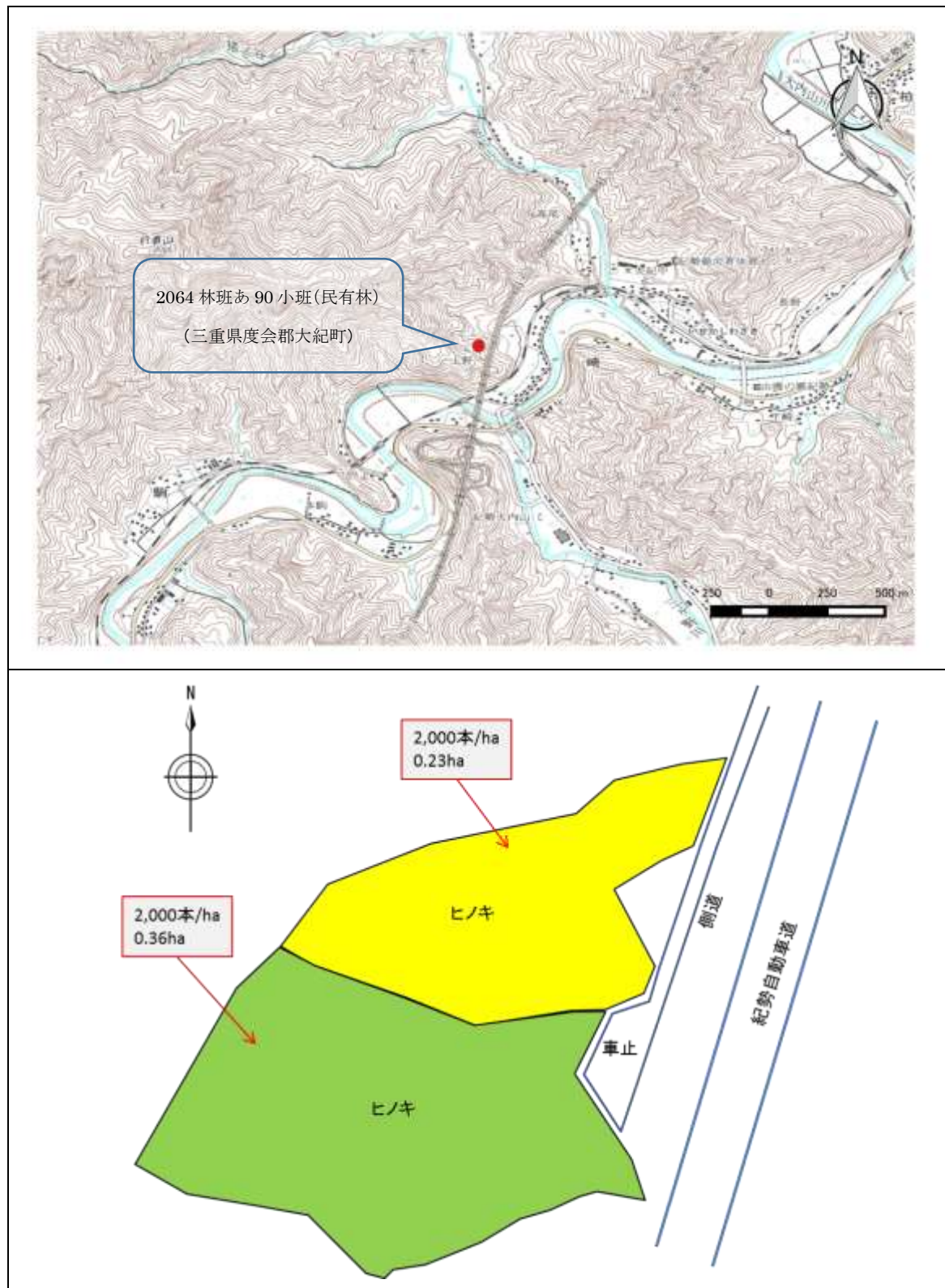


図 4.2.18 低密度植栽地位置図 (三重県度会郡大紀町ヒノキ)

②現地概要

所在地	三重県度会郡大紀町 2064 林班あ 90 小班（民有林）
面積	0.59ha（2,000 本区：0.23ha、4,000 本区：0.36ha）
樹 種	ヒノキ（実生コンテナ苗・実生裸苗）
植栽年	H27 年植栽（1 年生）
標 高	205～235m
傾斜角	34～39°
斜面方位	NW、NE
平均気温/ 降水量	15.7℃ / 2,261.6mm/年（平年値、南伊勢）
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り：H27 年（計 1 回実施）
現地概要	民有林（個人）であるが試験地として設定されている。所有林内に 2,000 本/ha（コンテナ苗）と 4,000 本/ha（裸苗）のヒノキ植林が行われている。
施業工程・経費等	—

③現地調査結果

密度別調査区	2,000 本/ha 区（低密度植栽区）		4,000 本/ha 区（比較対照区）	
調査日	2016 年 2 月 2 日		2016 年 2 月 2 日	
調査プロット	プロット No.1～3 (10×10m)		プロット No.4～6 (10×10m)	
植栽木/侵入木	ヒノキ	侵入木	ヒノキ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,833	0	3,800	0
平均樹高(m)	0.45	—	0.71	—
平均根元径(cm)	0.91	—	1.19	—
調査概況	・ H27 年の植栽地であり、下刈りを実施していることから、侵入木（0.5m 以上）はみられなかった。 ・ シカ柵が設置されているが、ほぼすべての植栽木にシカの食害痕跡が確認された。シカ柵の見回りの合間（平成 27 年 12 月 21～24 日の 4 日間）にシカ 3 頭が進入し食害された。 ・ 密度植栽区毎の苗木の生育状況については、植栽後間もないことから生育に差はないはずであるが、シカ食害の程度により生育状況や形状に差が出ている。 ・ シカ食害による枯死木は、2,000 本/ha 区で 8%、4,000 本/ha 区で 5%であった。			

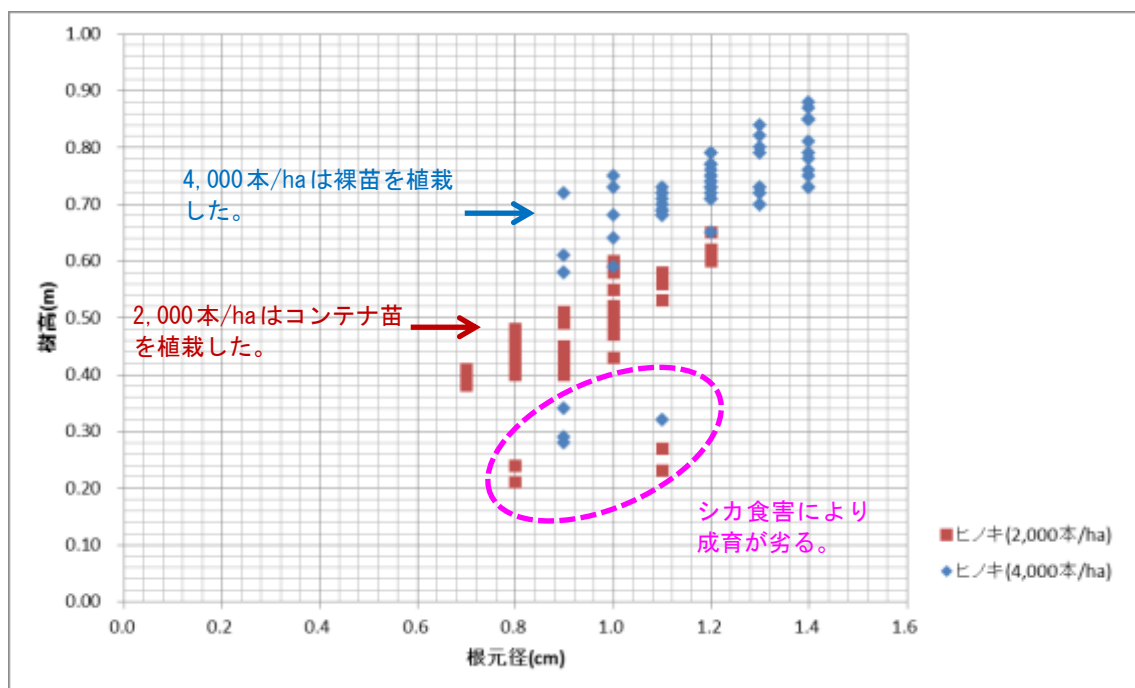


図 4.2.19 三重県度会郡大紀町ヒノキ 密度区別散布図

④現地写真

	
プロット No.1 (2,000 本/ha 区)	プロット No.1 遠望 (2,000 本/ha 区)
	
プロット No.2 (2,000 本/ha 区)	プロット No.2 遠望 (2,000 本/ha 区)
	
プロット No.3 (2,000 本/ha 区)	プロット No.3 遠望 (2,000 本/ha 区)



プロット No.4 (4,000 本/ha 区)



プロット No.4 遠望 (4,000 本/ha 区)



プロット No.5 (4,000 本/ha 区)



プロット No.5 遠望 (4,000 本/ha 区)

(10) 岡山県新見市

①位置図

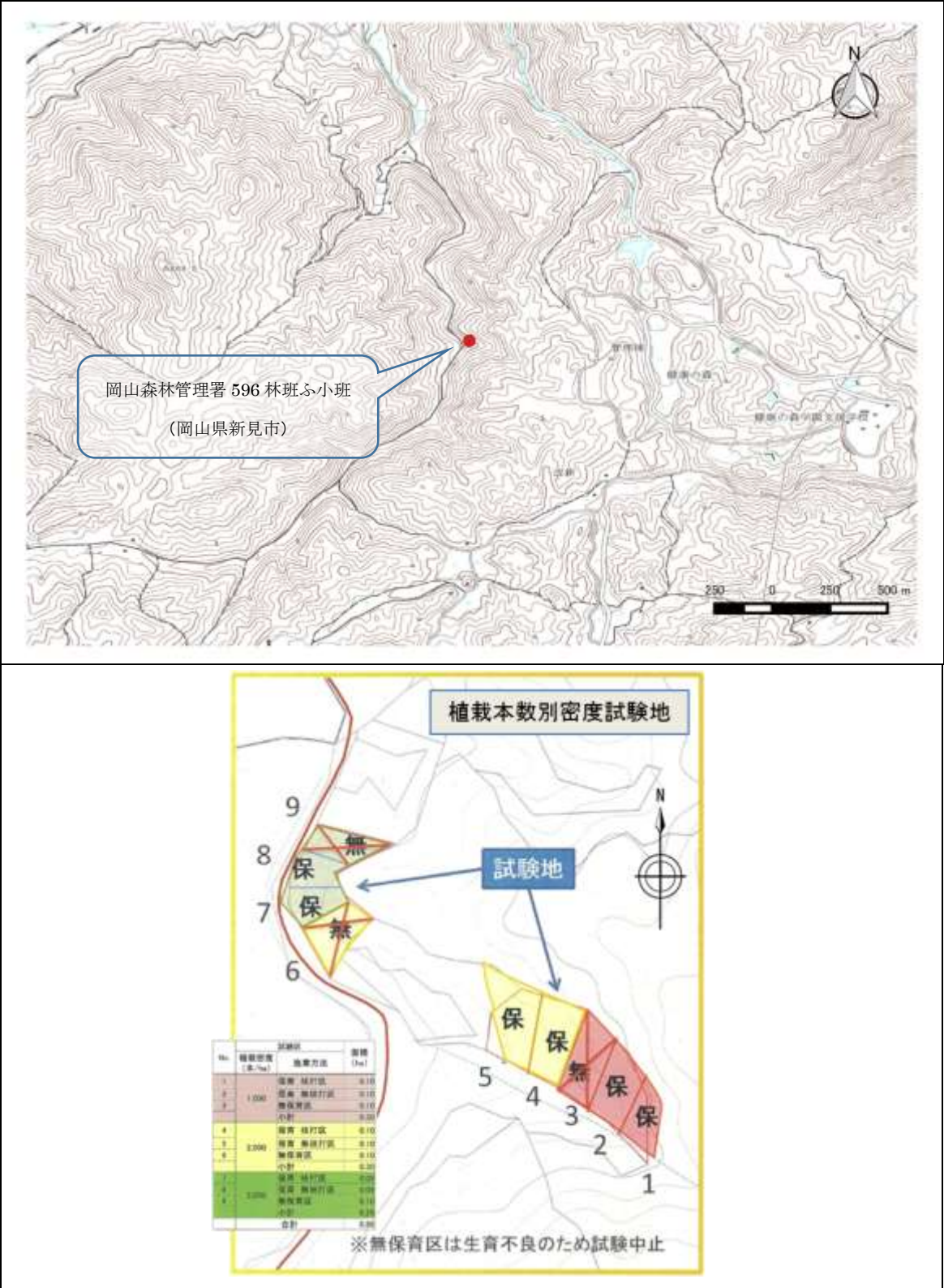


図 4.2.20 低密度植栽地位置図（岡山県新見市）

②現地概要

所在地	岡山県新見市 岡山森林管理署 596 林班ふ小班
面積	0.88ha (1000 本区 : 0.30ha、2000 本区 : 0.30ha、3000 本区 : 0.28ha)
樹 種	スギ (実生裸苗)
植栽年	H11 年植栽 (17 年生)
標 高	310～480m
傾斜角	8～38°
斜面方位	NW～W
平均気温/ 降水量	12.1℃ / 1,354.3mm/年 (平年値、新見)
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り : H13～H16 年(計 4 回実施)
現地概要	近畿中国森林管理局森林技術・支援センターが管理する植栽本数別密度試験地。スギ 1,000 本区、2,000 本区、3,000 本区を設定し、それぞれの密度区に、①保育区+枝打区、②保育区+無枝打区、③無保育区 (現在は試験中断) の 3 試験区を設定している。
施業工程・経費等	地拵 : 24.4 人工/ha (H11.3)、植付 : 15.1 人工/ha (H11.3) 下刈 : 15.1 人工/ha (H13.6、1 回目)、2.7 人工/ha(H14.6、2 回目)、9.8 人工/ha (H15.6、3 回目)、9.1 人工/ha (H16.6、4 回目) ※近畿中国森林管理局森林技術・支援センター資料による。

③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区		2,000 本/ha 区		3,000 本/ha 区	
調査日	2016 年 2 月 9 日		2016 年 2 月 9 日		2016 年 2 月 8 日	
調査プロット	プロット No.1～2 (10×10mプロット)		プロット No.3～4 (10×10mプロット)		プロット No.5～6 (10×10mプロット)	
植栽木	スギ (枝打区)	スギ (無枝打区)	スギ (枝打区)	スギ (無枝打区)	スギ (枝打区)	スギ (無枝打区)
ha 当り本数(本)	900	1,300	2,200	2,100	2,000	2,900
平均樹高(m)	8.96	11.23	13.09	11.15	8.45	8.67
平均胸高直径(cm)	12.63	18.95	18.85	15.92	11.84	11.63
調査概況	・ 1,000 本/ha 枝打区を除き下刈が実施されており、下層植生はほとんどみられなかった。1,000 本/ha における主な侵入木としては、エノキ、キブシ、ツルコウゾ、ムラサキシキブ、クマイチゴなどが確認された。林床にチマキザサが多くみられる。 ・ 1,000 本/ha 無枝打区が約 80%程度林冠閉鎖しているのに対し、1,000 本/ha 枝打区では、侵入木やつる植物に被圧された枯損木跡のギャップが目立った。若齢期の枝打ちにより林冠閉鎖が遅れたことが原因と推察される。無施業区については、植栽密度に係らず植栽木が成林せず、試験区は放棄されていた。					

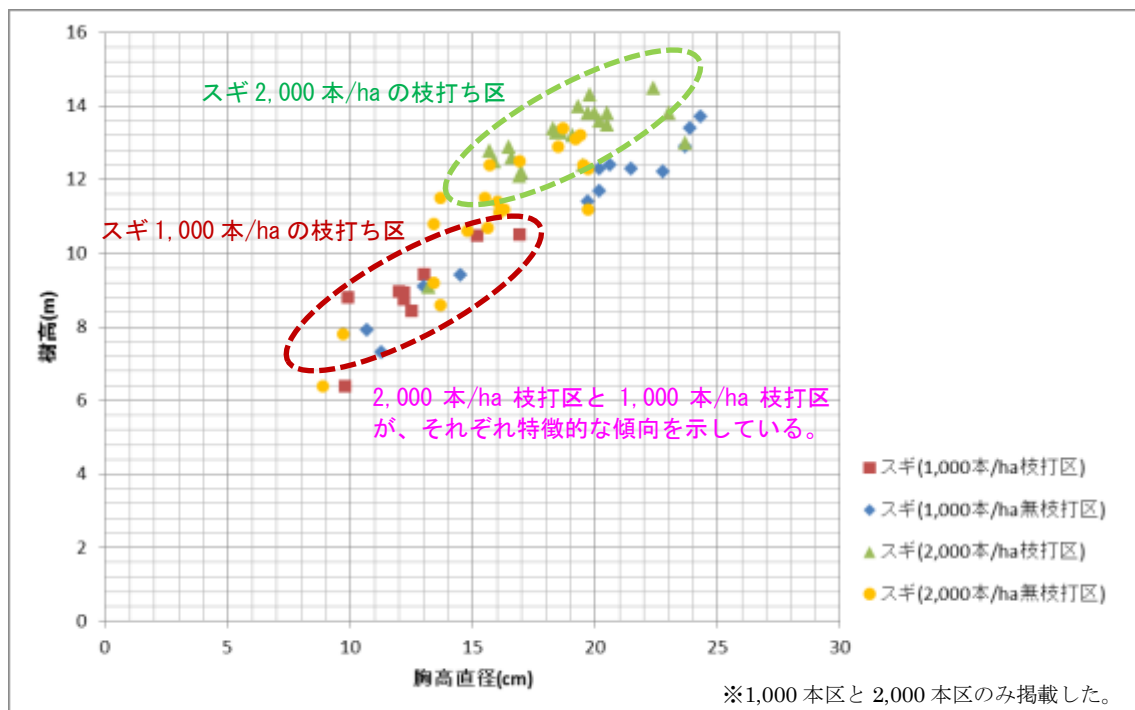


図 4.2.21 岡山県新見市スギ 密度区別散布図

④現地写真

	
試験地遠望	1,000 本/ha 無施業区

	
プロット No.1 (1,000 本/ha 枝打区)	プロット No.1 (1,000 本/ha 枝打区)

	
プロット No.2 (1,000 本/ha 無枝打区)	プロット No.1 (1,000 本/ha 無枝打区)



プロット No.3 (2,000 本/ha 枝打区)



プロット No.3 (2,000 本/ha 枝打区)



プロット No.3 (2,000 本/ha 無枝打区)



プロット No.3 (2,000 本/ha 無枝打区)



プロット No.4 (3,000 本/ha 枝打区)



プロット No.4 (3,000 本/ha 枝打区)



プロット No.5 (3,000 本/ha 無枝打区)



プロット No.5 (3,000 本/ha 無枝打区)

(11) 広島県福山市（スギ）

①位置図



図 4.2.22 低密度植栽地位置図（広島県福山市）

②現地概要

所在地	広島県福山市 広島森林管理署 755 林班ろ小班
面積	3.25ha (1,000 本区:0.80ha、1,500 本区:0.83ha、2,000 本区:0.85ha、3,000 本区:0.77ha)
樹 種	スギ (実生裸苗)
植栽年	S48 年植栽 (43 年生)
標 高	430～450m
傾斜角	33～42°
斜面方位	E～SE
平均気温/ 降水量	14.6℃ / 1,248.4mm/年 (平年値、府中)
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り: S48～S51 年 (計 4 回実施) つる切: S51～S56、S62、H2 年 (各年 1 回)、S57 年 (年 2 回)、S58 年 (年 3 回) (計 13 回) 除 伐: S58、H3 年 (計 2 回) 間 伐: H11 年 (1,000 本区以外)、H26 年 (全区域)
現地概要	広島森林管理署で管理する植栽本数別密度試験地。スギ 1,000 本/ha、1,500 本/ha、2,000 本/ha、3,000 本/ha の試験区を設定。これまでに、下刈り、除伐、間伐等を実施した 43 年生の林分。
施業工期・経費等	1,000 本区: 植付 7.1 人/ha、下刈 28.4 人/ha (4 回計) 3,000 本区: 植付 15.6 人/ha、下刈 30.1 人/ha (4 回計) ※広島森林管理署資料による。

③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区 (低密度植栽区)		3,000 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2016 年 2 月 11 日		2016 年 2 月 10,11 日	
調査プロット	プロット No.1 (20×20m)		プロット No.2 (25×20m)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	625	550	1,000	60
平均樹高(m)	23.66	2.37	25.03	2.00
平均胸高直径(cm)	31.65	1.52	27.88	1.53
調査概況	・ H11 年に密度試験区全域の間伐を実施した際、1,000 本/ha 区については林冠が閉鎖していない理由で間伐を実施しておらず、H26 年の間伐(列状間伐)が初回間伐となる。 ・ 3,000 本/ha 区に比べ、1,000 本区では平均胸高直径の値が上回っていた。ごく最近まで林冠が閉鎖していなかったことから、側			

	枝を成長させ、樹幹の肥大成長を促したものと考えられる。 ・ 主な侵入木としては、ヤマコウバシ、ムラサキシキブ、ハナイカダ、クロモジなどであり、1,000 本/ha 区で 4 種、3,000 本/ha 区で 3 種が確認された。林冠が閉鎖していることや過去に除伐等が行われていることから、高木性の樹木はみられなかった。
--	---

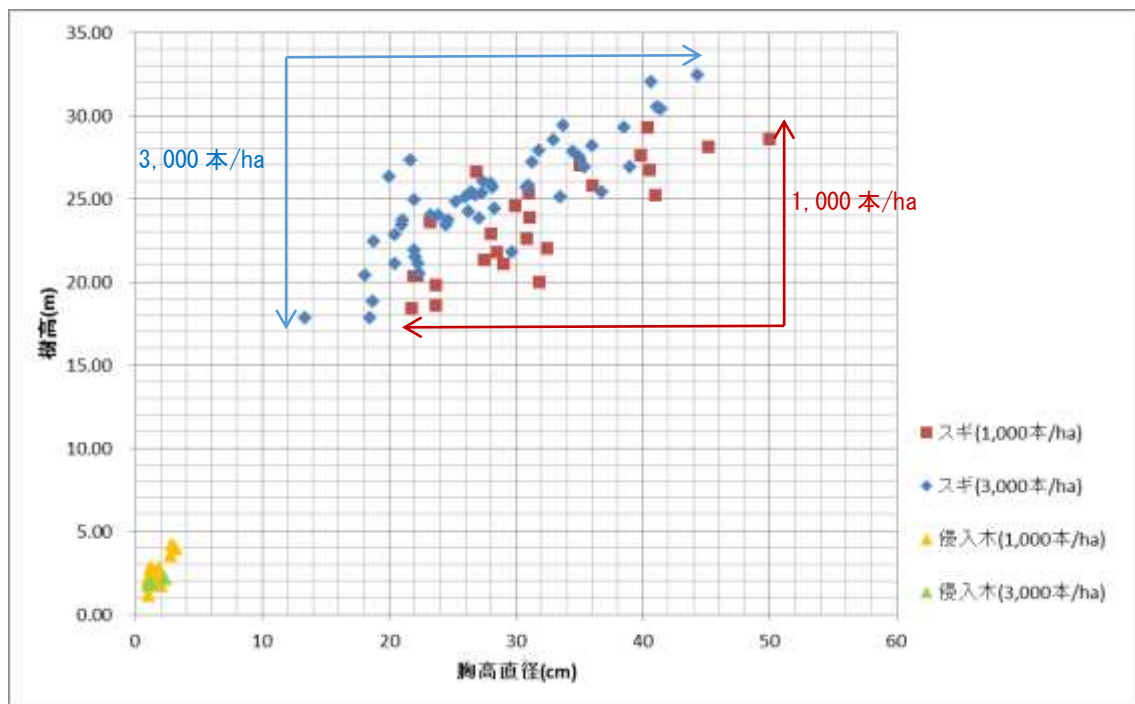


図 4.2.23 広島県福山市スギ 密度区別散布図

④現地写真

	
スギ 1,000 本/ha 区入口	スギ 1,000 本/ha 区看板

	
プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.1 遠望 (1,000 本/ha 区)

	
プロット No.1 林床 (1,000 本/ha 区)	プロット No.1 樹冠 (1,000 本/ha 区)

	
スギ 3,000 本/ha 区入口	スギ 3,000 本/ha 区看板

	
プロット No.2 (3,000 本/ha 区)	プロット No.3 遠望 (3,000 本/ha 区)

	
プロット No.2 林床 (3,000 本/ha 区)	プロット No.2 樹冠 (3,000 本/ha 区)

(12) 広島県福山市 (ヒノキ)

①位置図

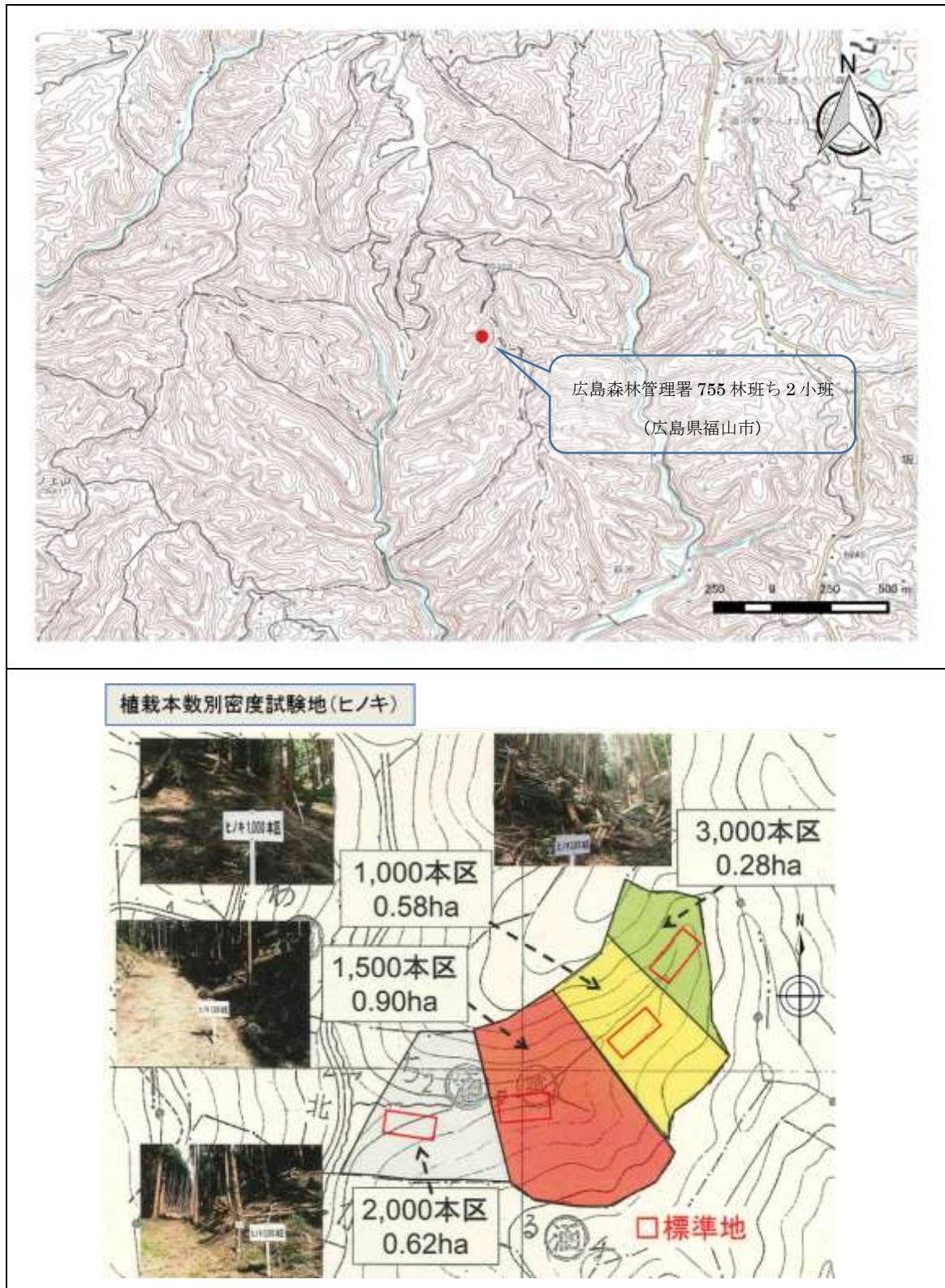


図 4.2.24 低密度植栽地位置図 (広島県福山市スギ)

②現地概要

所在地	広島県福山市 広島森林管理署 755 林班ち 2 小班
面積	2.38ha (1,000 本区:0.58ha、1,500 本区:0.90ha、2,000 本区:0.62ha、3,000 本区:0.28ha)
樹 種	ヒノキ (実生裸苗)
植栽年	S49 年植栽 (42 年生)
標 高	470～480m
傾斜角	40～42°
斜面方位	W～NW
平均気温/ 降水量	14.6℃ / 1,248.4mm/年 (平年値、府中)
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り: S49～S53 年 (計 5 回実施) つる切: S56、S57、H7 年 (計 3 回) 除 伐: S59、S61、H7 年 (計 3 回) 間 伐: H11 年 (1,000 本区以外)、H26 年 (全区域)
現地概要	広島森林管理署で管理する植栽本数別密度試験地。ヒノキ 1,000 本/ha、1,500 本/ha、2,000 本/ha、3,000 本/ha の試験区を設定。これまでに、下刈り、除伐、間伐等を実施した 42 年生の林分。
施業工期・経費等	1,000 本区: 植付 8.6 人/ha、補植 1.1 人/ha (補植率 25%/ha)、下刈 31.7 人/ha (5 回計)。 3,000 本区: 植付 17.9 人/ha、補植 0.5 人/ha (補植率 8%/ha)、下刈 48.2 人/ha (5 回計) ※広島森林管理署資料による。

③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区 (低密度植栽区)		3,000 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2016 年 2 月 10 日		2016 年 2 月 10 日	
調査プロット	プロット No.1 (20×20m)		プロット No.2 (20×20m)	
植栽木/侵入木	ヒノキ	侵入木	ヒノキ	侵入木
ha 当り本数(本)	693	347	1,060	200
平均樹高(m)	18.60	2.56	18.90	2.48
平均胸高直径(cm)	27.46	1.14	22.28	1.22
調査概況	・スギ試験地同様にヒノキ試験地においても、H11 年に密度試験区全域の間伐を実施した際、1,000 本/ha 区については林冠が閉鎖していない理由で間伐を実施しておらず、H26 年の間伐(列状間伐)が初回間伐となる。			

	• 3,000 本/ha 区に比べ、1,000 本区では平均胸高直径の値が大きく上回っていた。H26 年が初回間伐であり、ごく最近まで林冠が閉鎖していなかったことから、側枝を成長させ、樹幹の肥大成長を促したものと考えられる。 • 主な侵入木としては、ムラサキシキブ、リョウブ、ハナイカダ、アオハダ、クロモジ、アラカシなどであり、1,000 本/ha 区で 6 種、3,000 本区で 5 種が確認された。林冠が閉鎖していることや過去に除伐等が行われていることから、高木性の侵入木はみられなかった。 • 1,000 本/ha では、つる植物の巻き付きにより樹幹が変形した立木が散見された。若齢時につる植物の被圧の影響が強かったことが推察される。
--	---

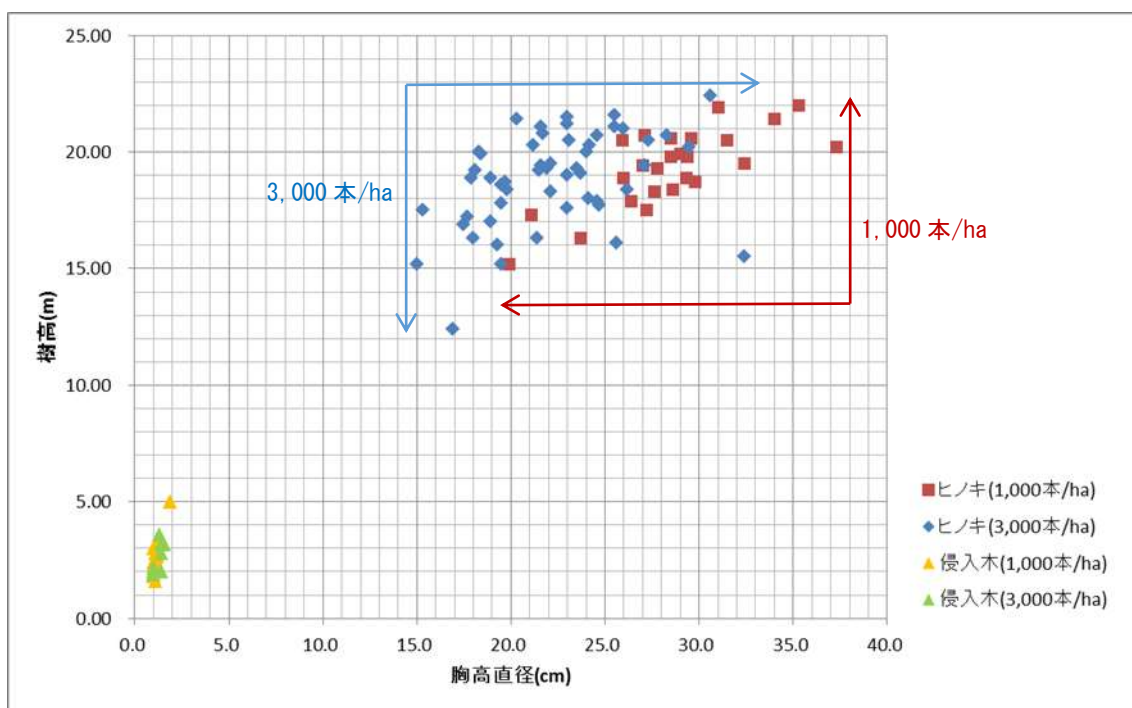


図 4.2.25 広島県福山市ヒノキ 密度区別散布図

④現地写真

	
ヒノキ 1,000 本/ha 区入口	ヒノキ 1,000 本/ha 区看板

	
プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.1 林内 (1,000 本/ha 区)

	
プロット No.1 林床 (1,000 本/ha 区)	プロット No.1 樹冠 (1,000 本/ha 区)

	
樹幹の変形 (1,000 本/ha 区)	つる巻付き木 (1,000 本/ha 区)

	
ヒノキ 3,000 本/ha 区入口	ヒノキ 3,000 本/ha 区看板

	
プロット No.2 (3,000 本/ha 区)	プロット No.3 林内 (3,000 本/ha 区)

 A photograph showing the forest floor of Plot No. 2. The ground is covered with dry leaves, twigs, and several fallen tree trunks. The background shows a dense stand of trees.	 A photograph looking up at the canopy of Plot No. 2. The image shows a dense network of dark tree branches and green foliage against a bright sky.
プロット No.2 林床 (3,000 本/ha 区)	プロット No.2 樹冠 (3,000 本/ha 区)

(13) 高知県香美市 (スギ)

①位置図

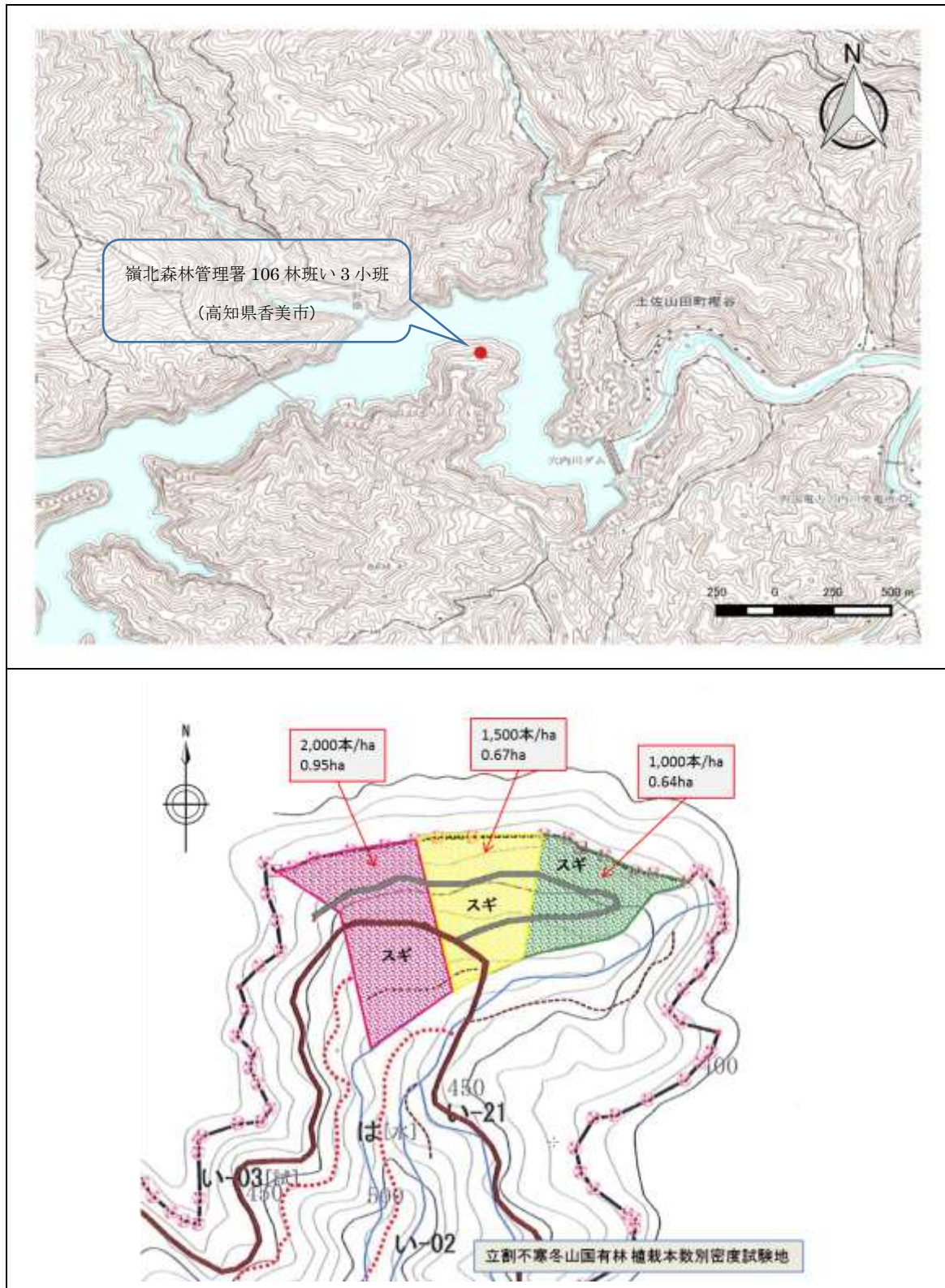


図 4.2.26 低密度植栽地位置図 (高知県香美市)

②現地概要

所在地	高知県香美市 嶺北森林管理署 106 林班い 3 小班																												
面積	2.26ha (1,000 本区:0.64ha、1,500 本区:0.67ha、2,000 本区:0.95ha)																												
樹 種	スギ (実生裸苗)																												
植栽年	H21 年植栽 (7 年生)																												
標 高	430～460m																												
傾斜角	14～23°																												
斜面方位	NW～N																												
平均気温/ 降水量	13.9℃ / 2,616.2mm/年 (平年値、本山)																												
土 壌	褐色森林土																												
施業履歴	下刈り : H21～H25 年 (計 5 回実施)																												
現地概要	立割不寒冬山国有林にある植栽本数別試験地。スギ 1,000 本/ha 区、1,500 本/ha 区、2,000 本/ha 区を設定する。																												
施業工程・経費等	・植付工程 : 1,000 本区 : 4.69 人/ha、1,500 本区 : 7.46 人/ha、2,000 人/ha : 8.42 人/ha ・下刈工程 : <table><tr><td>下刈 (人/ha)</td><td>H21</td><td>H22</td><td>H23</td><td>H24</td><td>H25</td><td>計</td></tr><tr><td>1,000 本区</td><td>5.77(筋)</td><td>4.81(筋)</td><td>5.77(筋)</td><td>5.77(筋)</td><td>4.0(全)</td><td>26.12</td></tr><tr><td>1,500 本区</td><td>5.17(筋)</td><td>4.31(筋)</td><td>5.17(筋)</td><td>5.17(筋)</td><td>4.0(全)</td><td>23.82</td></tr><tr><td>2,000 本区</td><td>5.79(筋)</td><td>4.21(筋)</td><td>3.16(筋)</td><td>3.16(筋)</td><td>4.0(全)</td><td>20.32</td></tr></table> ※四国森林管理局 森林技術・支援センター資料より	下刈 (人/ha)	H21	H22	H23	H24	H25	計	1,000 本区	5.77(筋)	4.81(筋)	5.77(筋)	5.77(筋)	4.0(全)	26.12	1,500 本区	5.17(筋)	4.31(筋)	5.17(筋)	5.17(筋)	4.0(全)	23.82	2,000 本区	5.79(筋)	4.21(筋)	3.16(筋)	3.16(筋)	4.0(全)	20.32
下刈 (人/ha)	H21	H22	H23	H24	H25	計																							
1,000 本区	5.77(筋)	4.81(筋)	5.77(筋)	5.77(筋)	4.0(全)	26.12																							
1,500 本区	5.17(筋)	4.31(筋)	5.17(筋)	5.17(筋)	4.0(全)	23.82																							
2,000 本区	5.79(筋)	4.21(筋)	3.16(筋)	3.16(筋)	4.0(全)	20.32																							

③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区 (低密度植栽区)		2,000 本/ha 区 (低密度植栽区)	
調査日	2016 年 2 月 9 日		2016 年 2 月 9 日	
調査プロット	プロット No.1～3 (10×10m)		プロット No.4～5 (10×10m)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,167	1,300	1,350	1,400
平均樹高(m)	6.26	2.64	7.20	2.78
平均胸高直径(cm)	10.93	1.56	12.33	1.64
調査概況	・当該試験地ではシカの被害があまりみられないことから、枯死木については、植栽後程ない時期にノウサギによる食害や風害の影響があったものと推察される (森林技術・支援センター資料より)。 現地調査では、1,000 本/ha 区に比べ、2,000 本/ha 区が大きく本数を減らしていることから、これらの影響が考えられる。			

	• 1000 本/ha 区では、斜面上部に植栽されたスギの生育がやや遅れているが、そのほかのプロットでは 1,000 本/ha 区、2,000 本/ha 区とも生育状況に大きな差は見られない。 • スギは、樹高 6～7m となっており、侵入木との樹高差から被圧の影響からは抜け出しているが、林床は広葉樹やつる植物が繁茂している。つる植物の巻付いたスギが多く確認された。 • 主な侵入木としては、アカメガシワ、ゴンズイ、イヌザンショウ、エゴノキ、クサギ、ノリウツギなどであり、1,000 本/ha 区で 15 種、2,000 本/ha 区で 13 種が確認された。
--	---

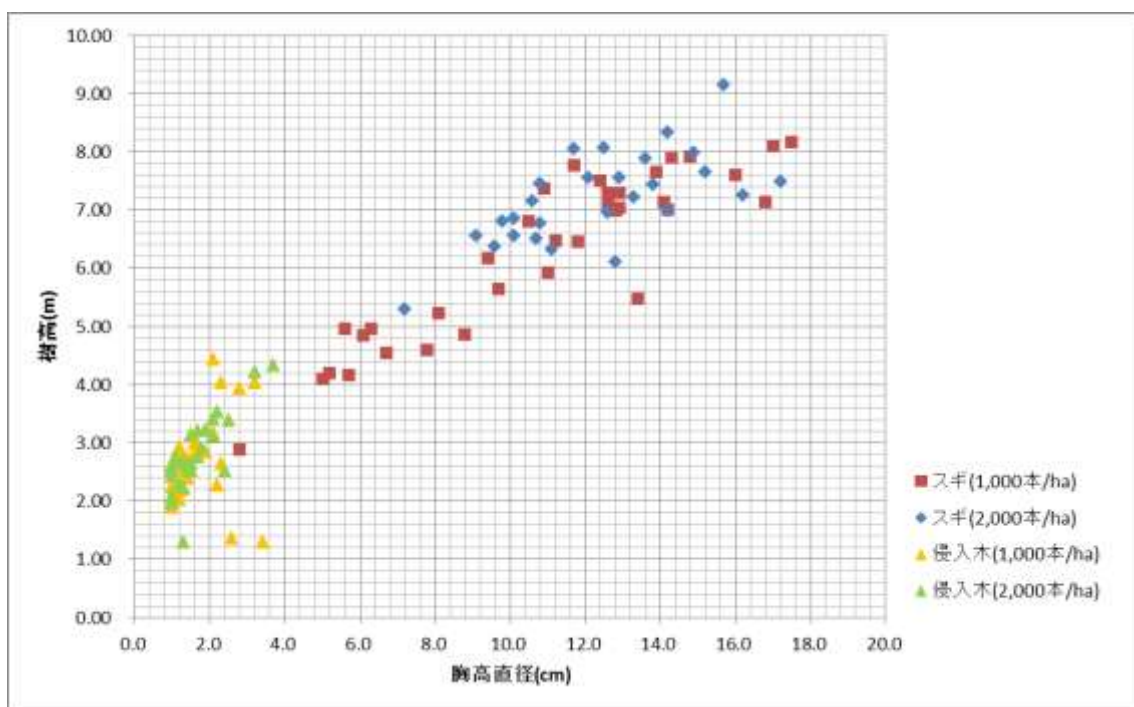


図 4.2.27 高知県香美町スギ 密度区別散布図

④現地写真

	
プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.1 ツル巻木 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.2 (1,000 本/ha 区)	プロット No.2 林床 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.3 (1,000 本/ha 区)	プロット No.3 スギ立木 (1,000 本/ha 区)



プロット No.4 (2,000 本/ha 区)



プロット No.4 樹冠 (2,000 本/ha 区)



プロット No.5 (2,000 本/ha 区)



プロット No.5 樹冠 (2,000 本/ha 区)

(14) 高知県吾川郡いの町（ヒノキ）

①位置図

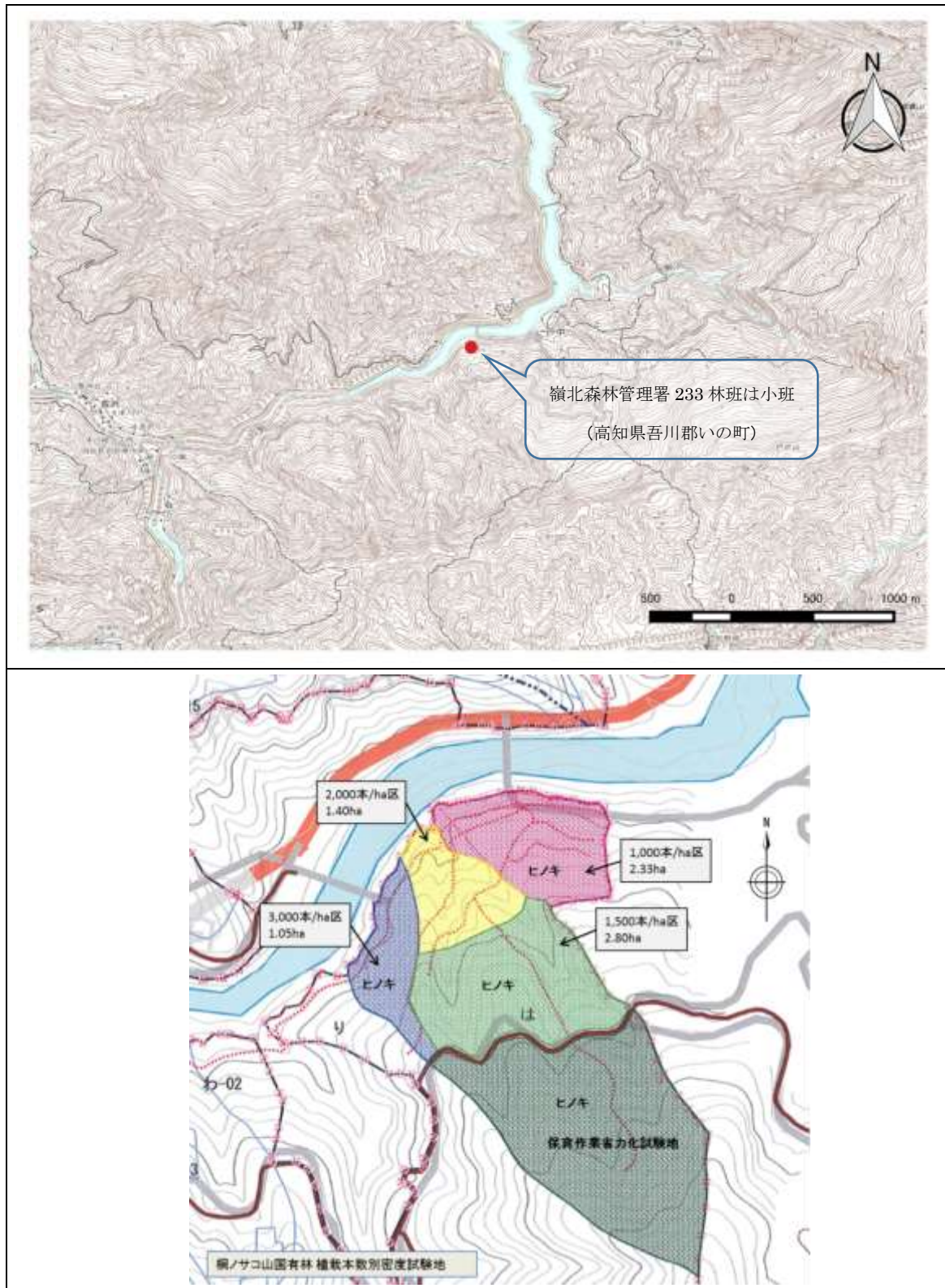


図 4.28 低密度植栽地位置図（高知県吾川郡いの町）

②現地概要

所在地	高知県吾川郡いの町 嶺北森林管理署 233 林班は小班																																								
面積	7.58ha (1,000 本区:2.33ha、1,500 本区:2.80ha、2,000 本区:1.40ha、3,000 本区:1.05ha)																																								
樹 種	ヒノキ (実生裸苗)																																								
植栽年	H21 年植栽 (7 年生)																																								
標 高	600～630m																																								
傾斜角	26～43°																																								
斜面方位	NW～N																																								
平均気温/ 降水量	12.1℃ / 3,077.2mm/年 (平年値、本川)																																								
土 壌	褐色森林土																																								
施業履歴	下刈り: H21～H25 年 (計 5 回実施)																																								
現地概要	桐ノサコ山国有林にある植栽本数別試験地。ヒノキ 1,000 本/ha 区、1,500 本/ha 区、2,000 本/ha 区及び対照区として 3,000 本/ha 区を設定。																																								
施業工程・経費等	・ 下刈工程: <table border="1"> <thead> <tr> <th>下刈 (人/ha)</th><th>H21</th><th>H22</th><th>H23</th><th>H24</th><th>H25</th><th>計</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,000 本区</td><td>3.79(筋)</td><td>3.69(筋)</td><td>4.61(筋)</td><td>2.76(筋)</td><td>5.99(全)</td><td>20.81</td></tr> <tr> <td>1,500 本区</td><td>5.25(筋)</td><td>5.36(筋)</td><td>2.68(筋)</td><td>2.50(筋)</td><td>5.71(全)</td><td>21.50</td></tr> <tr> <td>2,000 本区</td><td>4.29(全)</td><td>5.00(筋)</td><td>6.43(筋)</td><td>2.86(筋)</td><td>6.40(全)</td><td>24.98</td></tr> <tr> <td>3,000 本区</td><td>8.57(全)</td><td>5.71(全)</td><td>8.10(筋)</td><td>3.81(筋)</td><td>6.67(全)</td><td>32.86</td></tr> </tbody> </table> 「四国森林管理局 森林技術・支援センター資料より」						下刈 (人/ha)	H21	H22	H23	H24	H25	計	1,000 本区	3.79(筋)	3.69(筋)	4.61(筋)	2.76(筋)	5.99(全)	20.81	1,500 本区	5.25(筋)	5.36(筋)	2.68(筋)	2.50(筋)	5.71(全)	21.50	2,000 本区	4.29(全)	5.00(筋)	6.43(筋)	2.86(筋)	6.40(全)	24.98	3,000 本区	8.57(全)	5.71(全)	8.10(筋)	3.81(筋)	6.67(全)	32.86
下刈 (人/ha)	H21	H22	H23	H24	H25	計																																			
1,000 本区	3.79(筋)	3.69(筋)	4.61(筋)	2.76(筋)	5.99(全)	20.81																																			
1,500 本区	5.25(筋)	5.36(筋)	2.68(筋)	2.50(筋)	5.71(全)	21.50																																			
2,000 本区	4.29(全)	5.00(筋)	6.43(筋)	2.86(筋)	6.40(全)	24.98																																			
3,000 本区	8.57(全)	5.71(全)	8.10(筋)	3.81(筋)	6.67(全)	32.86																																			

③現地調査結果

密度別調査区	1,000 本/ha 区 (低密度植栽区)		3,000 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2016 年 2 月 8,10 日		2016 年 2 月 8,10 日	
調査プロット	プロット No.1～3 (10×10m)		プロット No.4～5 (10×10m)	
植栽木/侵入木	ヒノキ	侵入木	ヒノキ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,267	633	2,750	400
平均樹高(m)	3.56	2.22	3.26	2.22
平均胸高直径(cm)	4.76	1.48	3.43	1.14
調査概況	・ 当該試験地周辺にはシカがあまり生息していないことから、枯死木について、ほとんどの被害はノウサギによる食害と推察される。植栽 2 年後以降新たな枯死はほとんどない (森林技術・支援センター資料より)。			

	・ 植栽木のヒノキは、樹高 3~4m 程度であり、3,000 本/ha 区でも樹冠疎密度は 20%程度であり、閉鎖にはまだ時間がかかる。特につる植物の被害が目立ち、先折れしたヒノキがみられた。 ・ 3,000 本/ha 区に比べ、1,000 本/ha 区の方が生育が良好であるが、植栽された斜面や傾斜の影響と考えられる（3,000 本/ha 区→北西斜面、1,000 本/ha 区→北斜面）。 ・ 主な侵入木としては、シロモジ、エゴノキ、タラノキ、ヒサカキなどであり、1,000 本/ha 区で 8 種、3,000 本区で 6 種が確認された。また、林床にはササやススキが密生し、サルナシやフジなどの巻付いたヒノキが目立った。
--	---

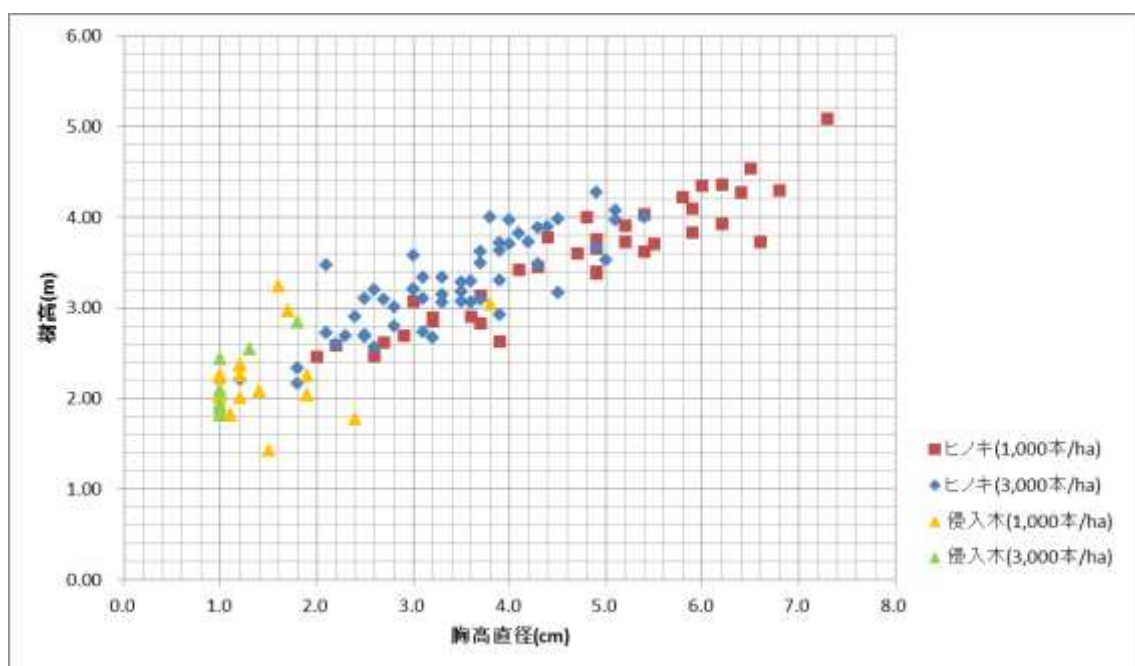


図 4.2.29 高知県吾川郡いの町ヒノキ密度区別散布図

④現地写真

	
プロット No.1 (1,000 本/ha 区)	プロット No.1 ツル巻 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.2 (1,000 本/ha 区)	プロット No.2 林床 (1,000 本/ha 区)
	
プロット No.3 (1,000 本/ha 区)	プロット No.3 先折 (1,000 本/ha 区)



プロット No.4 (3,000 本/ha 区)



プロット No.4 林床 (3,000 本/ha 区)



プロット No.5 (3,000 本/ha 区)



プロット No.5 剥皮 (3,000 本/ha 区)



試験地看板

(15) 長崎県佐世保市

①位置図

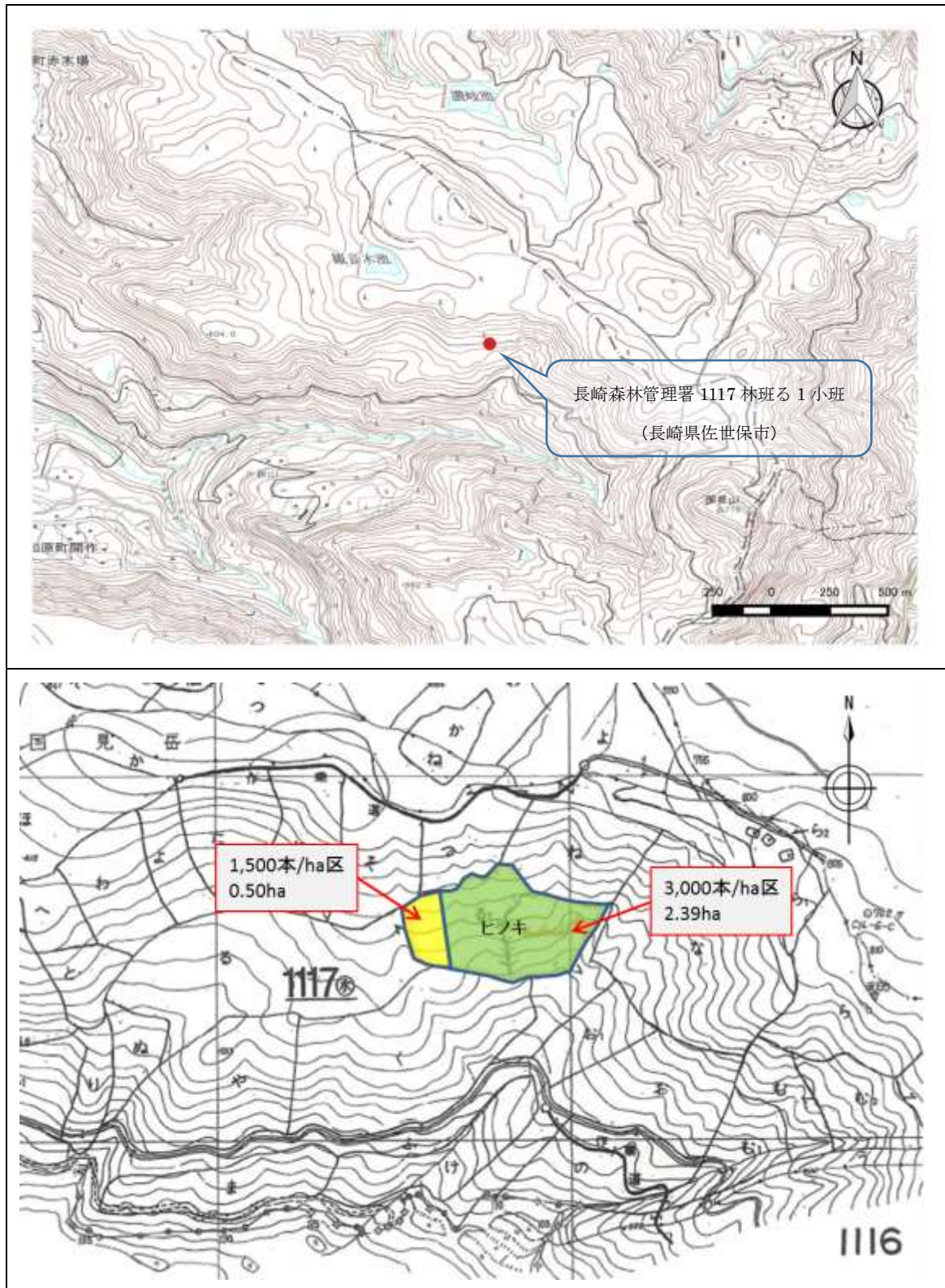


図 4.2.30 低密度植栽地位置図 (長崎県佐世保市)

②現地概要

所在地	長崎県佐世保市 長崎森林管理署 1117 林班る 1 小班
面積	2.89ha (1,500 本区 : 0.50ha、3,000 本区 : 2.39ha)
樹 種	ヒノキ (実生裸苗)
植栽年	H17 年植栽 (11 年生)
標 高	580～610m
傾斜角	7～26°
斜面方位	S
平均気温/ 降水量	17.0℃ / 1,949.7mm/年 (平年値、佐世保)
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り : H17～H21、H23 年 (計 6 回実施)
現地概要	国見岳国有林にある植栽本数別試験地。ヒノキ 1,000 本/ha 区及び対照区として 3,000 本/ha 区を設定。
施業工期・経費等	植付 : 15.9 人工/ha (2.89ha 全域を対象) 下刈 : H17～21 年 (各年 4.7 人工/ha、全刈)、H22 年 (7.7 人工/ha、全刈) (2.89ha 全域を対象) ※「林班沿革簿」より

③現地調査結果

密度別調査区	1,500 本/ha 区 (低密度植栽区)		3,000 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2016 年 1 月 13 日		2016 年 1 月 13 日	
調査プロット	プロット No.1～3 (10×10m)		プロット No.4～5 (10×10m)	
植栽木/侵入木	ヒノキ	侵入木	ヒノキ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,333	3,900	2,400	2,450
平均樹高(m)	4.82	3.73	4.77	4.00
平均胸高直径(cm)	8.88	2.94	8.71	3.14
調査概況	・ 植栽木のヒノキは樹高 4～6m 程度となっているが、侵入木が 3～5m 程度で樹間に繁茂しており、被圧傾向にあることが推察される。また、1,000 本/ha 区においては、アケビ、ヘクソカズラ、クズなどのつる植物が巻付いたヒノキが多数みられ、先折れや曲り木などが確認された。 ・ 1,000 本/ha 区、3,000 本/ha 区ともに林冠閉鎖には至っておらず、密度効果による生育の差異はないと思われるが、3,000 本/ha 区に比べ 1,000 本/ha 区の方が単木の生育状況にばらつきがみられる。侵入木による被圧の程度により生育状況に差が出たのではないかと推察される。			

- ・主な侵入木としては、アカメガシワ、アオモジ、イヌビワ、エゴノキ、クマイチゴ、ヌルデなどであり、1,000 本/ha 区で 12 種、3,000 本区で 7 種が確認された。また、林床にはススキが密生し、サルナシやフジなどの巻付いた立木が目立った。

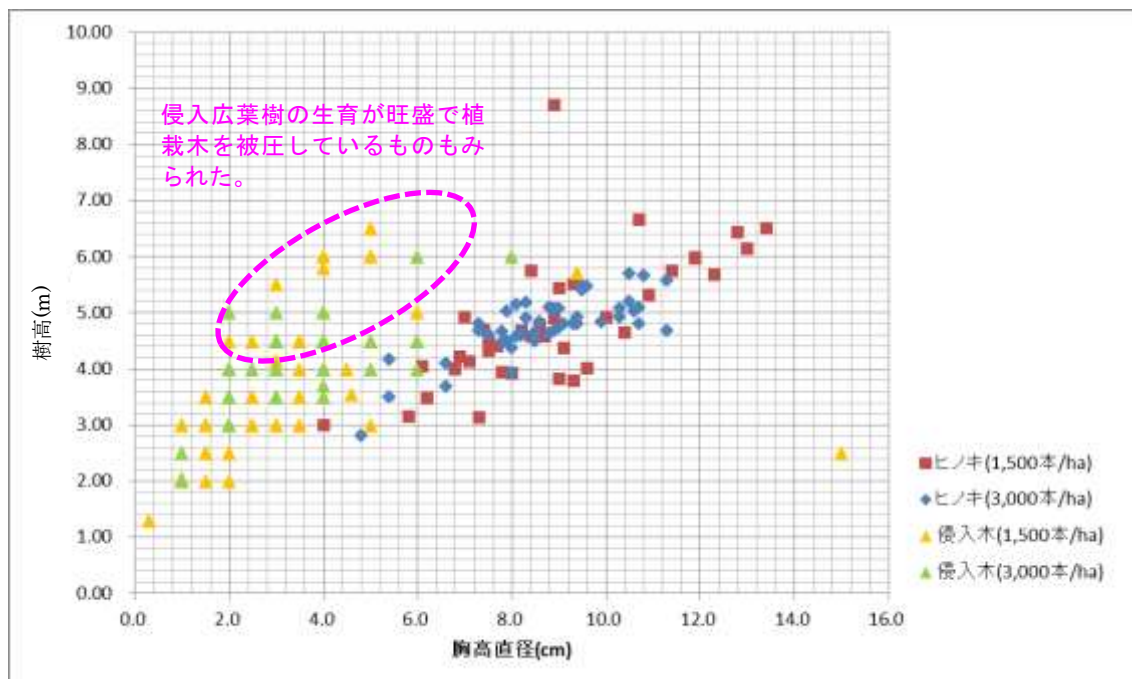


図 4.2.31 長崎県佐世保市ヒノキ密度区別散布図

④現地写真

	
プロット No.1 (1,500 本/ha 区)	プロット No.1 侵入木 (1,500 本/ha 区)
	
プロット No.2 (1,500 本/ha 区)	プロット No.2 枝打実施 (1,500 本/ha 区)
	
プロット No.3 (1,500 本/ha 区)	プロット No.3 侵入木等 (1,500 本/ha 区)



プロット No.4 (3,000 本/ha 区)



プロット No.4 二俣木 (3,000 本/ha 区)



プロット No.5 (3,000 本/ha 区)



試験地看板

(16) 宮崎県えびの市 (スギ 1,500 本/ha)

①位置図

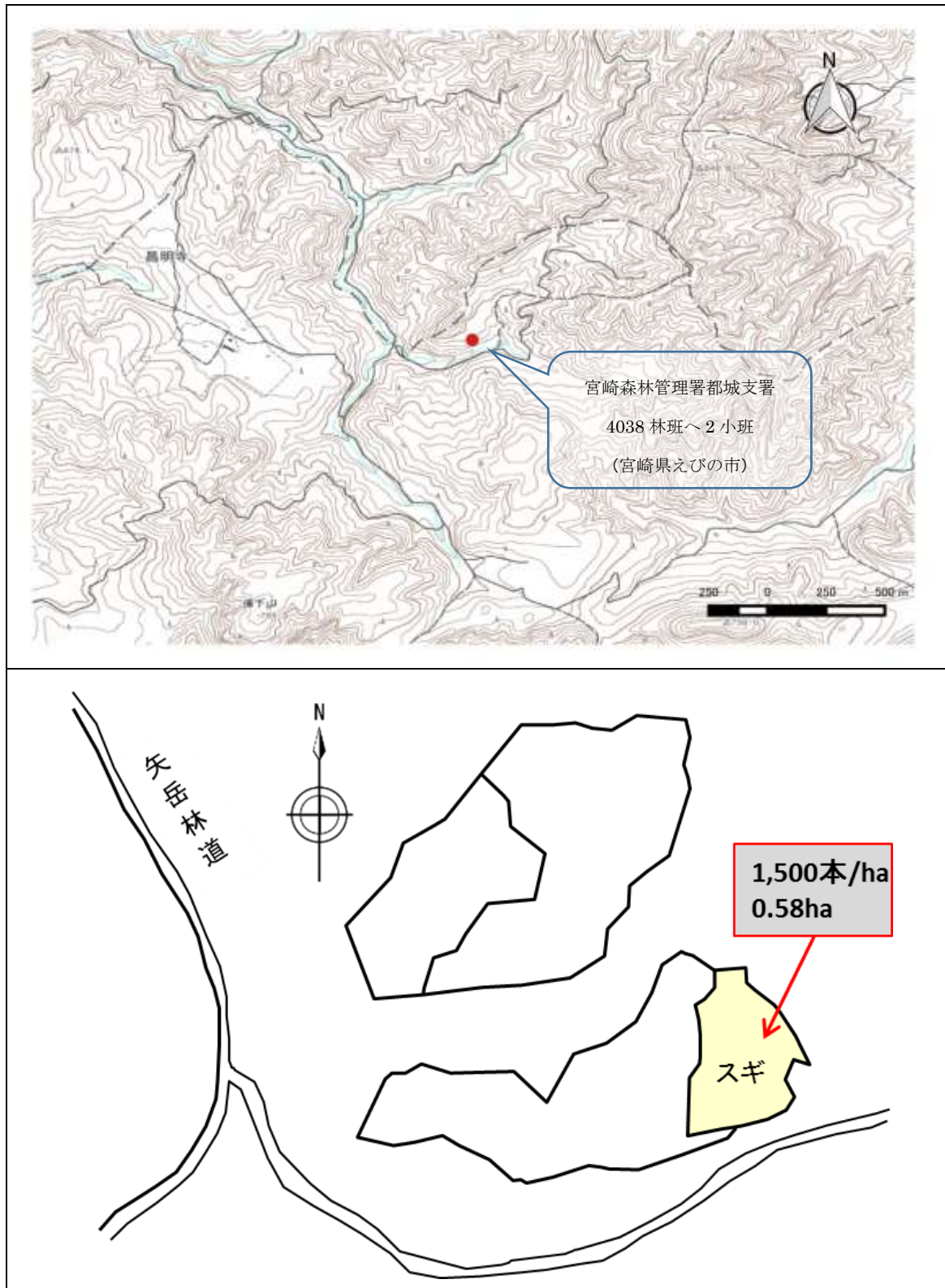


図 4.2.32 低密度植栽地位置図 (宮崎県えびの市スギ 1,500 本/ha)

②現地概要

所在地	宮崎県えびの市 宮崎森林管理署都城支署 4038 林班へ 2 小班
面積	0.58ha (1,500 本区)
樹 種	スギ (挿し木裸苗)
植栽年	H17 年植栽 (11 年生)
標 高	640m
傾斜角	17°
斜面方位	SW
平均気温/ 降水量	15.5℃ / 2,583.5mm/年 (平年値、加久藤)
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り : H18~H22 (計 5 回実施)
現地概要	昌明寺国有林にある植栽本数別試験地。スギ 1,500 本/ha 区を設定。
施業工程・経費等	下刈 : H18 年 (5.0 人工/ha、全刈)、H21 年 (4.7 人工/ha、全刈) ※「造林地実態調査カード」(「へ 2 小班」の施業のみ)

③現地調査結果

密度別調査区	1,500 本/ha 区 (低密度植栽区)	
調査日	2016 年 1 月 11 日	
調査プロット	プロット No.1 (20×30m)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	817	633
平均樹高(m)	4.37	2.37
平均胸高直径(cm)	7.51	1.47
調査概況	・ H20 年にスギ植栽木へのシカの食害が判明し、500 本が被害にあう。調査結果より、立木本数は 817 本/ha と植栽時の約半分まで本数を減らしている。現在もシカの被害は継続しており、樹皮剥ぎや継続的な食害により矮性化したスギが多数みられる。 ・ シカ被害の影響により、単木毎にスギの生育に差がみられる。また、ある程度生長したスギでも、若齢時の食害の影響から二俣木となっているものが多くみられる。 ・ 林床にはススキが繁茂し、植栽木以外の樹木もシカの食害にあっており、本数は多くはみられない。主な侵入木はシキミ、サザンカなど 3 種のみであった。	

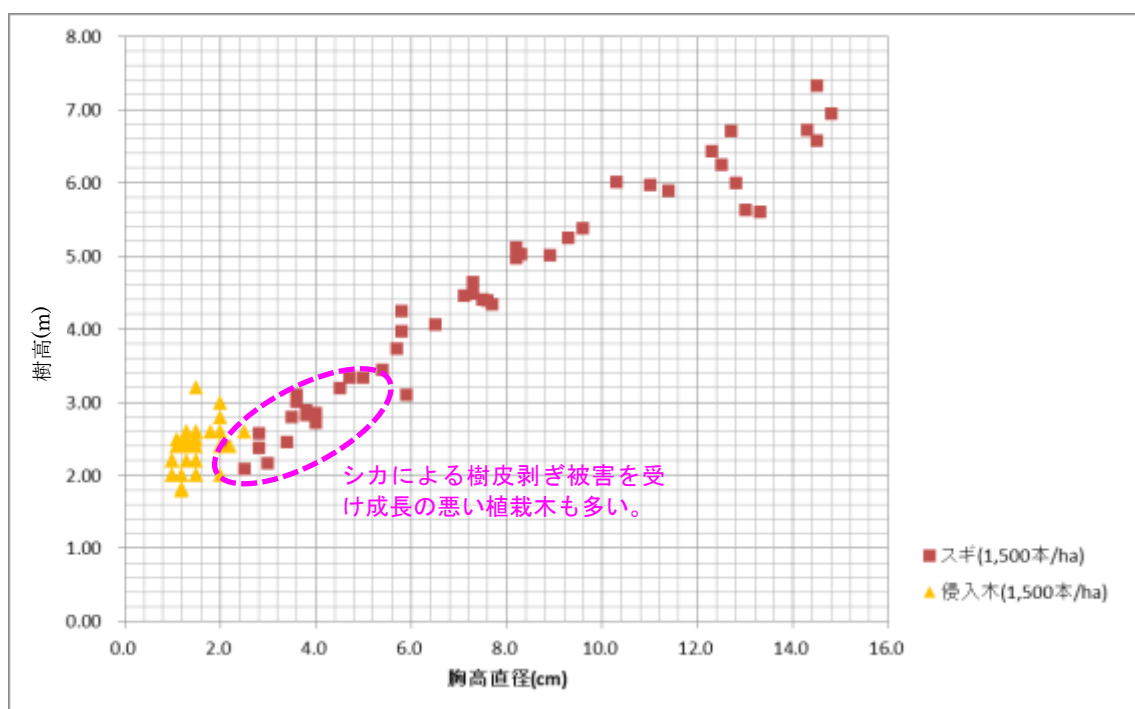


図 4.2.33 宮崎県えびの市（スギ 1,500 本/ha）密度区別散布図

④現地写真

	
プロット No.1 (1,500 本/ha 区)	プロット No.1 遠望 (1,500 本/ha 区)
	
プロット No.1 林況 (1,500 本/ha 区)	プロット No.1 シカ食害木 (1,500 本/ha 区)
	
プロット No.1 シカ食害跡 (1,500 本/ha 区)	プロット No.1 シカ糞 (1,500 本/ha 区)

(17) 宮崎県えびの市(スギ)

①位置図

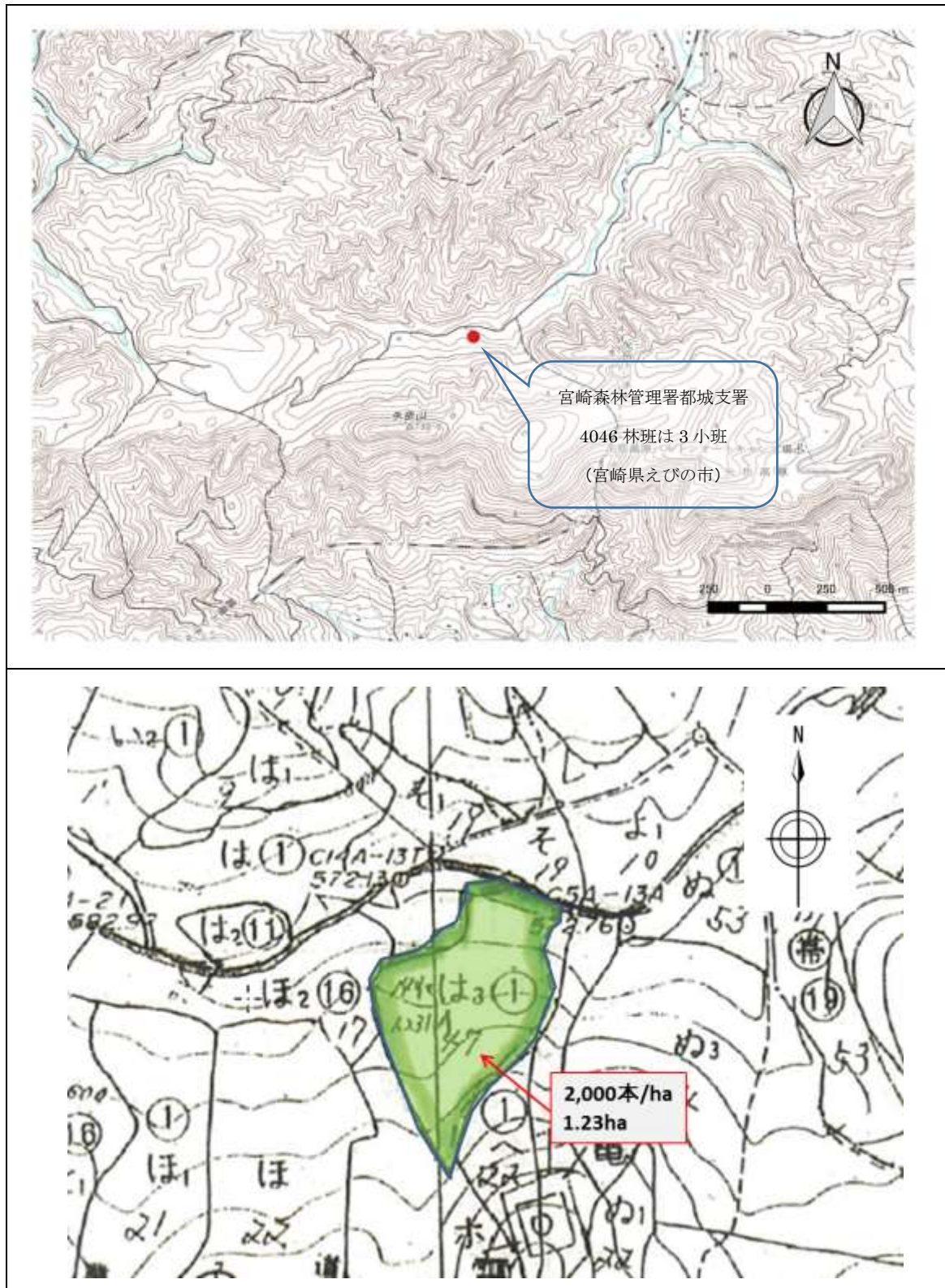


図 4.2.34 低密度植栽地位置図 (宮崎県えびの市スギ 2,000 本/ha)

②現地概要

所在地	宮崎県えびの市 宮崎森林管理署都城支署 4046 林班は 3 小班
面積	1.23ha (2,000 本区)
樹 種	スギ (挿し木裸苗)
植栽年	H17 年植栽 (11 年生)
標 高	580m
傾斜角	15°
斜面方位	N
平均気温/ 降水量	15.5℃ / 2,583.5mm/年 (平年値、加久藤)
土 壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り : H17~H21 (計 5 回実施)
現地概要	昌明寺国有林にある植栽本数別試験地。スギ 2,000 本/ha 区を設定。
施業工程・経費等	下刈 : H17 年 (5.0 人工/ha、全刈)、H20 年 (4.6 人工/ha、全刈)、 H21 年 (4.6 人工/ha、全刈) ※「造林地実態調査カード」(「は 3 小班」の施業のみ)

③現地調査結果

密度別調査区	2,000 本/ha 区 (低密度植栽区)	
調査日	2016 年 1 月 11 日	
調査プロット	プロット No.1 (20×30m)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	700	33
平均樹高(m)	5.71	4.00
平均胸高直径(cm)	10.59	6.00
調査概況	・ H20 年にスギ植栽木へのシカの食害が判明し (500 本被害)、同年シカネットを設置した (550m)。 ・ 調査結果より、立木本数は 700 本/ha と植栽時の約 1/3 まで本数を減らしている。H20 年にシカネットを設置しているが、イノシシがネットを壊して侵入した形跡が確認されることから、シカが侵入している可能性も考えられる。 ・ 林床にはススキが繁茂し、スギ以外の侵入木はほとんどみられず、主な侵入木としてホオノキ、クマノミズキなどがあげられる。 ・ 1,500 本/ha 区同様に、シカ被害の影響により、単木毎にスギの生育に差がみられる。ただし、H20 年以降シカネットを設置したことにより、(継続的な食害による) 極端に歪化したスギはみられなかった。	

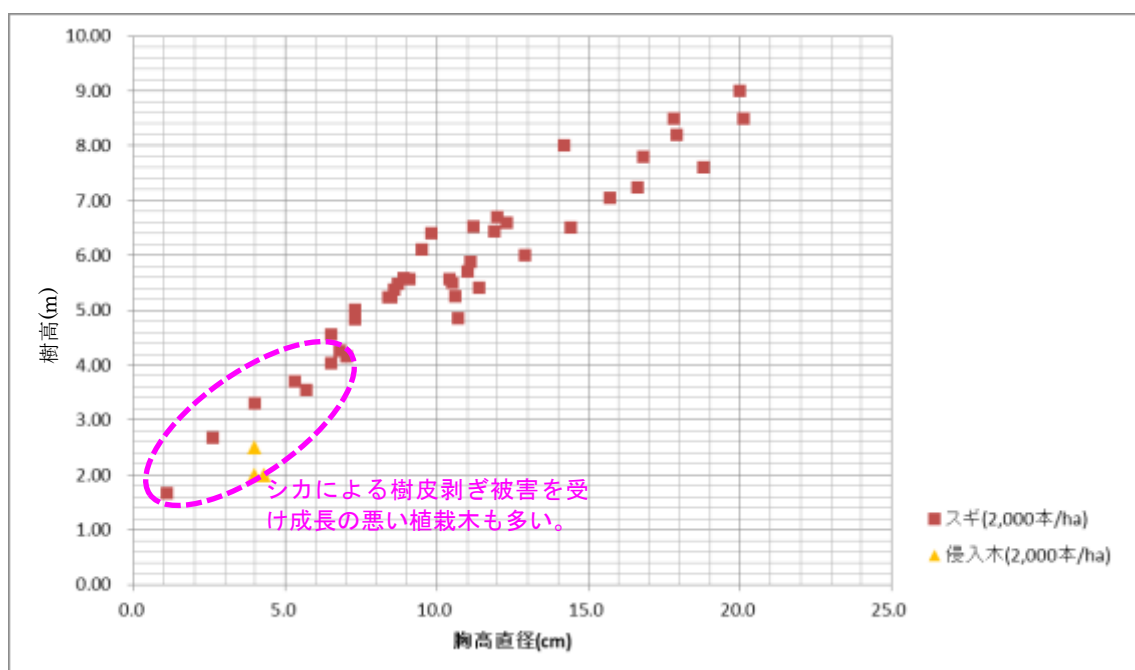


図 4.2.35 宮崎県えびの市（スギ 2,000 本/ha）密度区別散布図

④現地写真

	
試験地 遠景	試験地 近景

	
プロット No.1 (2,000 本/ha 区)	プロット No.1 林況 (2,000 本/ha 区)

	
シカネット (2,000 本/ha 区)	シカネット破損箇所 (2,000 本/ha 区)

(18) 宮崎県児湯郡木城町

①位置図

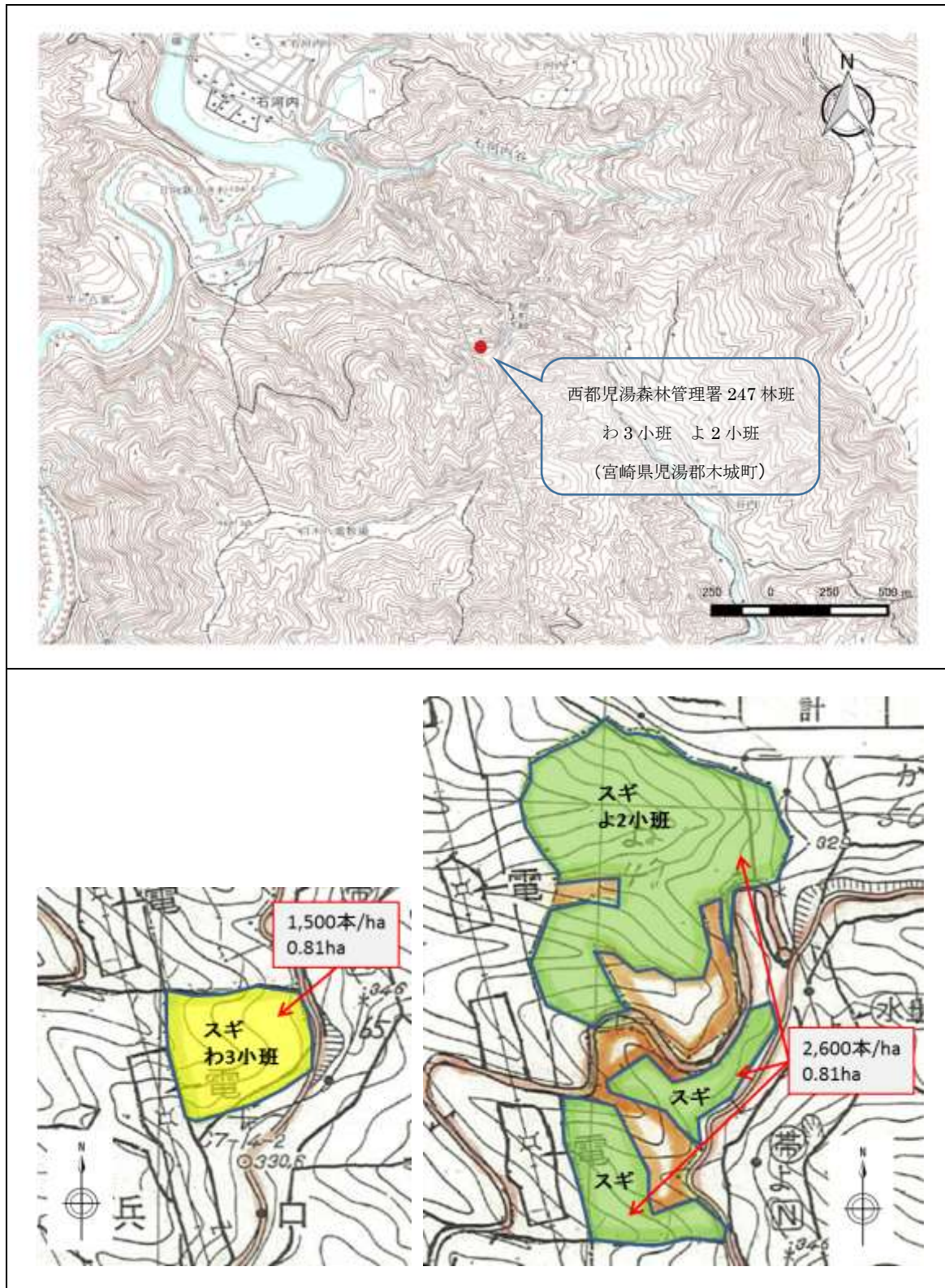


図 4.2.36 低密度植栽地位置図 (宮崎県児湯郡木城町)

②現地概要

所在地	宮崎県児湯郡木城町 西都児湯森林管理署 247 林班わ 3・よ 2 小班
面積	4.61ha (1,500 本区 : 0.81ha、2,600 本/区 : 3.80ha)
樹 種	スギ (挿し木裸苗)
植栽年	H17 年植栽 (11 年生)
標 高	270～280m
傾斜角	18～31°
斜面方位	NW～N
平均気温/ 降水量	17.4℃ / 2,372.8mm/年 (平年値、高鍋)
土 壌	乾性褐色森林土
施業履歴	下刈り : H17～H21 (計 5 回実施) 除伐 : H25 年 (計 1 回実施)
現地概要	浜口国有林にある植栽本数別試験地。スギ 1,500 本/ha 区及び比較対照区として 3,000 本/ha を設定。
施業工程・経費等	植付 : H17 年(10.5 人工/ha) 下刈 : H17 年 (6.2 人工/ha、全刈)、H18 年 (5.9 人工/ha、全刈)、 H19 年 (7.4 人工/ha、全刈)、H20 年 (22.2 人工/ha、全刈)、H21 年 (7.4 人工/ha、全刈)、 ※「造林地実態調査カード」(「わ 3 小班」の施業のみ)

③現地調査結果

密度別調査区	1,500 本/ha 区 (低密度植栽区)		2,600 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2016 年 1 月 12 日		2016 年 1 月 12 日	
調査プロット	プロット No.1 (20×20m)		プロット No.2 (10×10m)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	2,250	75	2,700	400
平均樹高(m)	8.91	2.67	8.94	3.13
平均胸高直径(cm)	13.21	2.00	12.11	1.43
調査概況	・ 1,500 本/ha 区と比較対照区 (2,600 本/ha 区) とともに植栽後 10 年が経過し、樹冠は 80～90%で閉鎖状況にある。平均樹高や胸高直径に大きな差異はみられないが、比較対照区に比べ、1,000 本/ha 区の方がスギ単木毎の生育にばらつきがみられた。 ・ 主な侵入木は、カナクギノキ、ヒサカキ、クマノミズキ、アラカシなどであった。1,500 本/ha 区では、胸高直径 1cm 以上のものが 2 種、2,600 本/ha 区では 3 種確認された。また、2,600 本/ha 区では、林床にウラジロの繁茂が確認された。			

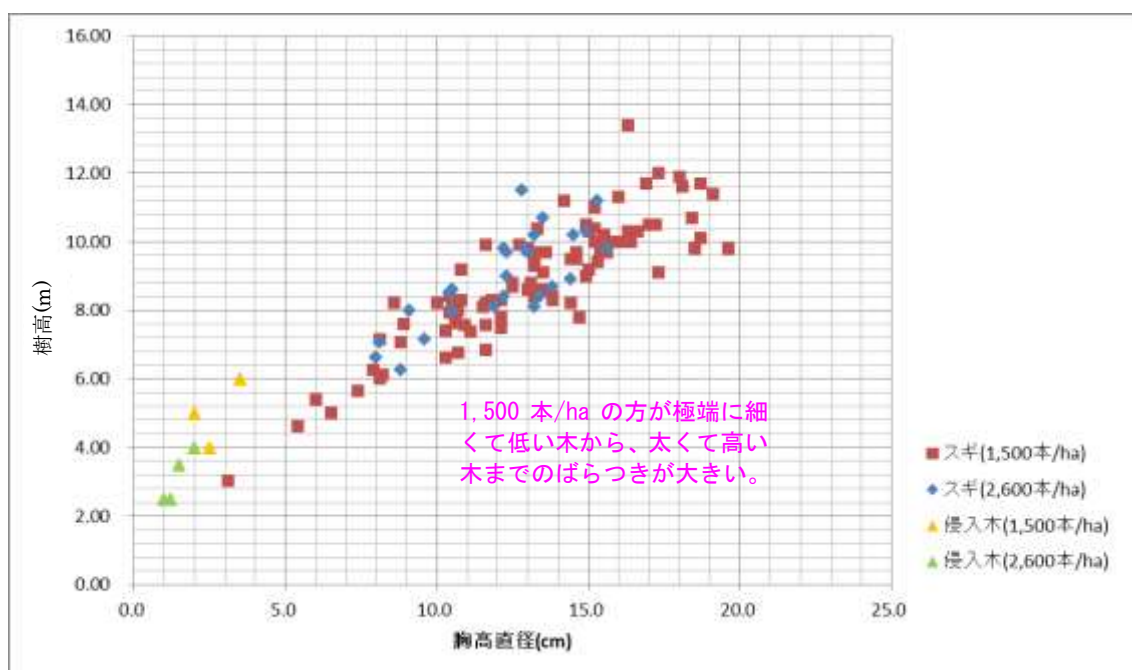
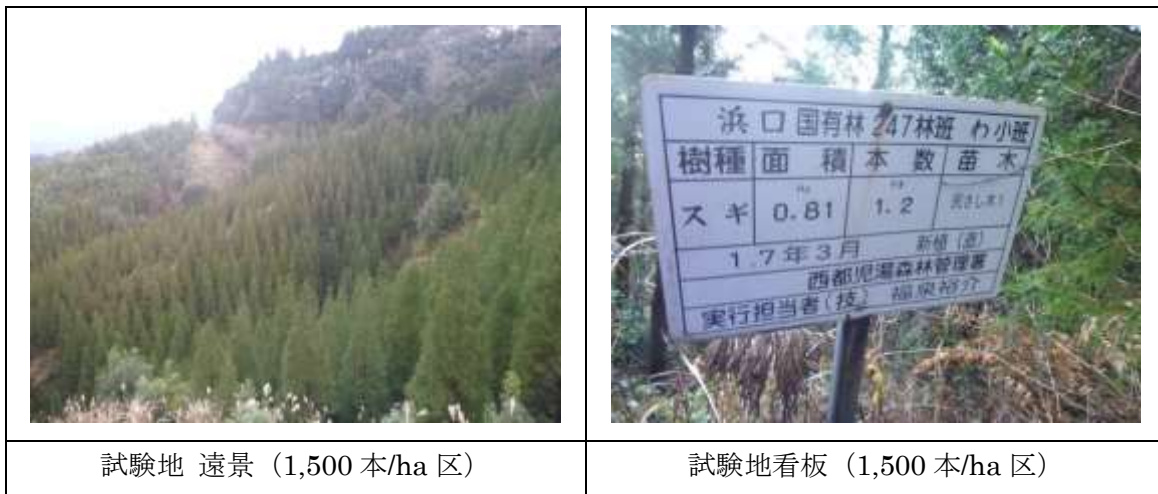


図 4.2.37 宮崎県児湯郡木城町スギ 密度区別散布図

④現地写真



	
比較対照区 遠景 (2,600 本/ha 区)	比較対照区 近景 (2,600 本/ha 区)

	
プロット No.2 (2,600 本/ha 区)	プロット No.2 林内 (2,600 本/ha 区)


プロット No.2 シカ皮剥 (2,600 本/ha 区)

(19) 鹿児島県垂水市

①位置図

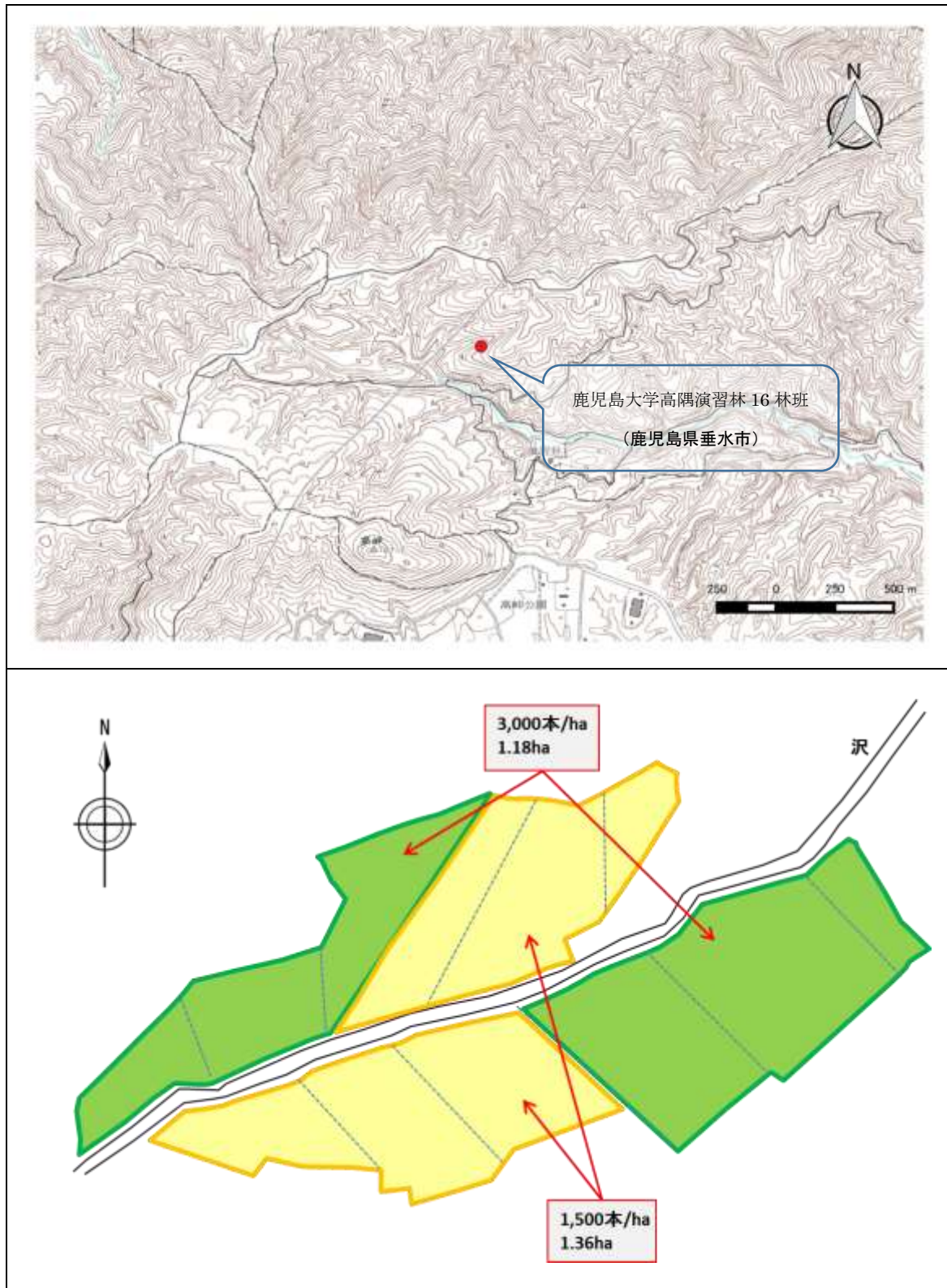


図 4.2.38 低密度植栽地位置図 (鹿児島県垂水市)

②現地概要

所在地	鹿児島県垂水市 鹿児島大学高隈演習林 116 林班
面積	2.54ha (1,500 本区 : 1.36ha、3,000 本/区 : 1.18ha)
樹 種	スギ (挿し木裸苗)
植栽年	H18 年植栽 (10 年生)
標 高	590～630m
傾斜角	22～38°
斜面方位	NW、SW
平均気温/ 降水量	15.5℃ / 2,757.8mm/年 (平年値、輝北)
土 壌	黒ボク土
施業履歴	下刈り : H19～H24 (計 6 回実施)
現地概要	鹿児島大学高隈演習林下刈り試験地。スギ 1,500 本区、(対照区 3,000 本区)を設置。植栽密度と下刈実施回数の試験を実施している。
施業工期・経費等	下刈 : H19 年 (4.78 人工/ha)、H20 年 (4.48 人工/ha) ※聞き取り調査による。

③現地調査結果

密度別調査区	1,500 本/ha 区 (低密度植栽区)		3,000 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2016 年 1 月 9 日		2016 年 1 月 9 日	
調査プロット	プロット No.1 (9.6×19.1m) プロット No.2 (11.9×18.9m) プロット No.3 (9.9×19m)		プロット No.4 (8.2×12.1m) プロット No.5 (9.2×10.7m)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,677	1,140	3,744	405
平均樹高(m)	7.93	3.02	5.93	2.34
平均胸高直径(cm)	16.25	2.12	9.94	1.44
調査概況	・比較対照区 (3,000 本/ha 区) に比べ、1,500 本/ha 区の生育が良好であるが、斜面方向による影響が考えられる (1,500 本/ha 区→北西斜面、3,000 本/ha 区→南西斜面)。 ・当試験地は下刈り試験地となっており、連年または隔年で下刈りを実施していることから、侵入木による植栽木の被圧はみられなかった。 ・主な侵入木は、マルバウツギ、イヌビワ、エゴノキ、ニワトコ、などであり、1,500 本/ha 区では、胸高直径 1cm 以上のもので 8 種、3,000 本/ha 区では 4 種確認された。			

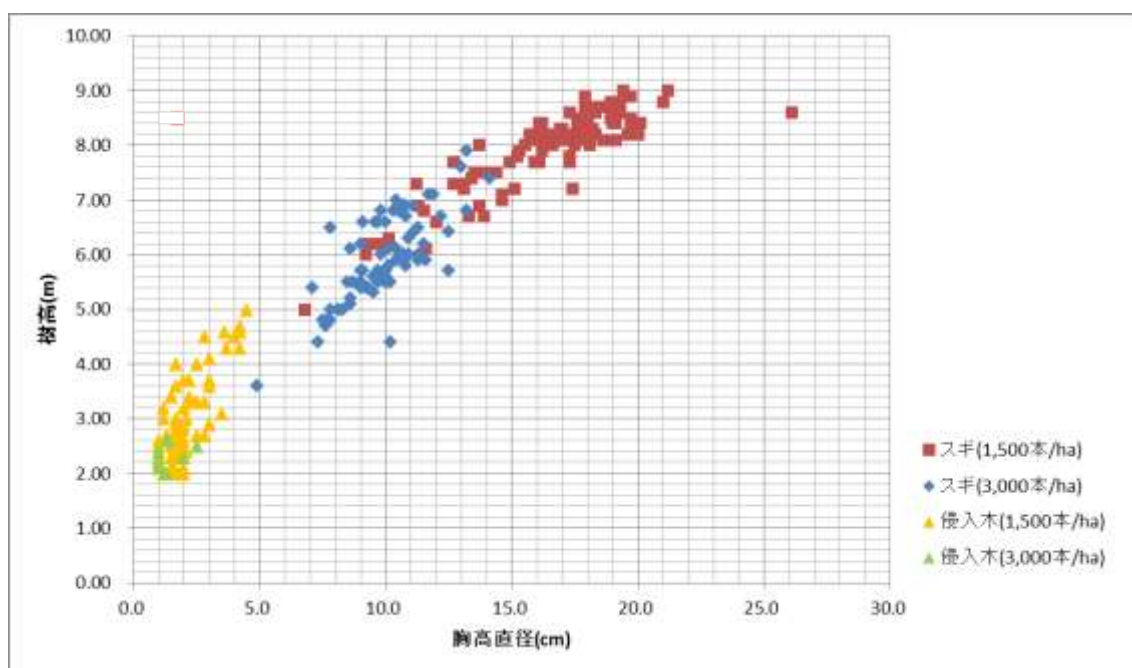


図 4.2.39 鹿児島県垂水市スギ 密度区別散布図

④現地写真

	
試験地 遠景 (1,500 本/ha 区)	プロット No.1 (1,500 本/ha 区)
	
プロット No.2 (1,500 本/ha 区)	プロット No.3 (1,500 本/ha 区)
	
プロット No.4 (3,000 本/ha 区)	プロット No.5 (3,000 本/ha 区)

(20) 鹿児島県肝属郡錦江町（スギ）

①位置図

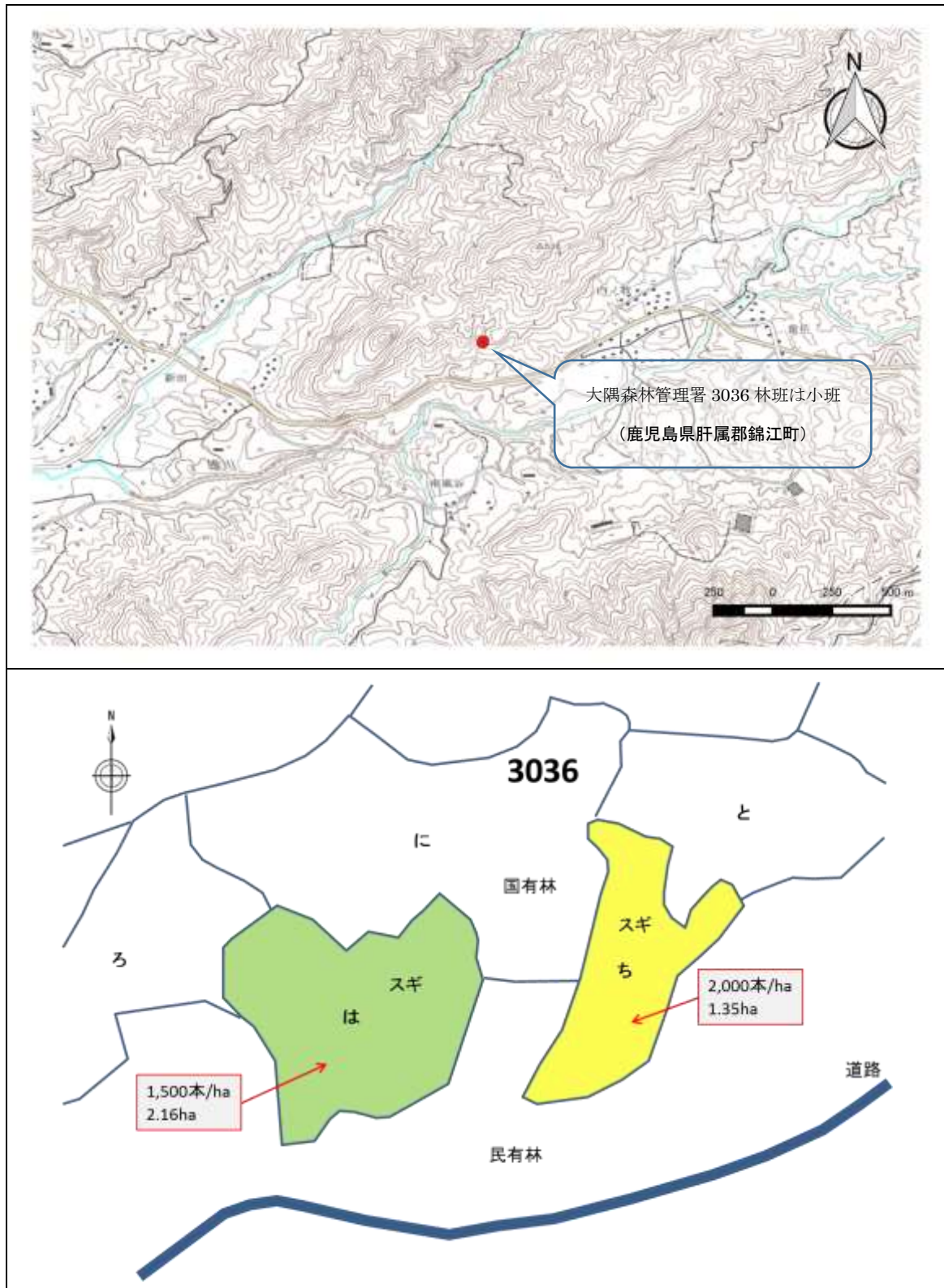


図 4.2.40 低密度植栽地位置図（鹿児島県肝属郡錦江町）

②現地概要

所在地	鹿児島県肝属郡錦江町 大隅森林管理署 3036 林班は・ち小班
面積	3.51ha (1,500 本区 : 2.16ha、2,000 本/区 : 1.35ha)
樹 種	スギ (挿し木裸苗)
植栽年	H17 年植栽 (11 年生)
標 高	200～390m
傾斜角	3～29°
斜面方位	SE～W
平均気温/ 降水量	16.2℃ / 2,636.8mm/年 (平年値、田代)
土 壌	乾性褐色森林土
施業履歴	下刈り : H17～H21 (計 5 回実施) ※H19 年のみ筋刈
現地概要	内ノ牧国有林にある植栽本数別試験地。スギ 1,500 本区、対照区 (2,000 本区) を設定している。
施業工期・経費等	下刈 : H17 年 (5.0 人工/ha)、H18 年 (5.0 人工/ha)、H20 年 (7.0 人工/ha) ※「林班沿革簿」より

③現地調査結果

密度別調査区	1,500 本/ha 区 (低密度植栽区)		2,000 本/ha 区 (比較対照区)	
調査日	2016 年 2 月 1 日		2016 年 2 月 1 日	
調査プロット	プロット No.1～3 (10×10m)		プロット No.4 (13.4×13.4m) プロット No.5 (11×11m)	
植栽木/侵入木	スギ	侵入木	スギ	侵入木
ha 当り本数(本)	1,600	1,833	1,967	5,367
平均樹高(m)	9.51	4.64	7.34	4.25
平均胸高直径(cm)	16.48	3.21	12.42	3.18
調査概況	・ 1,500 本/ha 区と比較対照区 (2,000 本/ha 区) とともに 11 年生であり、樹冠は 80～90%閉鎖しており、下枝の枯上りなどもみられる。両調査区で生育状況にやや違いがみられるが、現段階では密度効果によるものではなく、斜面方位や傾斜等が影響しているものと考えられる。 ・ 主な侵入木は、エゴノキ、アカメガシワ、アオモジ、キブシ、ノネズミモチ、ボロボロノキ、ムラサキシキブ、ヤブツバキ、シロダモなどであった。1,500 本/ha 区では、胸高直径 1cm 以上のものが 21 種、2,600 本/ha 区では 43 種確認された。なお、サネカズラ等の巻付いたスギが散見された。			

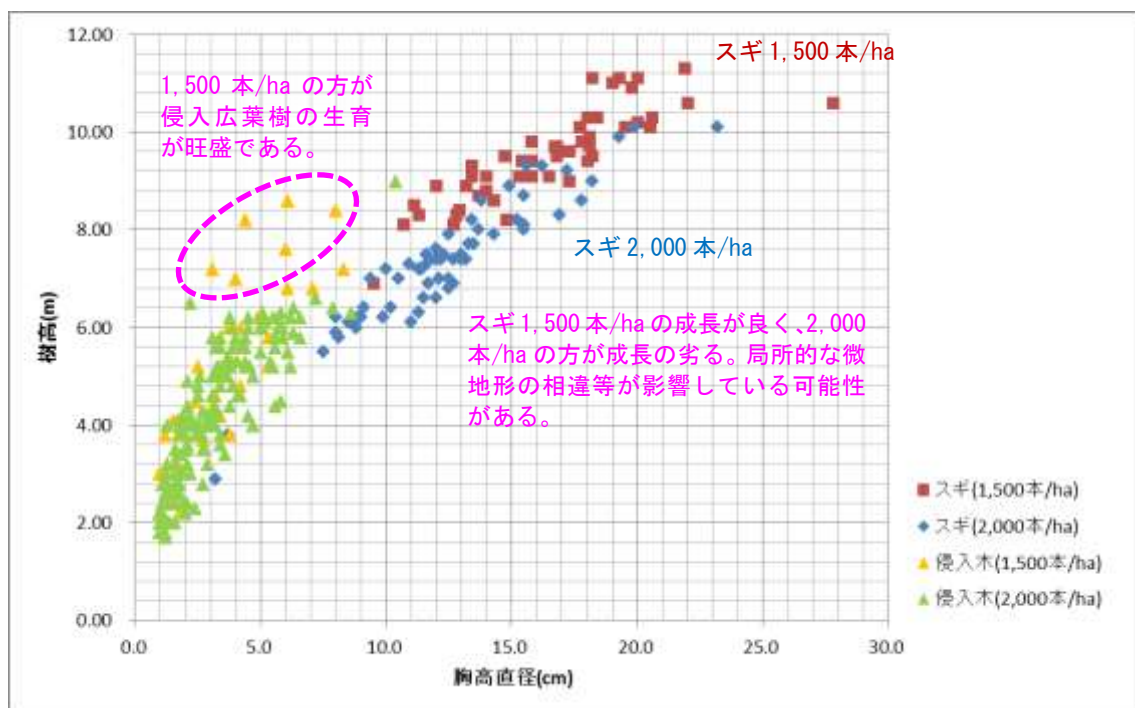


図 4.2.41 鹿児島県肝属郡錦江町スギ 密度区別散布図

④現地写真



試験地 看板 (1,500 本/ha 区)



プロット No.1 (1,500 本/ha 区)



プロット No.2 (1,500 本/ha 区)



プロット No.3 (1,500 本/ha 区)



比較対照区 看板 (2,000 本/ha 区)



プロット No.4 (2,000 本/ha 区)



プロット No.5 (2,000 本/ha 区)



侵入木の状況 (2,000 本/ha 区)

4.2.3 既存植栽地の現状分析と考察

今回、全国 20 箇所における既往の低密度植栽地の調査を実施したが、地域別、樹種別、林齢別に考察できるほどのデータ数が揃ったわけではないが、分析結果から得られた傾向等についてその分析結果（傾向）と考察を述べる。

（１）北海道地域

① 地域の特徴等

- ≫ 北海道地域は、グイマツ F1 の低密度植栽試験地（625～2,000 本/ha）にて調査した。試験地の植栽は、平成 15 年度（8 年生）と 20 年度（13 年生）であり、下刈りを終え林冠閉鎖するかしないかの若齢林である。いずれの場所も火山灰に由来する黒色土壌系の平坦地である。
- ≫ 北海道における試験地は、下層はササ（ミヤコザサ等）が優占し、侵入木は、カバノキ科等の先駆樹種が多い。2,000 本/ha に比較すると 1,000 本/ha の低密度植栽林分ほど侵入木の比率が 3 割程度と多くを占めていた。

② 樹種別の特徴

- ≫ グイマツ F1 は、2,000 本/ha に比較し 1,000 本/ha の低密度植栽林分ほど形状比が小さい傾向にあり、枝葉を横方向に張り肥大生長しやすい傾向にあった。また、625 本/ha の極端な低密度植栽林分では、細く低い木から太い木までのばらつきが大きかった。
- ≫ グイマツ F1 は初期成長が早いので、いずれの林分でもササや侵入木の植被率に関係なく成林（林冠閉鎖）していたが、625 本/ha の極端な低密度植栽林分では、ギャップが多く林冠が閉鎖していない部分も多くみられた。
- ≫ 今回、カラマツの低密度試験地での調査が行われていないので、北海道におけるカラマツ試験地を探し出し調査を行うことが望まれる。

③ 林齢別の特徴

- ≫ 林齢 8 年生と 13 年生のグイマツ F1 にて調査をしたが、林齢が若いほど形状比が小さい傾向にあった。これは、林齢が 7～8 年経過し、林冠が閉鎖すると同時に肥大成長から上長成長優先に移行するからだと思われる。

④ 低密度植栽と通常密度植栽との比較

- ≫ 林齢 13 年生のグイマツ F1 の密度 625 本/ha の試験地では、低密度過ぎて林冠が閉鎖しきれていない場所があり、そのような場所では、樹高や直径のばらつきが大きく、細くて低い劣性木から太くて高い暴れ木まで様々な形態の立木で構成されている。

（２）東北地域

① 地域の特徴

- ≫ 東北地域は、カラマツ 2 箇所、スギ 1 箇所の林齢 2 年生の低密度植栽試験地（いずれも 1,000

～2,500 本/ha) にて調査を行った。いずれの場所も火山灰に由来する黒色土壌系の比較的傾斜の緩い斜面地で、植栽後 2 年経過し平成 27 年夏には下刈りが実施されている。

- ≫ 調査地は、クマイチゴ等のバラ科低木やタラノキ等の先駆樹種が旺盛に繁茂する場所であり、下刈りを実施したとはいえ、カラマツより成長の遅いスギ植栽木の一部には、下層植生に被覆されつつあるものも見受けられた。

② 樹種別の特徴

- ≫ 植栽直後のカラマツはスギに比較すると成長が早い。

③ 林齢別の特徴

- ≫ 今回、カラマツ、スギの試験地ともに植栽翌年の若い林であった。本来、林齢別の植栽密度の相違に伴う成長量や林冠閉鎖状況を把握する必要があり、もう少し林齢が経過した場所での調査が望ましいが、そのような試験地は少なく課題になっている。

④ 低密度植栽と通常密度植栽との比較

- ≫ 植栽直後のカラマツ、スギともに、通常の植栽密度 (2,500 本/ha) の方が植栽直後にノウサギの食害を受けた比率が高く、そのような植栽木は侵入草木の被圧等を受け、2 年目の樹高成長が劣る傾向がみられた。

(3) 関東地域

① 地域の特徴等

- ≫ 関東地域は、茨城県におけるスギエリートツリー 1 年生の低密度植栽試験地 (1,000～3,000 本/ha) と、埼玉県におけるヒノキ 12 年生 (1,500 本/ha) の場所にて調査を行った。
- ≫ 茨城のスギエリートツリー試験地は、褐色森林土壌に覆われた 30° 前後の傾斜地である。
- ≫ 埼玉のヒノキ低密度植栽地は、褐色森林土壌に覆われた 37° 前後の傾斜地である。ここは試験地ではないので比較対象地の調査はしていない。
- ≫ 茨城の試験地は、夏季に下刈りが行われているので、植栽木を凌駕するほどの侵入木は見られないが、下層にはバラ科植物や先駆樹種の成育がみられた。
- ≫ 埼玉の調査地は、下層にはバラ科植物やススキ、カズラ等のつる植物が旺盛に成育し、またコナラやミズキ等の広葉樹の侵入も多く、部分的には植栽木による林冠閉鎖が見られない場所もある。

② 樹種別の特徴

- ≫ スギエリートツリーは、植栽直後ではあるが初期成長が早く、根元径で 1.0cm 以上、樹高 60cm 以上の個体が 4 割ほどみられた。
- ≫ 埼玉のヒノキの調査結果は、ヒノキ自体の成長が遅いので、部分的にはコナラ等の広葉樹が優占している場所が全体の 2～3 割みられた。

③ 林齢別の特徴

- ≫ 今回のスギエリートツリーの調査地は、植栽翌年であったため、今後も経過を追跡し、エリートツリーの低密度植栽による成長量や、成林 (林冠閉鎖) 状況について把握していく

ことが望ましい。

- ≫ ヒノキ 12 年生の低密度植栽調査地は、胸高直径 4～10cm、樹高 4～7m 程度に成長し、林冠が 6～7 割程度被覆されつつある。しかし、樹高の低い個体の多く（全体の 1 割程度）の樹冠がつる植物で覆われ、梢端が先折れしていたことより、下刈り終了後にも侵入してきたつる植物の対策を講じる必要がある。また、近年にシカの樹皮剥ぎ被害を受けた植栽木が全体の 10% 程度みられた。

④ 低密度植栽と通常密度植栽との比較

- ≫ スギエリートツリーの試験地は、植栽後間もないことから植栽密度の相違による顕著な違いは見られないが、3,000 本/ha の通常密度の植栽地の方が、直径、樹高成長の良い個体が多い。
- ≫ ヒノキ 12 年生の低密度植栽地（1,500/ha）は、同一林分内における比較では、北西～北向き斜面の方が生存率が高く成長も良いが、東～南東向き斜面の方は広葉樹の侵入が多くヒノキの成育は劣っていた。また、東～南東向き斜面には、侵入してきたつる植物が多く、つるの巻き付きによる梢端の先枯れ木が多かった。

（４）近畿中国地域

① 地域の特徴等

- ≫ 近畿中国地域は、三重県におけるスギ 10 年生の低密度植栽地（2,000～3,200 本/ha）で調査した。この調査地は、試験地設定されたものではないが、隣接して植栽密度の違う同種苗木を用いた同齢林分があったので、それぞれを調査した。
- ≫ また、同じく三重県ではヒノキ 1 年生の低密度植栽試験地（2,000～4,000 本/ha : 2,000 本がコンテナ苗、4,000 本が裸苗を植栽）でも調査を行った。
- ≫ さらに、岡山県における 17 年生のスギ低密度植栽試験地（1,000～3,000 本/ha）、広島県におけるスギ 43 年生、ヒノキ 42 年生（いずれも 1,000～3,000 本/ha）の低密度植栽試験地でも調査を行った。
- ≫ 三重県のスギ調査地は、褐色森林土壌に覆われた平坦から緩傾斜地で、下層にはバラ科植物やススキ、カズラ等のつる植物が旺盛に繁茂し、コナラやアラカシ等の広葉樹の低木や亜高木の侵入も多かった。また、ヒノキ試験地は、褐色森林土壌に覆われた傾斜 34～39° の傾斜地である。
- ≫ 岡山県のスギ試験地は、褐色森林土壌に覆われた 10～35° 前後の傾斜地である。この試験地は、チマキザサが林床を覆いバラ科植物や先駆樹種の稚樹が侵入しているが、植栽木が成長し林冠被覆しているのと、除伐・枝払いが実施されているので低木・亜高木の侵入は見られない。ただし、枝払いの影響で林床に光が当たり、つる植物の繁茂が旺盛になり植栽木への巻き付けが多くみられた。
- ≫ 広島県のスギ、ヒノキ試験地は、褐色森林土壌に覆われた 40° 前後の傾斜地である。スギ試験地は、林冠が閉鎖し、過去に除伐が実施されているので、下層には僅かな侵入低木が

みられた程度である。また、ヒノキ試験地も同様に下層にはアラカシやクロモジ等の稚樹がみられたもののそれほど目立たない。しかし、過去につる植物の巻き付けを受け樹幹が変形した個体も若干みられた。

② 樹種別の特徴

- ≫ 育林施業との関係性から見ると、三重県のスギ（10年生）は、植栽翌年に1回下刈りが実施されたのみで侵入木やつる植物の繁茂が著しい。岡山県のスギ（17年生）は、通常の下刈り・除伐・枝払いが行われているが、枝払いをした後からつる植物の侵入が見られ、低密度の1,000本/haではつる植物の巻き付けが2割程度みられた。広島県のスギは、通常の下刈り・除伐・枝払いを実施した上、一昨年度に利用間伐（列状間伐）を1回実施し（通常植栽だと40年生までに2～3回の保育間伐を実施する）、密度に関係なく正常に成林している。
- ≫ 三重県のヒノキ（1年生）は、昨年夏に1回目の下刈りが行われたが、ススキの侵入が目立つ。また、平成27年12月に4日間シカ3頭がシカ柵内に侵入し、植栽密度に関係なく全植栽木の側枝先端を食害し、頂芽を食害された植栽木（全体の5%程度）が枯死した。枯死木は、裸苗よりコンテナ苗が多く、調査の結果コンテナ苗の方が裸苗に比較し根元直径及び苗高の小さいものが多く、高さ40～50cm程度の比較的低い苗は頂芽を食害され枯死に至っていた。
- ≫ 広島県のヒノキ（43年生）を見ると、同密度の近傍スギ42年生に比較し、成長が遅い分林冠閉鎖が遅れ、侵入してくるつる植物に巻付かれ、樹幹及び梢端の形質が劣る個体が多い。

③ 林齢別の特徴

- ≫ 密度1,000本/ha程度のスギ低密度植栽林分は、おおむね林齢6～9年程度で林冠閉鎖するが、下刈り・除伐等の保育を怠ると侵入してくるつる植物に梢端が被覆され、その後の成長が劣ってくる。また、いったん成林した10～15年程度のスギ低密度林分であっても、枝払いにより小さなギャップができるとそこからつる植物が繁茂・巻き付いてくるので注意が必要である。さらにその後順調に成長していくと、胸高及び側枝成長の盛んなウラゴケ形質になるが、通常保育間伐を実施しなくても林齢40年程度で利用間伐を行うことが可能となる。
- ≫ 地域や地形、地位等により異なるが、密度1,000～2,000本/ha程度のヒノキ低密度植栽林分は、おおむね林齢10～14年程度で林冠閉鎖する。そのためそれまでは、下刈り・除伐等の保育を怠ると侵入してくるつる植物に樹冠（梢端）が被覆され、その後の成長が劣ってくる。また、いったん成林した15年以上のヒノキ低密度林分であっても、枝払いにより小さなギャップができるとそこからつる植物が繁茂・巻き付いてくるので注意が必要である。さらにそのまま成長していくと、胸高及び側枝成長の盛んなウラゴケ形質になるが、通常保育間伐を実施しなくても林齢45年程度で利用間伐を行うことが可能となるが、形質はウラゴケで節の多いものとなり、無節柱材生産には向かない。

④ 低密度植栽と通常密度植栽との比較

- ≫ 三重県のスギ 10 年生は、2,000 本/ha の低密度植栽地の 6～7 割で林冠が閉鎖し、通常密度 3,200 本/ha の方は完全に林冠閉鎖している。岡山県スギ 17 年生は、密度 1,000 本/ha も 3,000 本/ha も全て林冠閉鎖しているが、枝払いが行われたので 1,000 本/ha の方では 1 割程度の場所で部分的なギャップがみられた。広島県スギ 43 年生は、密度 1,000 本/ha も 3,000 本/ha も全て林冠閉鎖している。
- ≫ 三重県のヒノキ 1 年生の低密度植栽地（2,000/ha）は、隣接する 4,000 本/ha と比較すると、根元直径も樹高も小さいが、これは苗木の種類が相違しており、低密度の方がコンテナ苗、通常密度の方が裸苗であった。そのため初期成長が相違し、また、根本直径が小さく樹高の低いコンテナ苗ほどシカによる食害を受けていた。
- ≫ 広島県のヒノキ 43 年生は、通常密度（3,000 本/ha）に比較し低密度（1,000 本/ha）の方が胸高直径が太い（形状比の低い）ウラゴケ形質が多く、側枝の成長が目立った。これは低密度の方が林冠の閉鎖が遅れることにより、肥大及び側枝成長を優先させるからと思える。なお、低密度の方がつる植物に巻きつかれた形跡のある個体が多かった。

（５）四国地域

① 地域の特徴等

- ≫ 四国地域は、高知県におけるスギ 7 年生の低密度植栽試験地（1,000～2,000 本/ha）と、ヒノキ 7 年生の低密度植栽試験地（1,000～3,000 本/ha）にて調査を行った。
- ≫ 高知県のスギ試験地は、褐色森林土壌に覆われた 20° 前後の傾斜地で、またヒノキ試験地は、同じく褐色森林土壌に覆われた傾斜 26～42° の傾斜地である。

② 樹種別の特徴

- ≫ 高知県のスギ試験地は、下層にはバラ科植物やつる植物、先駆樹種が旺盛に生育しているものの、植栽木は既にそれらからの被圧影響を脱し、林冠閉鎖している。なお、植栽翌年から 5 年間下刈りが行われている。
- ≫ 高知県のヒノキ試験地は、下層にはササやススキ、つる植物が旺盛に生育している。一方植栽木は、樹高 2～5m になり、一部の植栽木は侵入草木からの被圧影響を脱しつつあるが、全体的にまだ 2～3 割しか林冠閉鎖していない。なお、植栽翌年から 5 年間下刈りが行われているが、ヒノキは生育が遅いので、つる植物に巻き付かれ梢端が先折れした植栽木が多くみられた。

③ 林齢別の特徴

- ≫ 高知県のスギ及びヒノキ試験地は、ともに林齢 7 年生の試験地である。その林齢における林冠被覆状況や成長量、侵入してきた草木つる植物との競合関係については、「樹種別の特徴」に記載している。

④ 低密度植栽と通常密度植栽との比較

- ≫ 高知県のスギ 7 年生試験地の密度 1,000 本/ha と 2,000 本/ha との比較を行った。いずれも

通常の植栽密度よりは低密度である。1,000 本/ha は 2,000 本/ha に比べ胸高直径、樹高とも小さい個体が多く、またばらつきが大きかった。つる植物の巻き付きにより梢端が先折れした個体の比率は、1,000 本/ha の方が 4～5%程度、2,000 本/ha は 2～3%程度であった。

- ≫ 高知県のヒノキ 7 年生試験地の密度 1,000 本/ha と 3,000 本/ha との比較を行った。1,000 本/ha は 3,000 本/ha に比べ形状比が小さくウラゴケ形質であり、胸高直径の割には樹高の低い個体が多い。また 1,000 本/ha の方が、胸高直径、樹高の分散（ばらつき）が大きく胸高直径が太く樹高が高い個体が多かった。3,000 本/ha は、ひとつひとつの植栽木は小さめだがばらつきなく似たような個体が数多く整然と成育していた。なお、つる植物の巻き付けにより梢端が先折れした個体の比率は、1,000 本/ha も 3,000 本/ha もあまり変化なく 6～7%程度であった。

（6）九州地域

① 地域の特徴等

- ≫ 九州地域は、長崎県のヒノキ 11 年生の低密度植栽試験地（1,500～3,000 本/ha）と、宮崎県えびの市のスギ 11 年生の低密度植栽地 2 箇所（1,500 本/ha [南向き斜面]、2,000 本/ha [北向き斜面]：両箇所は水平距離で 1.2km 程離れている）、宮崎県木城町のスギ 11 年生の低密度植栽試験地（1,500～2,600 本/ha）、鹿児島県垂水市のスギ 10 年生の低密度植栽試験地（1,500～3,000 本/ha）、鹿児島県錦江町のスギ 11 年生の低密度植栽試験地（1,500～2,000 本/ha）にて調査を行った。
- ≫ 長崎県のヒノキ試験地は褐色森林土壌に覆われた 20° 前後の傾斜地で、宮崎県えびの市のスギ調査地 2 箇所は褐色森林土壌に覆われた傾斜 20° 未満の緩傾斜地（1,500 本/ha が南向き斜面で 2,000 本/ha が北向き斜面）である。宮崎県木城町のスギ試験地は乾性褐色森林土に覆われた傾斜 20～30° の傾斜地で、鹿児島県垂水市のスギ試験地は火山灰に由来する黒色土壌系の傾斜 22～38° の傾斜地で、錦江町のスギ試験地は乾性褐色森林土に覆われた傾斜 3～29° の傾斜地である。

② 樹種別の特徴

- ≫ 長崎県のヒノキ試験地は、林冠がまだ閉鎖しておらず、下層にはバラ科植物やつる植物、先駆樹種が旺盛に成育し侵入広葉樹が植栽木を凌駕していたり、植栽木の梢端がつる植物の巻き付かれて先折れしている個体もみられた。
- ≫ 宮崎県えびの市 2 箇所のスギ調査地は、植栽時の密度は 1,500～2,000 本/ha であった。植栽から 11 年経過した現在は、植栽木の多くは樹高 4m 以上となり侵入草木からの被圧影響を脱している。しかし、平成 20 年頃にシカによる食害を集中的に受け、現在の生育本数は 700～800 本/ha と半減し 3～4 割程度しか林冠閉鎖していない。下層にはススキやつる植物が成育しており、林冠閉鎖の遅いギャップではつる植物の植栽木への巻き付きが目立っている。
- ≫ 宮崎県木城町及び鹿児島県垂水市、錦江町のスギ試験地は、植栽後 10～11 年経過し、ほ

とんどの樹木の樹高は 5m 以上となり、侵入木の被圧を脱し 1,500 本/ha の低密度植栽林分でも林冠が閉鎖しつつある。林床には部分的にシダ類や低木が認められるが、完全に林冠閉鎖していない場所では、低密度植栽区になるほどつる植物の繁茂がみられた。

③ 林齢別の特徴

- ≫ 長崎県のヒノキ試験地は、林齢 11 年生で樹高も 4~6m 程度に成長し、そろそろ林冠閉鎖が見られてもおかしくない林齢であるが、該当地はつる植物の成育が旺盛で、かつ亜高木になりつつある広葉樹の進入も多くまだ閉鎖には至っていない。なお、植栽後 5 年間は下刈りが実施されたが、それ以降に、侵入草木やつる植物の繁茂が著しくなったものと思われる。
- ≫ 九州地域におけるスギ試験地は、林齢 10 年生が鹿児島県垂水市の 1 箇所、11 年生が宮崎県えびの市 2 箇所、宮崎県木城町 1 箇所、鹿児島県錦江町 1 箇所の計 5 箇所が該当する。この中で、宮崎県えびの市 2 箇所はシカ被害の影響が著しい。
- ≫ スギの 1,500 本/ha 程度の低密度植栽地においては、植栽後 10~11 年経過するとほとんどの樹木は樹高 5m 以上となり、侵入木の被圧を脱し 8~9 割は林冠が閉鎖する。ただし、侵入つる植物の繁茂が多い場所では、少しのギャップでも植栽木に対するつるの巻き付きが見られ、樹冠の先折れにより衰退している植栽木も 2~3% 程度みられた。

④ 低密度植栽と通常密度植栽との比較

- ≫ 長崎県のヒノキ 11 年生試験地の密度 1,500 本/ha と 3,000 本/ha との比較を行った。1,500 本/ha は 3,000 本/ha に比べ胸高直径、樹高の小さい個体から大きい個体までのばらつきがあり、3,000 本/ha は似たような個体が数多く整然と成育していた。また、つる植物が巻き付いて梢端が先折れした個体の比率は、1,500 本/ha の方が 10% 程度、3,000 本/ha は 3~4% 程度であった。
- ≫ シカによる食害が著しかった宮崎県えびの市におけるスギ 11 年生試験地の、密度 1,500 本/ha と 2,000 本/ha との比較を行った。1,500 本/ha に比較すると 2,000 本/ha の方が胸高直径、樹高ともに大きかった。なお、広葉樹や下層植生の侵入及びシカによる被害（樹皮剥ぎ等）は成長の劣る 1,500 本/ha の方が多かった。
- ≫ 宮崎県木城町におけるスギ 11 年生試験地の密度 1,500 本/ha と 2,600 本/ha とを比較すると、1,500 本/ha の方が胸高直径や樹高のばらつきが大きく、小さい樹木から大きな樹木まで成育し、弱々しく被圧されているものから威勢よく暴れているものまで様々であった。
- ≫ 鹿児島県垂水市におけるスギ 10 年生試験地の密度 1,500 本/ha と 3,000 本/ha とを比較すると、1,500 本/ha の方が成育が良好で、3,000 本/ha の方は胸高直径、樹高ともに小さい個体が多かった。これは、現地調査を行った箇所が 1,500 本/ha が北西斜面、3,000 本/ha が南西斜面に集中していたことが影響している。
- ≫ 鹿児島県錦江町におけるスギ 11 年生試験地の密度 1,500 本/ha と 2,000 本/ha とを比較すると、1,500 本/ha の方が成育が良好で、2,000 本/ha の方は胸高直径、樹高ともに小さい個体が多かった。

» 九州地域におけるスギ試験地における低密度植栽林分とそうでない林分との比較では、同程度の林齢であっても斜面方位により、またシカの被害状況により大きく傾向が異なることが分かった。一般にスギは、同じ標高、地形、土壌型等であれば、北向き斜面の方が成長良く、また南向き斜面は下草や先駆樹種、つる植物の成育が旺盛でスギの成長や林冠閉鎖が遅れる傾向にある。そこで、将来的に地域、樹種別に低密植栽による成長や林冠閉鎖、形質などを議論する時には、標高や地形、土壌型等を代表した区分（例えば地位等）にも留意する必要がある。

(7) 全体的な考察

全国 20 箇所における既往低密度植栽試験地等における現地調査結果を基に、現時点における考察を行うが、事例が少なく明確な物言いはできない。なお、ここで言う低密度植栽とは、現時点では暫定的な幅を持たせ、おおむね 1,000 本～2,000 本/ha 程度を念頭に置く。

なお、将来的には（平成 31 年度には）、地域や樹種に応じた望ましい植栽密度や下刈り、つる切り等の林冠閉鎖に至るまでの手法について、具体的な指針を提示していく予定である。

① 低密度植栽で林冠を閉鎖させ成林させるために必要な下刈り期間等は

事例が少なく、明確な物言いはできないが、現段階でのおおよその概況を述べる。

- ◆ 成長の早いグイマツ F1 やカラマツでは、植栽後、おおむね 3～4 年間、通常通りの下刈りを実施すれば植栽木がササ等下草や侵入木の上に抜け出し、林冠閉鎖が期待できる。
- ◆ 成長の中庸なスギは、おおむね通常通りの 5 年前後の下刈りで林冠閉鎖が期待できるが、下草の侵入の激しい所では、通常より 1～2 年下刈り期間を延ばすとより確実な成林が期待できる。ただし、九州・四国や近畿中国地域等、つる植物の生育の旺盛な場所では、植栽木の樹高が侵入木を上回っても、つる切りの実施の有無が、その後の成林と植栽木の成長に大きな影響を与える可能性が指摘できる。
- ◆ 成長の遅いヒノキは、植栽木の成長に係る地域や地形、地利または侵入草木・つる植物等の生育状態によりかなりの相違を示す。低密度植栽であれば、おおむね通常通りの 5～6 年の下刈り後にも、1～2 年下刈り期間を延ばす必要性が高い。さらに、下刈り後のつる切りを怠ると、その後の成林と植栽木の成長が期待できない事例が多く、通常密度の植栽とは異なる育林施業を検討する必要性が高い。

② 低密度植栽で林冠が閉鎖し成林するまでに掛かる期間は

前述①と同様に事例が少なく、明確な物言いはできないので、前述①の育林施業を実施したものと想定した上で、あくまで現段階における暫定的な数値を示す。

- ◆ 成長の早いグイマツ F1 やカラマツでは、おおむね 6～9 年程度で成林する可能性がある。
- ◆ 成長の中庸なスギは、侵入草木・つる植物の状態等（地域や地形・地利）により、多少の相違があるが、おおむね 10 年前後で成林する可能性がある。
- ◆ 成長の遅いヒノキは、植栽木の成長に係る地域や地形・地利、また侵入草木・つる植物等の生育状態により、かなりの相違を示すが、おおむね 12～14 年程度で林冠が閉鎖する可能性がある。

③ 低密度植栽による間伐の軽減効果は

現在、地域や樹種を問わず、間伐時期に達した低密度植栽試験地は非常に少なく、明らかとは言えないが、地域や樹種を問わず、下刈りやつる切りを終え成林し、20～40 年経過した林分では、例えば間伐回数を通常の 3 回から 1 回以下に軽減できることが見込まれている。

④ 全体的な考察として

- ◆ 一般的に、低密度植栽として求められる生産目標は、合板・集成材等の並材生産を目標としたものであり、低密度植栽技術とは、苗木代や植栽費用を軽減させ、成林後の間伐回数

を抑えた短伐期施業を行う低コストな造林技術である。そのため、無節の柱材生産を目標とする低密度植栽は、本来の意図から離れた考え方と言える。

- ◆ 現地調査結果からは、どの樹種においても低密度植栽で成林した樹種は、樹高に対して直径の太いウラゴケかつ多節形質となるとともに、一斉林でありながら直径・樹高が一樣ではない林分が多かった。
- ◆ 一方、林齢が数 10 年以上に到達した低密度植栽林分では、間伐回数の軽減効果が報告されきちんと成林さえすれば、樹木 1 本 1 本のばらつきが見られても、当初の意図通りの合板・集成材等の並材生産に向けた低コスト化に繋がる可能性があった。
- ◆ ただし、低コスト化としての低密度植栽を推進していくためには、近年の高性能林業機械と高密度な路網整備の推進が大きく寄与することは言うまでもない。
- ◆ しかし、個々の森林所有者の話を聞くと、ウラゴケの多節形質が本来の低密度植栽木のいきつく形質であるとの認識が少なく、そのことを否定的に捉え、無節・柱材を生産できないことがあたかも大きな課題であるかのような批判を聞く。このことは、低密度植栽が意図する本来の目的がきちんと普及啓発されていないことに起因する。
- ◆ 特に、柱材としての需要が多く、集成材等並材としての需要が少ないヒノキについては、低密度植栽で成林したヒノキ材の使い道の検討が大きな課題となっている。その上、かつては高値で取引されていた無節のヒノキ柱材が、現在では全国的な価格の低迷を受け、森林所有者の頭を悩ませている。
- ◆ 近年注目を受けているバイオマス発電や C L T に代表される新たな木材利用に対し低密度植栽技術がどれほど貢献できるかについては現段階では未定であるが、そのような観点をも念頭に今後の調査が必要となろう。
- ◆ さらに森林所有者の頭を悩ませているのは、近年のシカ被害の増加である。せっかく成林しても、樹皮剥ぎで半分以上に本数が減少した九州のスギ低密度植栽地の事例や、シカ柵が数日壊れたことにより植栽ヒノキの全部が食害を受け、その内頂芽を食された植栽木がほぼ枯死していた近畿の事例等、取り上げればきりが無い。
- ◆ この問題に対する低密度植栽技術の観点からの貢献としては、今後は、下刈りの省力化を念頭に置いた大苗植栽技術への取り組み結果と合わせた検討が必要となろう。
- ◆ そのような観点からも、来年度以降は、本業務の最終目的である低密度植栽技術の指針の提示に向け、実証や事例を数多く示しながら、具体的な結果を明確に提示し、個々の森林所有者への正しい情報の提示と最終目標のイメージを普及啓発することが必要と考える。

5 低密度植栽技術の実証

本項では、前項で取り纏めた既存の低密度植栽箇所の事例を踏まえつつ、各地域に適したと考えられる低密度植栽技術により植栽を行い、同技術の実証を行うことを目的とした。

東北地域太平洋側、近畿地域、九州地域において、計 10 箇所の低密度植栽調査地を選定し地拵えの後コンテナ苗の植栽を行った。各植栽箇所については、今後継続的に植栽苗の状況を把握するため、固定プロットを設置し、現地調査を行った。調査は、1 調査地当たり、100 m²のプロット（方形）を 5 箇所以上設定し、植栽木の苗高、根元径、形状等を調査した。

表 5.1 に低密度植栽実証地の一覧を、図 5.1 にその位置図を示した。

表 5.1 低密度植栽実証地一覧（全 10 箇所）

No.	場所	苗木種	植栽密度 (本/ha)	植栽面積 (ha)		植栽本数(本)		備考
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	1.000	800	2,050	
			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	1.000	385	1,695	
			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	1.070	864	2,189	
			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	1.140	418	1,976	
			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	0.900	800	1,800	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	0.720	576	1,476	
			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	1.052	420	1,780	
			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	1,600	0.56	1.110	952	2,327	
			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	1.000	385	1,695	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	0.930	752	1,902	シカ柵
			2,500	0.46		1,150		

(注) No.は見出し番号ある。

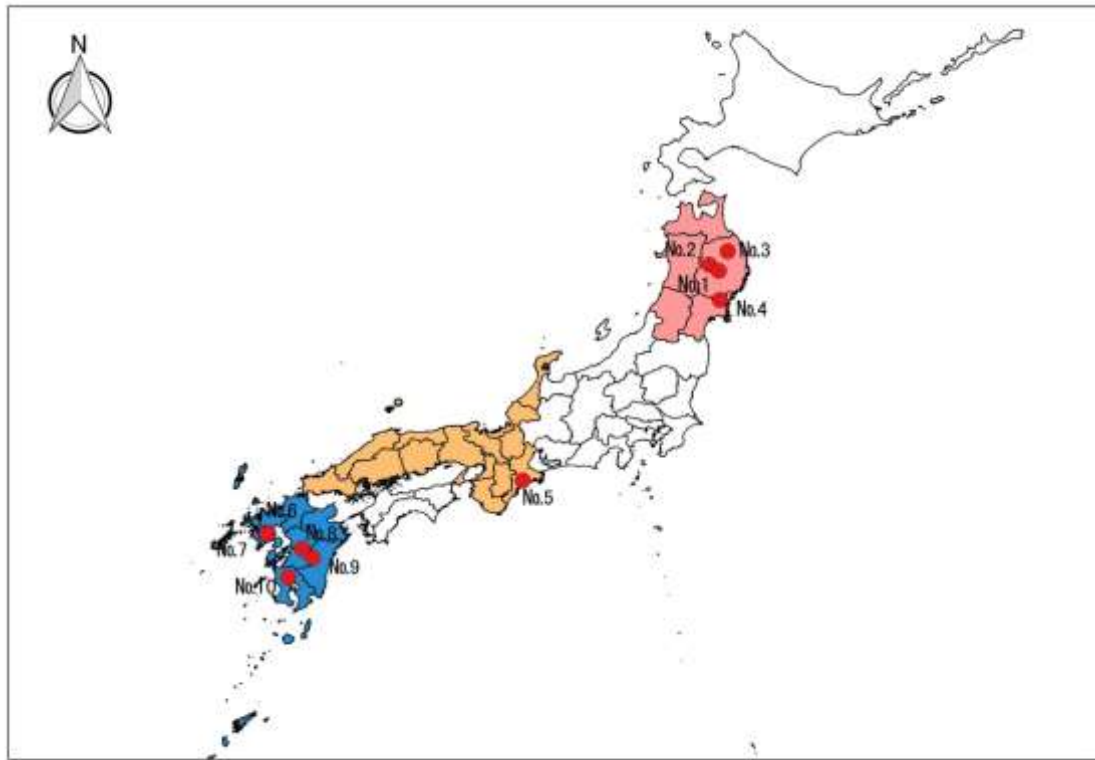


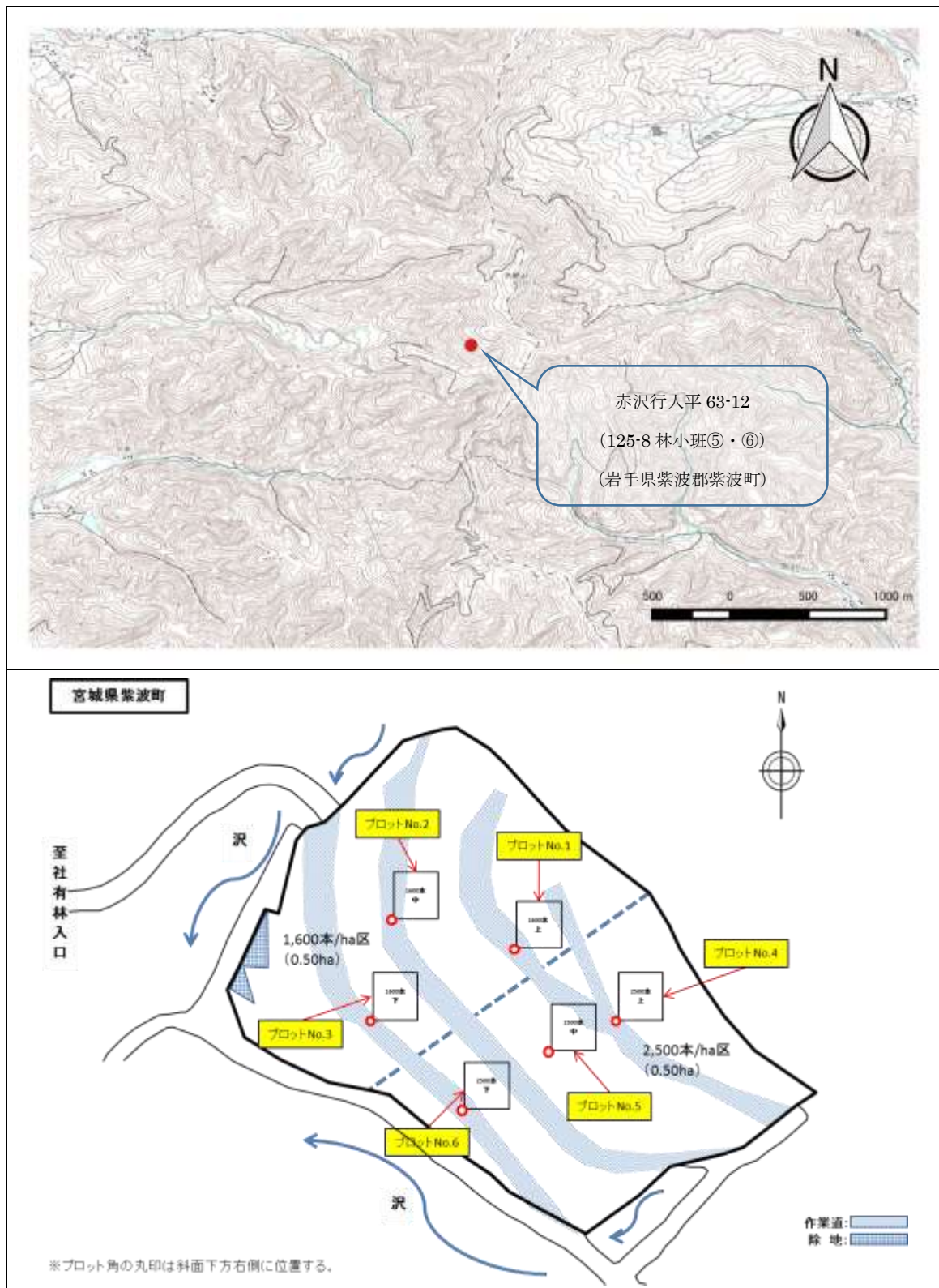
図 5.1 低密度植栽実証地位置図

以下に、各低密度植栽実証地の概要を示した。

5.1 東北地域（太平洋側）

5.1.1 岩手県紫波町（No.1）

（1）位置図



(2) 植栽地の概要

【前生樹種】 広葉樹、一部スギ
 【前生樹の林齢】 50～60 年生
 【前成樹の立木密度】 600 本/ha
 【伐採】 平成 27 年 11 月



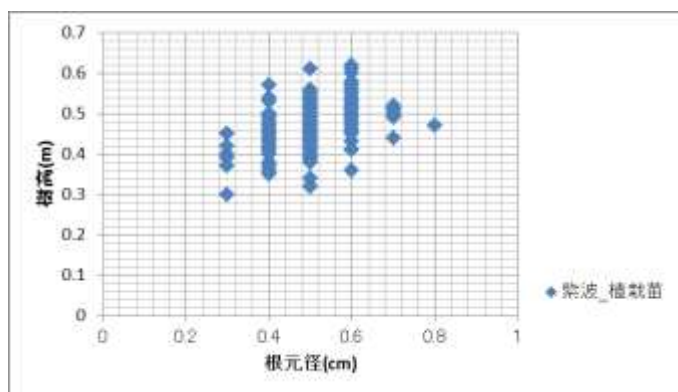
実証試験地	岩手県紫波郡紫波町赤沢行人平 125・8 林小班		
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.50ha	0.50ha	1.00ha
植栽本数	800 本	1,250 本	2,050 本
気温/ 降水量	10.0° (平均気温) / 1,239.7mm (年降水量) (平年値、紫波)		
標高/ 傾斜/ 方位	550～580m / 10～25° / SW		
土壌	乾性褐色森林土～褐色森林土		
土地所有者	岩手県盛岡市菜園 1 丁目 3-6 株式会社イワリン		
植栽実施者	岩手県盛岡市菜園 1-3-6 ノースジャパン素材流通協同組合		
植栽日	2015 年 12 月 24～26 日 (前生樹の伐採は 2015.11)		

(3) 調査プロット概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,600 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	

(4) 調査結果

地区	紫波	
調査日	2016 年 1 月 5 日	
項目	根元径	樹高
データ数	225	225
合計	111.2	104.99
平均	0.49	0.4666
分散	0.01	0.0032
標準偏差	0.08	0.057
最小値	0.3	0.3
最大値	0.8	0.62
中央値	0.5	0.47



【苗木の特徴】

- ・カラマツ 150cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.49cm、樹高平均が 0.47m
- ・形状比平均が 0.96
- ・比較的に根元径及び樹高の分散は少ない。

(5) 植栽コスト

岩手県紫波町にてカラマツ 150cc コンテナ苗の低密度植栽試験(1,600 本/ha・2,500 本/ha)を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1,600 本/ha (コンテナ苗植栽)			2,500 本/ha (コンテナ苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	114,950	114,950	1.000 ha	114,950	114,950
苗木	1,600 本	225	360,000	2,500 本	225	562,500
植栽	1,600 本	85	136,000	2,500 本	85	212,500
鹿柵	0 m	0	0	0 m	0	0
その他	1.000 ha	121,128	121,128	1.000 ha	121,128	121,128
計	1.000 ha	—	732,078	1.000 ha	—	1,011,078

なお参考までに、仮に同地にて、カラマツ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度(2,500 本/ha)で植栽する場合の ha あたりのコスト(推定値)を聞き取り結果より示す。

項目	2,500 本/ha (裸苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	114,950	114,950
苗木	2,500 本	83	207,500
植栽	2,500 本	127	317,500
鹿柵	0 m	0	0
その他	1.000 ha	121,128	121,128
計	1.000 ha	—	761,078

岩手県紫波町におけるカラマツの植栽コストは、コンテナ苗を用いた場合でも密度 1,600 本/ha 以下であれば、通常密度(密度 2,500 本/ha)の裸苗植栽より安い。

なお、岩手県紫波町の現場は傾斜が緩く作業道から近いので、地拵えに林業機械（グラップル）を使用した。そのため、地拵えコストが安くなっている。

（６）生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積 (ha)	生産性 (人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性 (本/人日)
①岩手県紫波町	12	グラップル・チェーンソー・刈払い機	1.00	12.00	7	150cc カラマツコンテナ苗	テーブル	2,050	293

（注１）現場における日労働時間は、８時間である。

（注２）本資料は植栽後のヒアリングにより収集し整理した。

地拵えに林業機械（グラップル）を使用したので生産性が 12 人日/ha と高い。また、植栽の生産性は 293 本/人日と他地域と比較すると効率的である。

（７）現地写真

	
紫波実証試験地 遠景	紫波実証試験地 近景



プロット No.1 標柱 (1,600 本/ha)



プロット No.1 (1,600 本/ha)



プロット No.2 (1,600 本/ha)



プロット No.3 (1,600 本/ha)



プロット No.4 (2,500 本/ha)



プロット No.5 (2,500 本/ha)



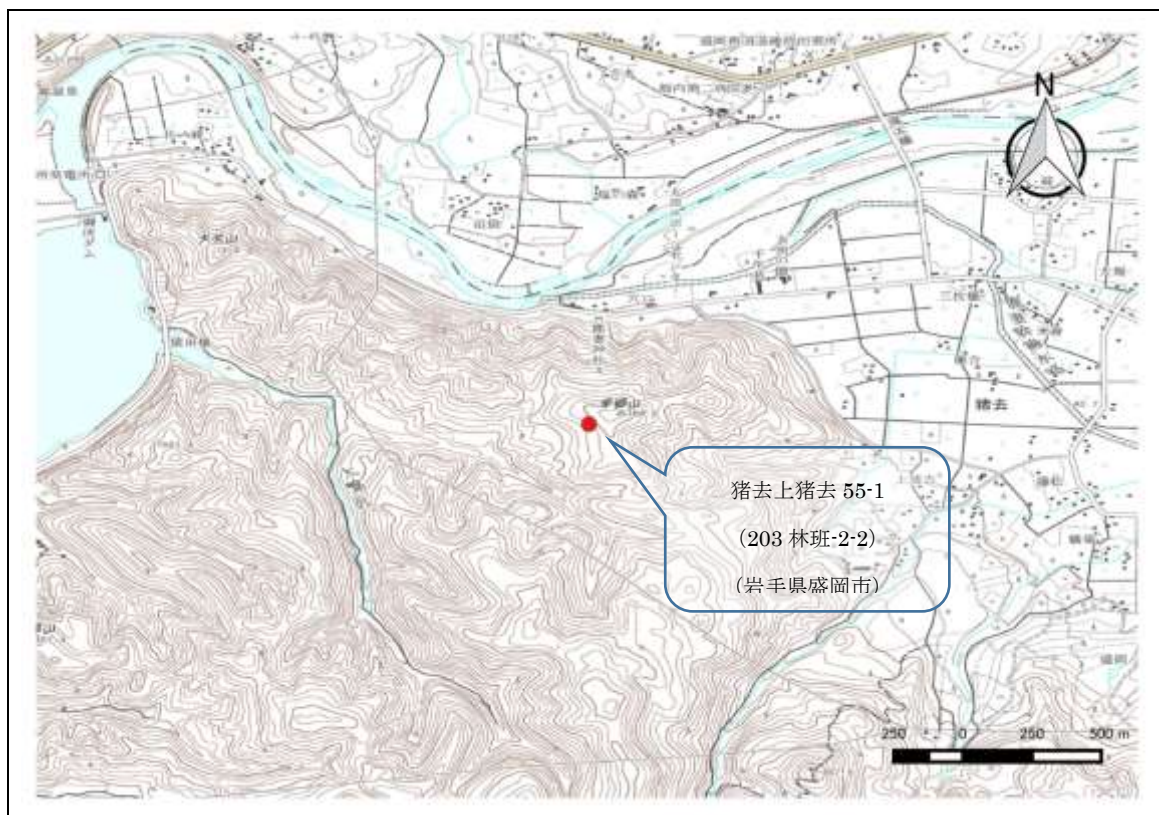
プロット No.6 (2,500 本/ha)



植栽苗 (カラマツコンテナ苗)

5.1.2 岩手県盛岡市 (No.2)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

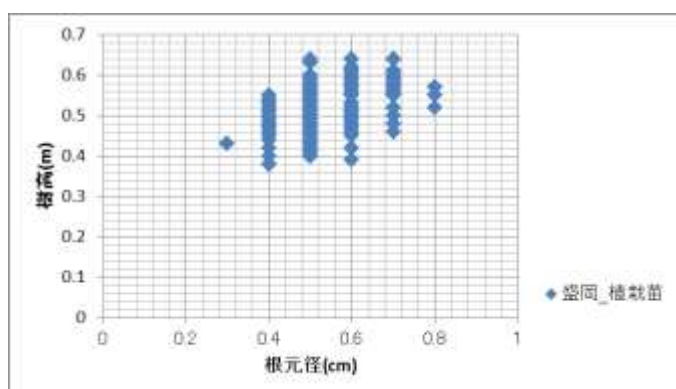
実証試験地	岩手県盛岡市繫下猿田 203-2 林小班			
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.35ha	0.35ha	0.30ha	1.00ha
植栽本数	385 本	560 本	750 本	1,695 本
気温/ 降水量	10.2° (平均気温) / 1,266.0mm (年降水量) (平年値、盛岡)			
標高/ 傾斜/ 方位	280~290m / 20° / SW			
土壌	乾性褐色森林土			
土地所有者	岩手県盛岡市東中野字五輪 7 番地 1 有限会社川又林業			
植栽実施者	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	2015 年 11 月 30 日~12 月 2 日 (前生樹の伐採は 2015.10)			

(3) 調査プロット概要

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	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	

(4) 調査結果

地区	盛岡	
調査日	2015 年 12 月 3 日	
項目	根元径	樹高
データ数	230	230
合計	127.2	120.92
平均	0.55	0.5257
分散	0.01	0.0034
標準偏差	0.09	0.058
最小値	0.3	0.38
最大値	0.8	0.64
中央値	0.6	0.53



【苗木の特徴】

- ・カラマツ 150cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.55cm、樹高平均が 0.53m
- ・形状比平均が 0.96
- ・比較的根元径及び樹高の分散は少ない。

(5) 植栽コスト

岩手県盛岡市にてカラマツ 150cc コンテナ苗の低密度植栽試験(1,100 本/ha・1,600 本/ha・2,500 本/ha)を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1,100 本/ha (コンテナ苗植栽)			1,600 本/ha (コンテナ苗植栽)			2,500 本/ha (コンテナ苗植栽)		
	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	1.000 ha	268,877	268,877	1.000 ha	268,877	268,877	1.000 ha	268,877	268,877
苗木	1,100 本	225	247,500	1,600 本	225	360,000	2,500 本	235	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	1.000 ha	123,806	123,806	1.000 ha	123,806	123,806	1.000 ha	123,806	123,806
計	1.000 ha	—	724,883	1.000 ha	—	875,883	1.000 ha	—	1,172,683

なお参考までに、仮に同地にて、カラマツ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度(2,500 本/ha)で植栽する場合の ha あたりのコスト(推定値)を聞き取り結果より示す。

項目	2,500 本/ha (裸苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	268,877	268,877
苗木	2,500 本	83	207,500
植栽	2,500 本	115	287,500
鹿柵	0 m	0	0
その他	1.000 ha	123,806	123,806
計	1.000 ha	—	887,683

岩手県盛岡市におけるカラマツの植栽コストは、コンテナ苗を用いた場合でも密度 1,600 本/ha 以下であれば、通常密度(密度 2,500 本/ha)の裸苗植栽より安い。

(6) 生産性

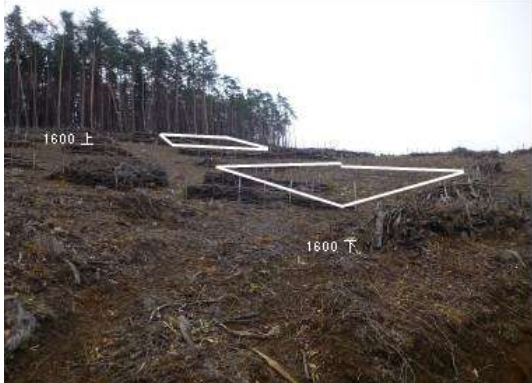
場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積(ha)	生産性(人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性(本/人日)
②岩手県盛岡市	16	チェーンソー・刈払い機	1.00	16.00	8	150cc カラマツコンテナ苗	ディップル	1,695	212

(注 1) 現場における日労働時間は、8 時間である。

(注 2) 本資料は植栽後のヒアリングにより収集し整理した。

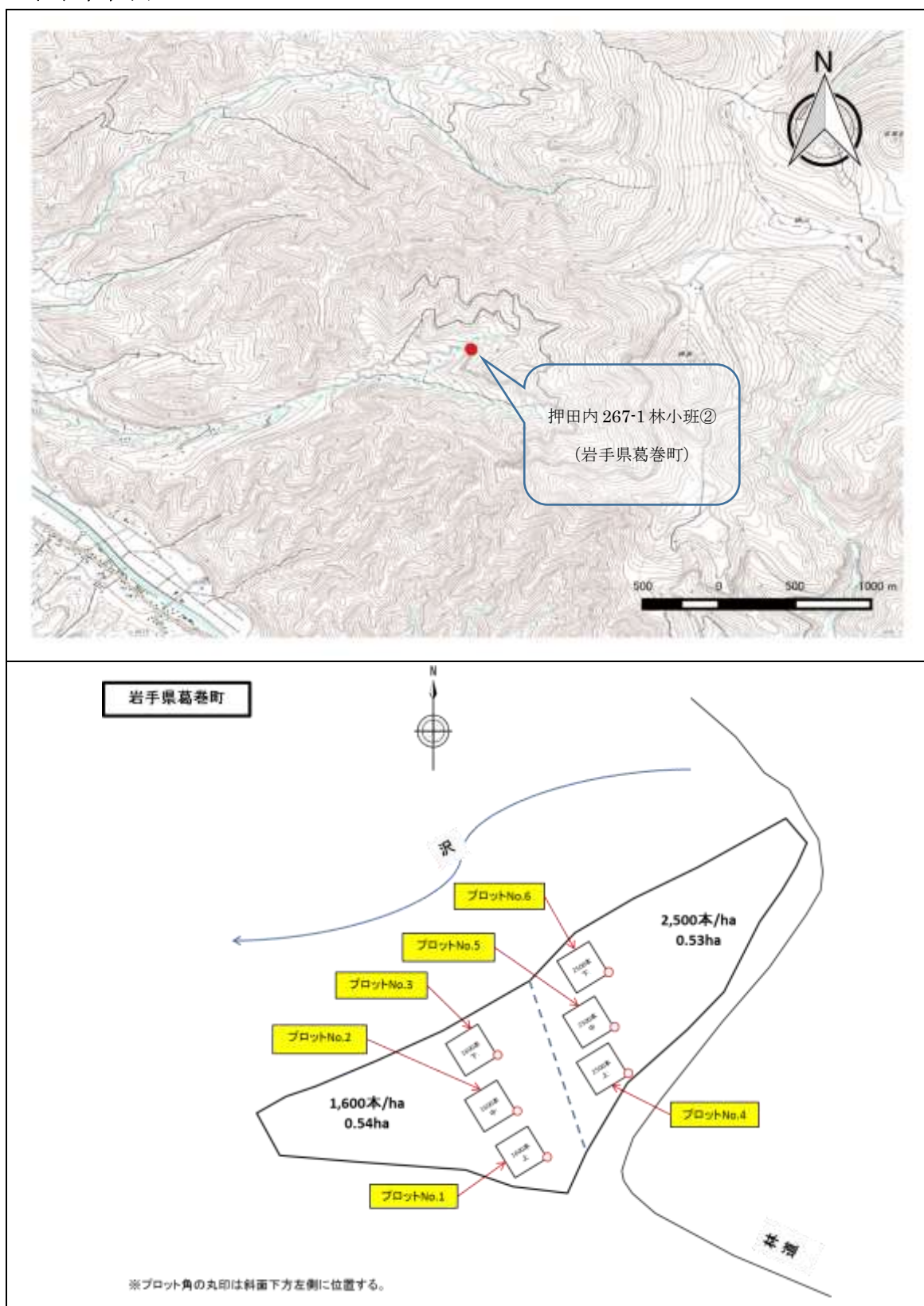
岩手県盛岡市の現場は傾斜が緩く作業道から近いので、地拵えの生産性は 16 人日/ha、植栽の生産性は 212 本/人日と、岩手県紫波町ほどではないのものの他地域と比較すると効率的である。

(7) 現地写真

	
盛岡実証試験地 遠景	盛岡実証試験地 近景
	
プロット No.3 標柱 (1,600 本/ha)	植栽苗 (カラマツコンテナ苗)
	
プロット No.1、No.2 (1,100 本/ha)	プロット No.3、No.4 (1,600 本/ha)

5.1.3 岩手県葛巻町 (No.3)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

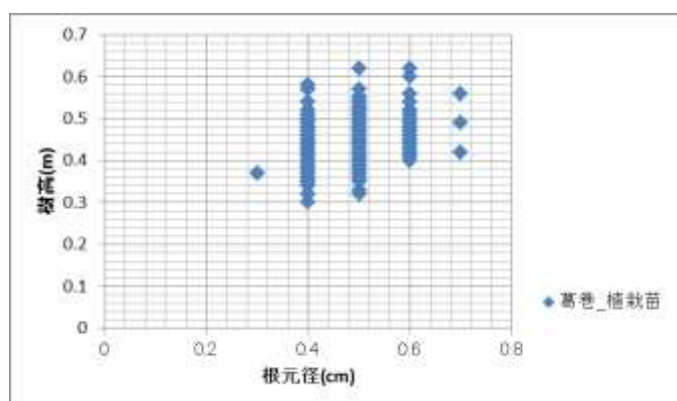
実証試験地	岩手県葛巻町押田内 267-1 林小班		
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.54ha	0.53ha	1.07ha
植栽本数	864 本	1,325 本	2,189 本
気温/ 降水量	8.4° (平均気温) / 1,008.7mm (年降水量) (平年値、葛巻)		
標高/ 傾斜/ 方位	220~250m / 10~15° / NW		
土壌	乾性褐色森林土~褐色森林土		
土地所有者	(個人所有者)		
植栽実施者	岩手県岩手郡葛巻町葛巻 14-37 葛巻森林組合		
植栽日	2015 年 11 月 16~18 日 (前生樹の伐採は 2013.11)		

(3) 調査プロット概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,600 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	

(4) 調査結果

地区	葛巻	
調査日	2015 年 11 月 30 日	
項目	根元径	樹高
データ数	235	235
合計	113.7	105.52
平均	0.48	0.449
分散	0.005	0.0034
標準偏差	0.07	0.0584
最小値	0.3	0.3
最大値	0.7	0.62
中央値	0.5	0.45



【苗木の特徴】

- ・カラマツ 150cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.48cm、樹高平均が 0.45m
- ・形状比平均が 0.94
- ・比較的根元径及び樹高の分散は少ない。

(5) 植栽コスト

岩手県葛巻町にてカラマツ 150cc コンテナ苗の低密度植栽試験(1,600 本/ha・2,500 本/ha)を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1,600 本/ha (コンテナ苗植栽)			2,500 本/ha (コンテナ苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	370,000	370,000	1.000 ha	370,000	370,000
苗木	1,600 本	206	329,600	2,500 本	206	515,000
植栽	1,600 本	60	96,000	2,500 本	60	150,000
鹿柵	0 m	0	0	0 m	0	0
その他	1.000 ha	133,678	133,678	1.000 ha	133,678	133,678
計	1.000 ha	—	929,278	1.000 ha	—	1,168,678

なお参考までに、仮に同地にて、カラマツ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度(2,500 本/ha)で植栽する場合の ha あたりのコスト(推定値)を聞き取り結果より示す。

項目	2,500 本/ha (裸苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	370,000	370,000
苗木	2,500 本	83	207,500
植栽	2,500 本	89	222,500
鹿柵	0 m	0	0
その他	1.000 ha	133,678	133,678
計	1.000 ha	—	933,678

岩手県葛巻町におけるカラマツの植栽コストは、コンテナ苗を用いた場合でも密度 1,600 本/ha 以下であれば、通常密度(密度 2,500 本/ha)の裸苗植栽より安い。

(6) 生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積(ha)	生産性(人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性(本/人日)
③岩手県葛巻町	30	チェーンソー・刈払い機	1.07	28.04	17	150cc カラマツコンテナ苗	テーブル	2,189	129

(注1) 現場における日労働時間は、8時間である。

(注2) 本資料は植栽後のヒアリングにより収集し整理した。

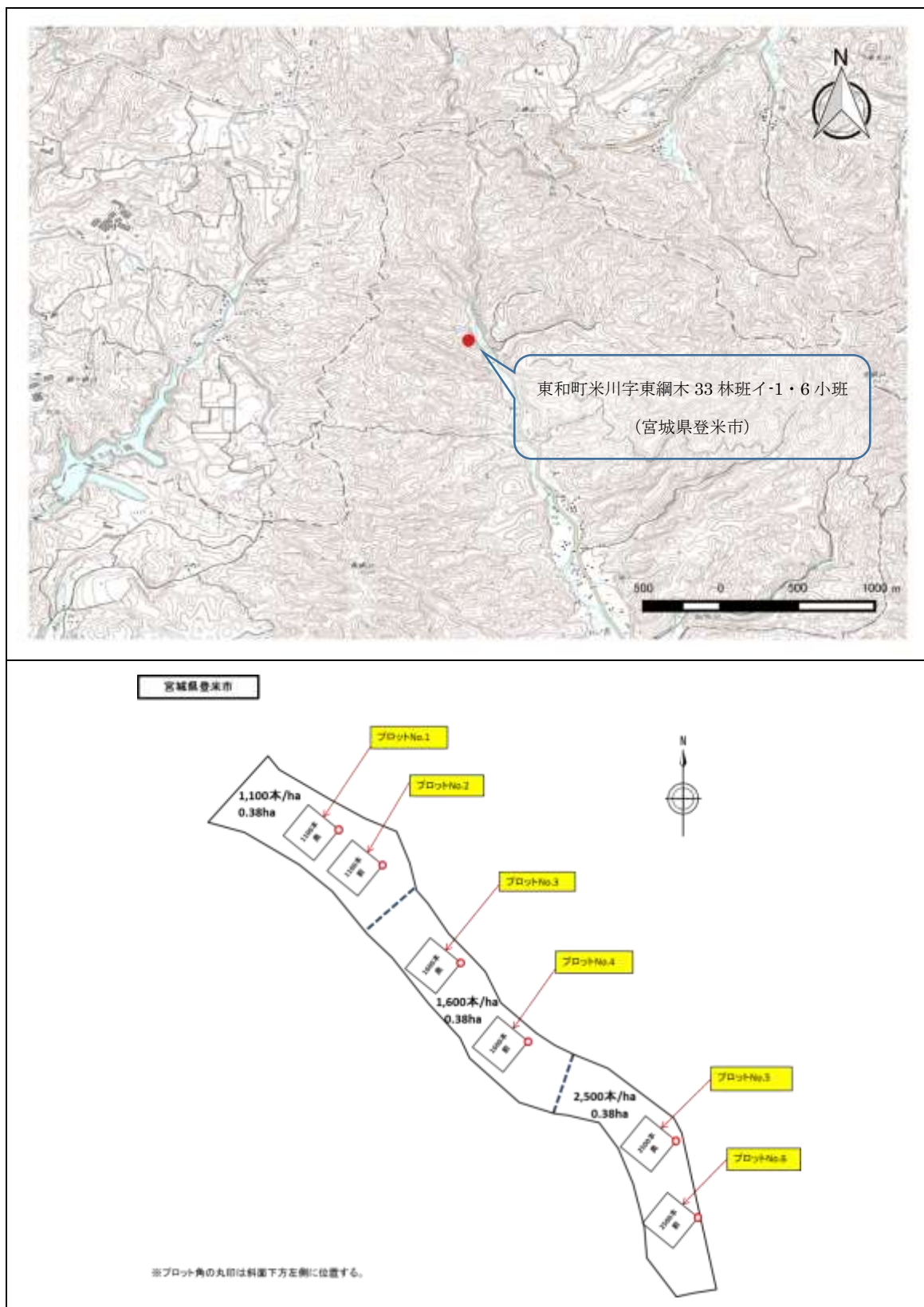
岩手県葛巻町の現場は前生樹の伐採から2年経過し、地拵え時に侵入低木の刈り払いが生じて生産性は28人日/haと多く掛かってしまった。また植栽にあたってはコンテナ苗の植栽が初めてで生産性は129本/人日と、150cc コンテナ苗を使用した中では最も効率が悪かった。

(7) 現地写真

	
葛巻実証試験地 遠景	葛巻実証試験地 近景
	
プロット No.1 標柱 (1,600 本/ha)	植栽苗 (カラマツコンテナ苗)
	
プロット No.2 (1,600 本/ha)	プロット No.3 (1,600 本/ha)

5.1.4 宮城県登米市 (No.4)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

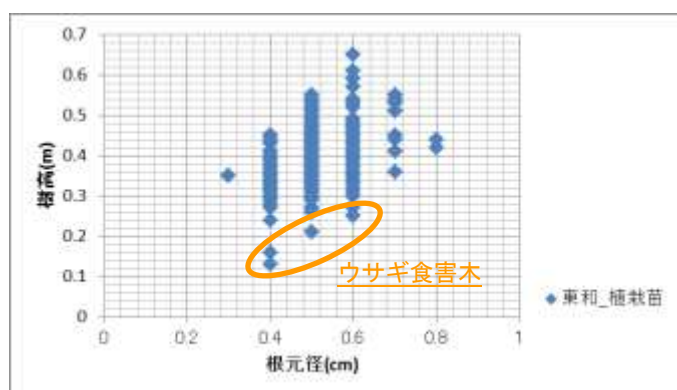
実証試験地	宮城県登米市東和町米川字東綱木 33 林班イ-1・6 小班			
苗木種	スギ 150cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.38ha	0.38ha	0.38ha	1.14ha
植栽本数	418 本	608 本	950 本	1,976 本
気温/ 降水量	11.1° (平均気温) / 1,068.8mm (年降水量) (平年値、米山)			
標高/ 傾斜/ 方位	100~130m / 38° / NE			
土壌	乾性褐色森林土~褐色森林土			
土地所有者	宮城県登米市中田町上沼字西桜庭 8 登米市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	2015 年 12 月 8~11 日 (前生樹の伐採は 2012.10)			

(3) 調査プロット概要

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	39 本	1,100 本区奥側に設置
	No.2	18×18m	37 本	1,100 本区前側に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	37 本	1,600 本区奥側に設置
	No.4	15×15m	38 本	1,600 本区前側に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	2,500 本区奥側に設置
	No.6	12×12m	38 本	2,500 本区前側に設置
合計			225 本	

(4) 調査結果

地区	東和	
調査日	2016 年 1 月 12 日	
項目	根元径	樹高
データ数	225	225
合計	114.8	88.78
平均	0.51	0.3946
分散	0.01	0.0061
標準偏差	0.08	0.0781
最小値	0.3	0.13
最大値	0.8	0.65
中央値	0.5	0.39



【苗木の特徴】

- ・スギ 150cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.51cm、樹高平均が 0.39m
- ・形状比平均が 0.77 (樹高に比較し根元径が太い)
- ・比較的根元径の分散は少ないが、ウサギ食害により樹高の分散が高い。

(5) 植栽コスト

宮城県登米市にてスギ 150cc コンテナ苗の低密度植栽試験(1,100 本/ha・1,600 本/ha・2,500 本/ha)を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1,100 本/ha (コンテナ苗植栽)			1,600 本/ha (コンテナ苗植栽)			2,500 本/ha (コンテナ苗植栽)		
	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	1.000 ha	429,825	429,825	1.000 ha	429,825	429,825	1.000 ha	429,825	429,825
苗木	1,100 本	230	253,000	1,600 本	230	368,000	2,500 本	230	575,000
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	1.000 ha	315,375	315,375	1.000 ha	315,375	315,375	1.000 ha	315,375	315,375
計	1.000 ha	—	1,071,900	1.000 ha	—	1,220,400	1.000 ha	—	1,487,700

なお参考までに、仮に同地にて、スギ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度 (2,500 本/ha) で植栽する場合の ha あたりのコスト (推定値) を聞き取り結果より示す。

項目	3,000 本/ha (裸苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	429,825	429,825
苗木	3,000 本	145	435,000
植栽	3,000 本	100	300,000
鹿柵	0 m	0	0
その他	1.000 ha	315,375	315,375
計	1.000 ha	—	1,480,200

宮城県登米市におけるスギの植栽コストは、コンテナ苗を用いた場合でも密度 1,600 本/ha 以下であれば、通常密度 (密度 3,000 本/ha) の裸苗植栽より安い。ただし、スギ裸苗の 3,000 本/ha 植栽は、コンテナ苗より植付時の費用が嵩むので、結果的にコンテナ苗 2,500 本/ha 植栽と費用的にはあまり変わらなかった。

(6) 生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積(ha)	生産性(人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性(本/人日)
④宮城県登米市	17	チェーンソー・刈払い機	1.14	14.91	8	150cc スギコンテナ苗	ディール	1,976	247

(注 1) 現場における日労働時間は、8 時間である。

(注 2) 本資料は植栽後のヒアリングにより収集し整理した。

宮城県登米市の現場は急傾斜地であり、かつ前生樹の伐採から 3 年経過して地拵え時には侵

入低木の刈り払いが生じたが、生産性は約 15 人日/ha と比較的良かった。また、植栽の生産性は 247 本/人日と比較的効率的であった。

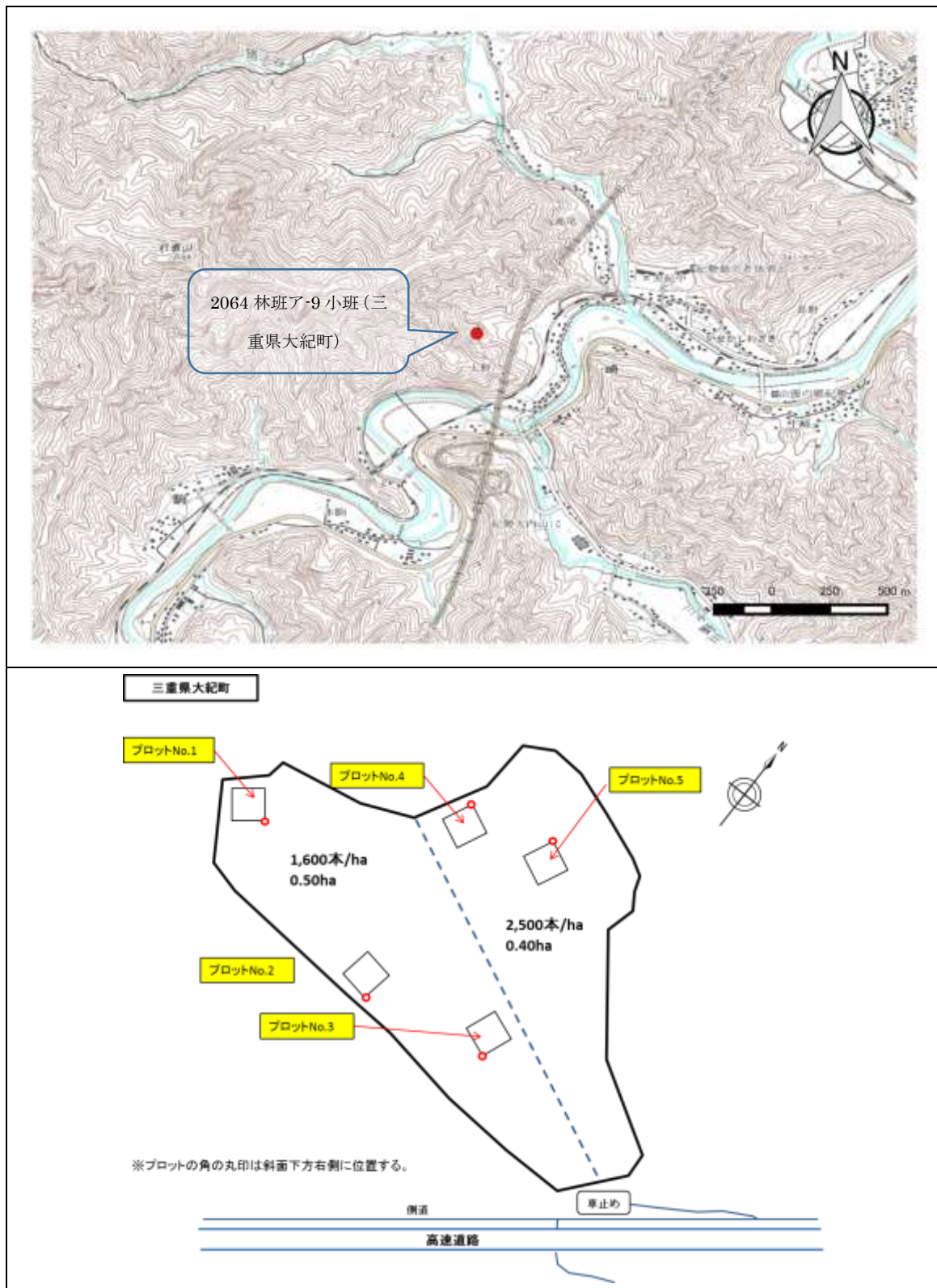
(7) 現地写真

	
東和実証試験地 遠景	東和実証試験地 近景
	
プロット No.4 標柱 (1,600 本/ha)	植栽苗 (スギコンテナ苗)
	
プロット No.3 標柱 (1,600 本/ha)	プロット No.6 標柱 (2,500 本/ha)

5.2 近畿中国地域

5.2.1 三重県大紀町 (No.5)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

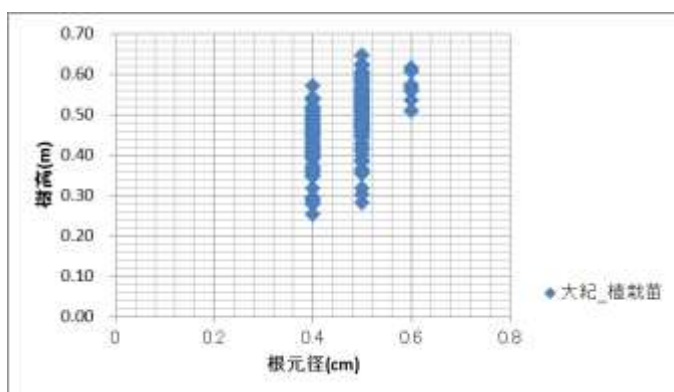
実証試験地	三重県大紀町 2064 林班ア-9 小班		
苗木種	ヒノキ 150cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.50ha	0.40ha	0.90ha
植栽本数	800 本	1,000 本	1,800 本
気温/ 降水量	15.7° (平均気温) / 2,261.6mm (年降水量) (平年値、南伊勢)		
標高/ 傾斜/ 方位	170~240m / 36~46° / N、NW、S		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	(個人所有者)		
植栽実施者	三重県度会郡大紀町崎 239-2 大紀町森林組合		
植栽日	2016 年 2 月 16~18 日 (前生樹の伐採は 2005.10)		

(3) 調査プロット概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,600 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	

(4) 調査結果

地区	大紀	
調査日	2016 年 2 月 17 日	
項目	根元径	樹高
データ数	180	180
合計	83.2	85.264
平均	0.46	0.47
分散	0.003	0.006
標準偏差	0.06	0.0773
最小値	0.4	0.252
最大値	0.6	0.646
中央値	0.5	0.475



【苗木の特徴】

- ・ヒノキ 150cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.46cm、樹高平均が 0.47m
- ・形状比平均が 1.02 (ヒノキの中では形状比が最も低い)
- ・比較的に根元径の分散は少ないが、樹高の分散は高い。

(5) 植栽コスト

三重県大紀町にてヒノキ 150cc コンテナ苗の低密度植栽試験 (1,600 本/ha・2,500 本/ha) を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1,600 本/ha (コンテナ苗植栽)			2,500 本/ha (コンテナ苗植栽)		
	面積・本数	単価 (円)	経費 (円)	面積・本数	単価 (円)	経費 (円)
地拵え	1.000 ha	576,000	576,000	1.000 ha	576,000	576,000
苗木	1,600 本	184	294,400	2,500 本	184	460,000
植栽	1,600 本	77	123,200	2,500 本	77	192,500
鹿柵	400 m	1,933	773,200	400 m	1,933	773,200
その他	1.000 ha	638,730	638,730	1.000 ha	638,730	638,730
計	1.000 ha	—	2,405,530	1.000 ha	—	2,640,430

なお参考までに、仮に同地にて、ヒノキ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度 (3,000 本/ha) で植栽する場合の ha あたりのコスト (推定値) を聞き取り結果より示す。なお、同地(尾鷲地域)では 4,000～5,000 本/ha にてヒノキを植栽する事例も多い。

項目	3,000 本/ha (裸苗植栽)		
	面積・本数	単価 (円)	経費 (円)
地拵え	1.000 ha	576,000	576,000
苗木	3,000 本	109	327,000
植栽	3,000 本	115	345,000
鹿柵	400 m	1,933	773,200
その他	1.000 ha	638,730	638,730
計	1.000 ha	—	2,659,930

三重県大紀町の現場は、急傾斜地である。その上、前生樹の伐採から 10 年経過し、樹高 5m 前後の広葉樹が多く生育していた。そのため、地拵え時には侵入木の刈り払いが行われ、多額の地拵えコストが掛かった。また、シカによる植栽木への食害とイノシシによる鹿柵の破壊が多い地域であり、鹿柵の設置にコストが掛かっている。

ヒノキコンテナ苗 (150cc) の植栽コストは、密度 2,500 本/ha 以下であれば、通常密度 (密度 3,000 本/ha) の裸苗の植栽より安くて低コストであった。

(6) 生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積 (ha)	生産性 (人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性 (本/人日)
⑤三重県大紀町	30	チェーンソー・刈払い機	0.90	33.33	12	150cc ヒノキコンテナ苗	ディップル	1,800	150

(注1) 現場における日労働時間は、8時間である。

(注2) 本資料は植栽後のヒアリングにより収集し整理した。

三重県大紀町の現場は、前生樹の伐採から10年経過し、地拵え時に侵入木の刈り払いが生じて生産性は約33人日/haと多く掛かってしまった。また植栽にあたっては、急傾斜地での作業が多く生産性は150本/人日と、150ccコンテナ苗を使用した中では比較的に効率が悪かった。

(7) 現地写真

	
大紀実証試験地 地拵え前の遠景	大紀実証試験地 地拵え前の近景
	
大紀実証試験地 遠景	大紀実証試験地 近景

	
プロット No.1(1,600 本/ha)	植栽苗 (ヒノキコンテナ苗)

	
プロット No.2(1,600 本/ha)	プロット No.2 と隣接するシカネット

	
プロット No.3(1,600 本/ha)	プロット No.2 (植栽箇所と粗朶)



プロット No.4(2,500 本/ha)



プロット No.4 (植栽箇所と粗朶)



プロット No.5(2,500 本/ha)

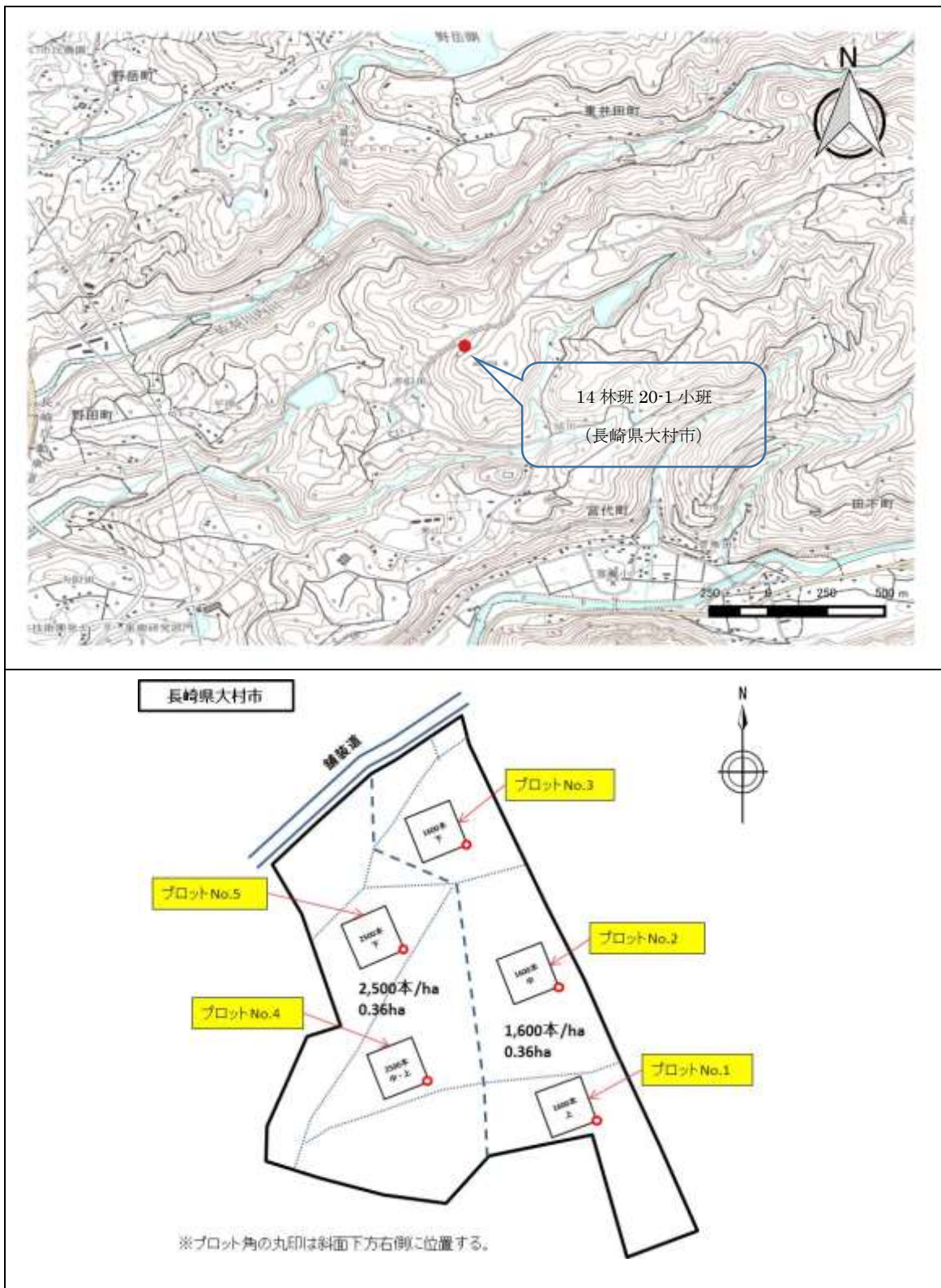


プロット No.5 (ヒノキコンテナ苗)

5.3 九州地域

5.3.1 長崎県大村市 (No.6)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

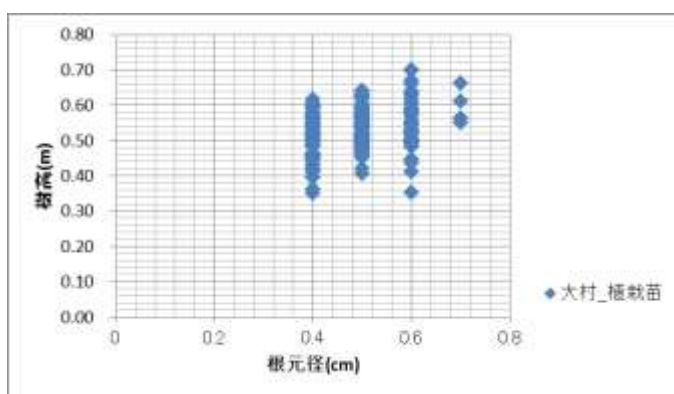
実証試験地	長崎県大村市 14 林班 20-1 小班		
苗木種	ヒノキ 300cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.36ha	0.36ha	0.72ha
植栽本数	575 本	898 本	1,473 本
気温/ 降水量	17.3° (平均気温) / 1,761.2mm (年降水量) (平年値、大村)		
標高/ 傾斜/ 方位	230~250m / 11~24° / N		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	長崎県大村市玖島 1-25 大村市農林整備課林務グループ		
植栽実施者	三重県度会郡大紀町崎 239-2 長崎南部森林組合大村支所		
植栽日	2016 年 1 月 21~22 日 (前生樹の伐採は 2014.10)		

(3) 調査プロット概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,600 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	

(4) 調査結果

地区	大村	
調査日	2016 年 2 月 12 日	
項目	根元径	樹高
データ数	180	180
合計	88.6	94.491
平均	0.49	0.53
分散	0.01	0.0042
標準偏差	0.08	0.0651
最小値	0.4	0.349
最大値	0.7	0.7
中央値	0.5	0.5185



【苗木の特徴】

- ・ヒノキ 300cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.49cm、樹高平均が 0.53m
- ・形状比平均が 1.08
- ・ヒノキ苗の中では、比較的根元径の分散は高いが樹高の分散は低い。

(5) 植栽コスト

長崎県大村市にてヒノキ 300cc コンテナ苗の低密度植栽試験 (1,600 本/ha・2,500 本/ha) を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1,600 本/ha (コンテナ苗植栽)			2,500 本/ha (コンテナ苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	286,650	286,650	1.000 ha	286,650	286,650
苗木	1,600 本	146	233,600	2,500 本	146	365,000
植栽	1,600 本	67	107,200	2,500 本	67	167,500
鹿柵	0 m	0	0	0 m	0	0
その他	1.000 ha	168,852	168,852	1.000 ha	168,852	168,852
計	1.000 ha	—	796,302	1.000 ha	—	988,002

なお参考までに、仮に同地にて、ヒノキ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度 (3,000 本/ha) で植栽する場合の ha あたりのコスト (推定値) を聞き取り結果より示す。

項目	3,000 本/ha (裸苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	286,650	286,650
苗木	3,000 本	109	327,000
植栽	3,000 本	101	303,000
鹿柵	0 m	0	0
その他	1.000 ha	168,852	168,852
計	1.000 ha	—	1,085,502

ヒノキコンテナ苗 (300cc) の植栽コストは、密度 2,500 本/ha であれば、通常密度 (密度 3,000 本/ha) の裸苗の植栽より 1 割程度低コストであった。

(6) 生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積 (ha)	生産性 (人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性 (本/人日)
⑥長崎県大村市	15	グループ付バックホー・チェーンソー・刈払い機	0.72	20.83	13	300cc ヒノキコンテナ苗	鍬	1,476	114

(注 1) 現場における日労働時間は、7 時間 30～40 分である。

(注 2) 本資料は植栽後の日報を整理し集計した。

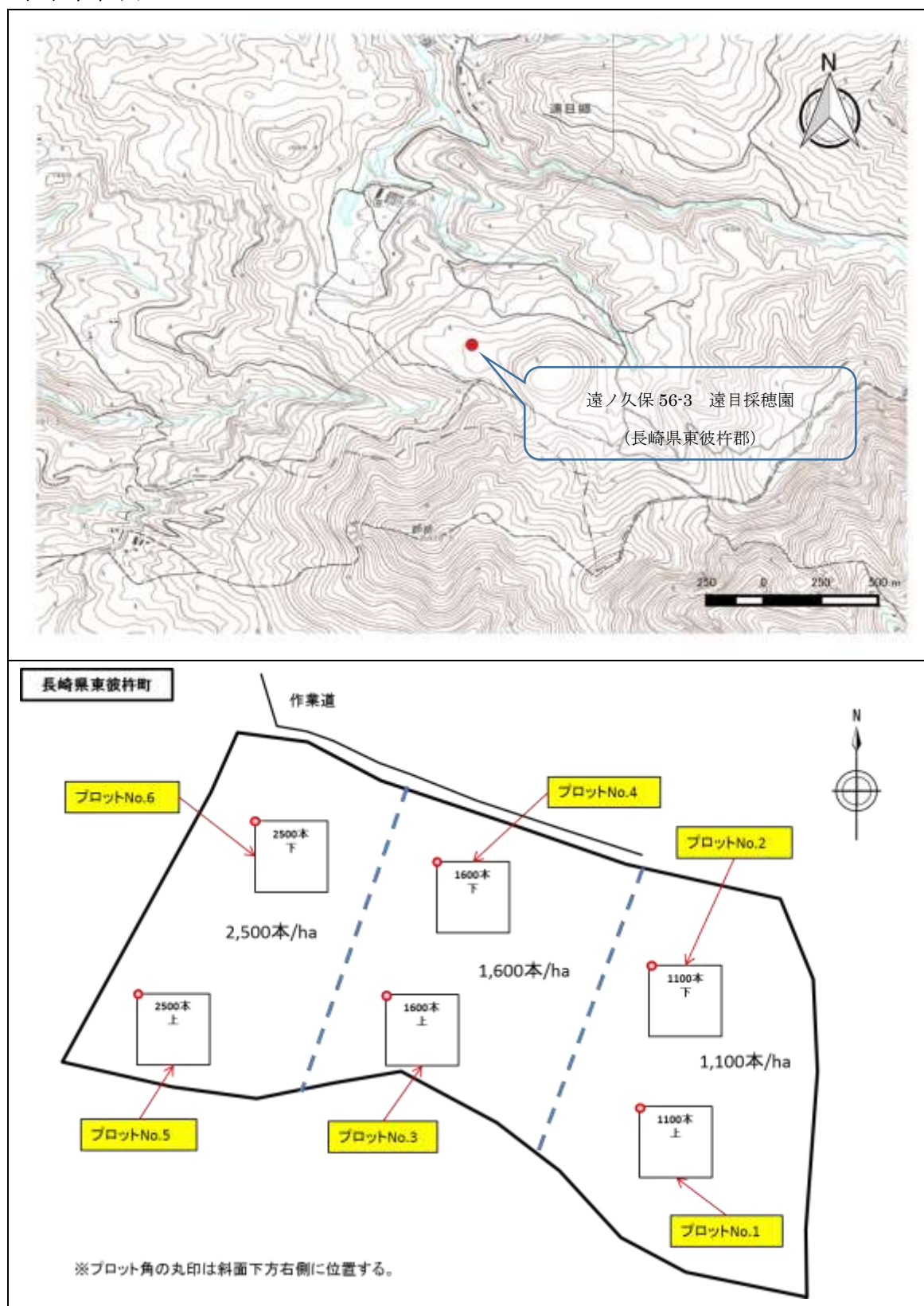
長崎県大村市の現場は、前生樹の伐採から1年経過し、低木やつる植物が旺盛に生育していた。そのため地拵えの生産性は約21人日/haと比較的に掛かってしまった。一方、植栽の生産性は150本/人日と、300ccコンテナ苗を使用した中では、比較的に効率が良かった。

(7) 現地写真

	
大村実証試験地 遠景	プロット No. 1 (1,600 本/ha)
	
プロット No. 2 (1,600 本/ha)	プロット No. 3 (1,600 本/ha)
	
プロット No. 4 (2,500 本/ha)	プロット No. 5 (2,500 本/ha)

5.3.2 長崎県東彼杵町 (No.7)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

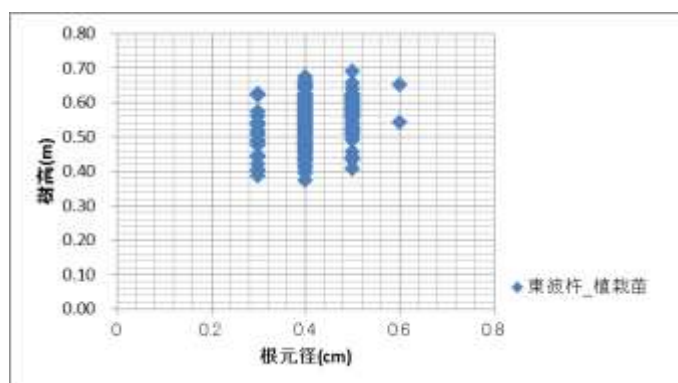
実証試験地	長崎県東彼杵郡東彼杵町遠ノ久保 56-3 遠目採穂園			
苗木種	ヒノキ 300cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.38ha	0.35ha	0.32ha	1.05ha
植栽本数	420 本	560 本	800 本	1,780 本
気温/ 降水量	17.3° (平均気温) / 1,761.2mm (年降水量) (平年値、大村)			
標高/ 傾斜/ 方位	610~620m / 2~16° / N			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	長崎県長崎市江戸町 2-13 長崎県森林整備室森林整備班			
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	2015 年 1 月 5~7 日 (前生樹の伐採は 2015.12)			

(3) 調査プロット概要

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	1,100 本区上側に設置
	No.2	18×18m	36 本	1,100 本区下側に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	36 本	1,600 本区上側に設置
	No.4	15×15m	36 本	1,600 本区下側に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	2,500 本区上側に設置
	No.6	12×12m	36 本	2,500 本区下側に設置
合計			216 本	

(4) 調査結果

地区	東彼杵	
調査日	2016 年 1 月 14 日	
項目	根元径	樹高
データ数	216	216
合計	89.6	116.524
平均	0.41	0.54
分散	0.003	0.0042
標準偏差	0.06	0.0645
最小値	0.3	0.372
最大値	0.6	0.691
中央値	0.4	0.5435



【苗木の特徴】

- ・ヒノキ 300cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.41cm、樹高平均が 0.54m
- ・形状比平均が 1.32 とヒノキの中で最も高い。
(樹高の割には根元径が細い)
- ・根元径、樹高とも比較的に分散が低い。

(5) 植栽コスト

長崎県東彼杵町にてヒノキ 300cc コンテナ苗の低密度植栽試験 (1,100 本/ha・1,600 本/ha・2,500 本/ha) を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1, 100 本/ha (コンテナ苗植栽)			1, 600 本/ha (コンテナ苗植栽)			2, 500 本/ha (コンテナ苗植栽)		
	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. 000 ha	224, 691	224, 691	1. 000 ha	224, 691	224, 691	1. 000 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. 000 ha	154, 535	154, 535	1. 000 ha	154, 535	154, 535	1. 000 ha	154, 535	154, 535
計	1. 000 ha	—	613, 526	1. 000 ha	—	720, 026	1. 000 ha	—	911, 726

なお参考までに、仮に同地にて、ヒノキ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度 (3,000 本/ha) で植栽する場合の ha あたりのコスト (推定値) を聞き取り結果より示す。

項目	3, 000 本/ha (裸苗植栽)		
	面積・本数	単価 (円)	経費 (円)
地拵え	1. 000 ha	224, 691	224, 691
苗木	3, 000 本	109	327, 000
植栽	3, 000 本	101	303, 000
鹿柵	0 m	0	0
その他	1. 000 ha	154, 535	154, 535
計	1. 000 ha	—	1, 009, 226

長崎県東彼杵町は、伐採から植栽までの一貫作業を実施した。伐採時にグラップルによる機械地拵えを行ったので、その後の地拵えは簡単な枝条整理に留まっている。なお、伐木造材事業と植栽事業 (簡単な整理地拵えを含む) は別事業である。

ヒノキコンテナ苗 (300cc) の植栽コストは、密度 2,500 本/ha であれば、通常密度 (密度 3,000 本/ha) の裸苗の植栽より 1 割程度低コストであった。

(6) 生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積 (ha)	生産性 (人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性 (本/人日)
⑦長崎県東彼杵町	12	グラップル付バックホー・チェンソー・刈払い機	1.05	11.49	24	300cc ヒノキコンテナ苗	鍬	1,780	74

(注 1) 現場における日労働時間は、7 時間 30～40 分である。

(注 2) 地拵えは伐採時の一貫作業で行っているので生産性はわからない。本資料は植栽後の日報を整理し集計した。

長崎県東彼杵町の現場は、前生樹の伐採から植栽までを一気に行う一貫作業を実施し、林業機械による地拵えが実施されている。そのため、地拵えの生産性は高い。しかし、植栽にあたっては、コンテナ苗の植栽が初めてであり、植栽の生産性は 74 本/人日と 300cc コンテナ苗を使用した中では、最も効率が悪かった。

(7) 現地写真

	
東彼杵実証試験地 遠景	植栽苗 (ヒノキコンテナ苗)



プロット No.1(1,100 本/ha)



プロット No.2 (1,100 本/ha)



プロット No.3 (1,600 本/ha)



プロット No.4 (1,600 本/ha)



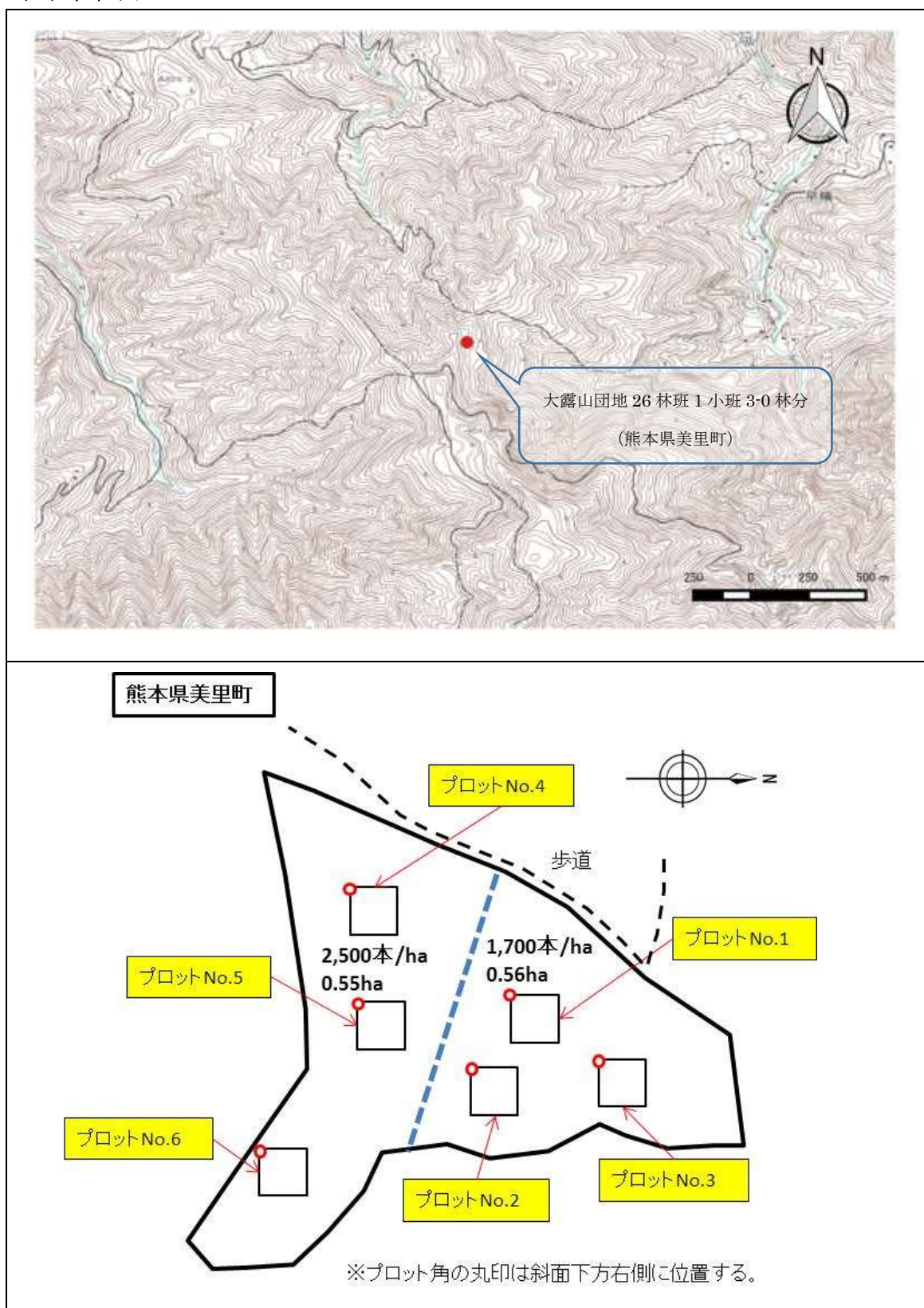
プロット No.5 (2,500 本/ha)



プロット No.6 (2,500 本/ha)

5.3.3 熊本県美里町 (No.8)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

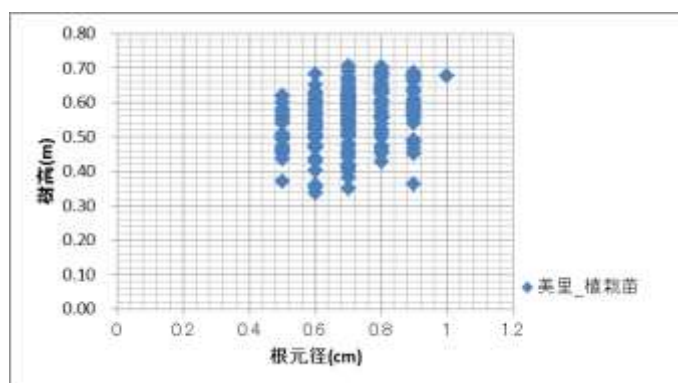
実証試験地	熊本県美里町大露山団地 26 林班 1 小班 3-0 林分		
苗木種	スギ 300cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,700 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.56ha	0.55ha	1.11ha
植栽本数	952 本	1,375 本	2,327 本
気温/ 降水量	16.1° (平均気温) / 2,096.5mm (年降水量) (平年値、甲佐)		
標高/ 傾斜/ 方位	665~690m / 11~30° / E~SE		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	熊本県熊本市中央区水前寺 6-18-1 熊本県庁森林整備課県有林班		
植栽実施者	熊本県熊本市中央区新屋敷 1-5-4 熊本県森林組合連合会		
植栽日	2016 年 2 月 10~13 日 (前生樹の伐採は 2015.11)		

(3) 調査プロット概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,700 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	

(4) 調査結果

地区	美里	
調査日	2016 年 2 月 18 日	
項目	根元径	樹高
データ数	215	215
合計	150.2	118.928
平均	0.7	0.55
分散	0.01	0.0064
標準偏差	0.12	0.0803
最小値	0.5	0.338
最大値	1	0.705
中央値	0.5	0.5185



【苗木の特徴】

- ・スギ 300cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.70cm、樹高平均が 0.55m
- ・形状比平均が 0.70
- ・根元径、樹高ともに分散は中庸だが、若干樹高の分散が高い。

(5) 植栽コスト

熊本県美里町にてスギ 300cc コンテナ苗の低密度植栽試験（1,600 本/ha・2,500 本/ha）を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1,600 本/ha（コンテナ苗植栽）			2,500 本/ha（コンテナ苗植栽）		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	325,946	325,946	1.000 ha	325,946	325,946
苗木	1,600 本	144	230,400	2,500 本	144	360,000
植栽	1,600 本	112	179,200	2,500 本	112	280,000
鹿柵	0 m	0	0	0 m	0	0
その他	1.000 ha	283,810	283,810	1.000 ha	283,810	283,810
計	1.000 ha	—	1,019,356	1.000 ha	—	1,249,756

なお参考までに、仮に同地にて、スギ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度（3,000 本/ha）で植栽する場合の ha あたりのコスト（推定値）を聞き取り結果より示す。

項目	3,000 本/ha（裸苗植栽）		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	325,946	325,946
苗木	3,000 本	109	327,000
植栽	3,000 本	168	504,000
鹿柵	0 m	0	0
その他	1.000 ha	283,810	283,810
計	1.000 ha	—	1,440,756

熊本県美里町におけるスギコンテナ苗（300cc）の植栽コストは、密度 2,500 本/ha であれば、通常密度（密度 3,000 本/ha）の裸苗の植栽より 1 割 5 分程度低コストであった。

(6) 生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積 (ha)	生産性 (人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性 (本/人日)
⑧熊本県美里町	22	チェーンソー・刈払い機	1.11	19.82	16	300cc スギコンテナ苗	鍬	2,327	145

(注 1) 現場における日労働時間は、7 時間 30～40 分である。

(注 2) 本資料は植栽後の日報を整理し集計した。

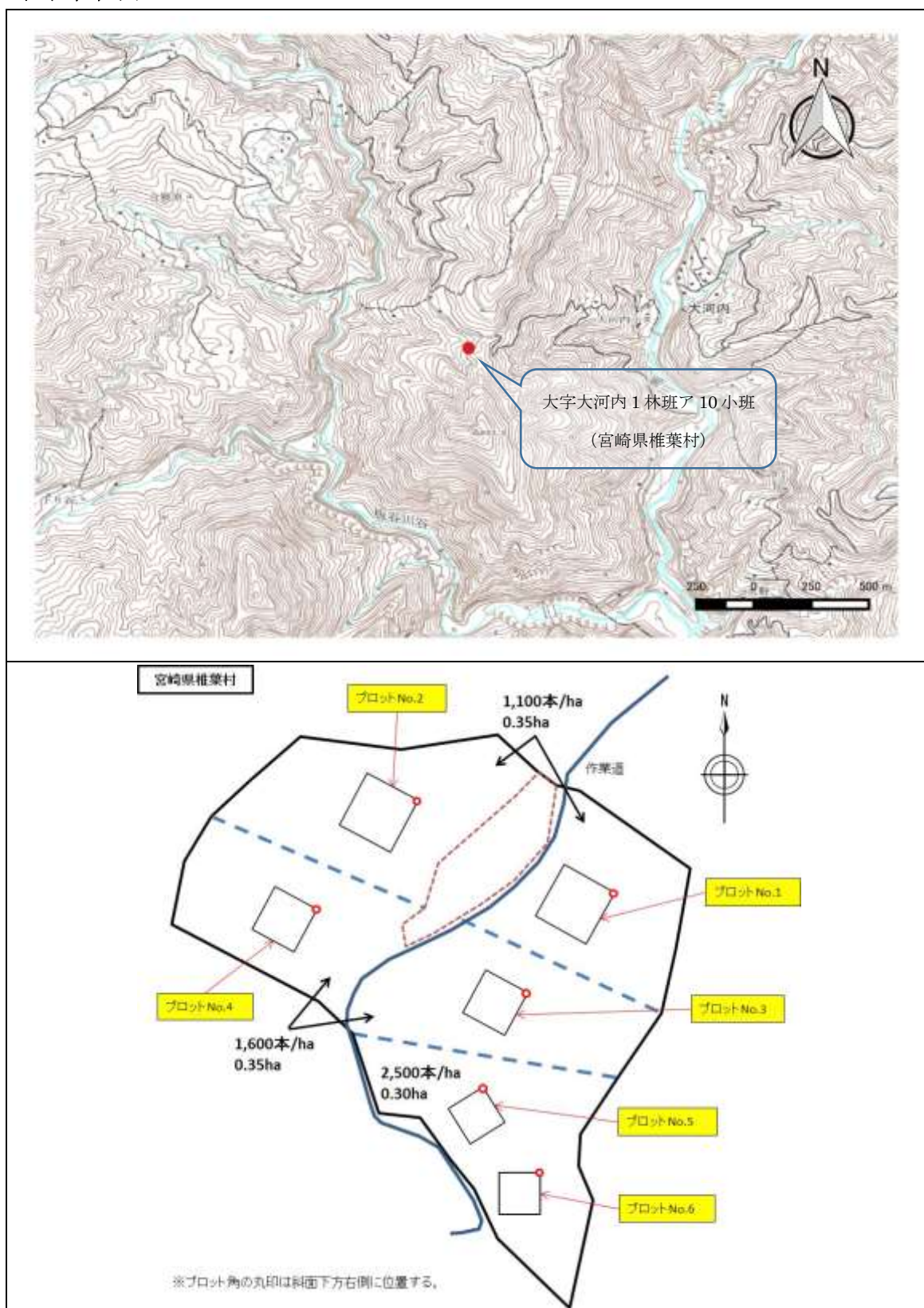
熊本県美里町の現場における地拵えの生産性は約 20 人日/ha であった。一方、植栽の生産性は 145 本/人日と、300cc コンテナ苗を使用した中では、比較的に効率が良かった。

(7) 現地写真

	
プロット No.1(1,700 本/ha)	プロット No.2(1,700 本/ha)
	
プロット No.3(1,700 本/ha)	プロット No.4(2,500 本/ha)
	
プロット No.5 (2,500 本/ha)	プロット No.6 (2,500 本/ha)

5.3.4 宮崎県椎葉村 (No.9)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

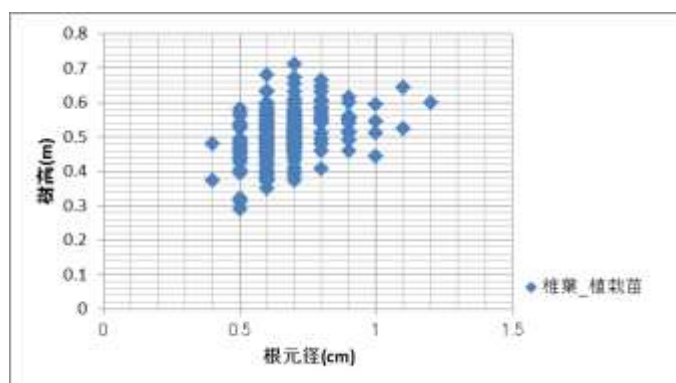
実証試験地	宮崎県椎葉村大字大河内 1 林班ア 10 小班			
苗木種	スギ 300cc コンテナ苗			
植栽密度区	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.35ha	0.35ha	0.30ha	1.00ha
植栽本数	385 本	560 本	750 本	1,695 本
気温/ 降水量	12.7° (平均気温) / 2,364.4mm (年降水量) (平年値、鞍岡)			
標高/ 傾斜/ 方位	830~870m / 13~37° / NW~SW			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	宮崎県東臼杵郡椎葉村大字下福良 1762-1 椎葉村林業振興グループ			
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	2015 年 2 月 3~5 日 (前生樹の伐採は 2013.11)			

(3) 調査プロット概要

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	1,100 本区上側に設置
	No.2	18×18m	36 本	1,100 本区下側に設置
1,600 本/ha	No.3	15×15m	36 本	1,600 本区上側に設置
	No.4	15×15m	36 本	1,600 本区下側に設置
2,500 本/ha	No.5	12×12m	36 本	2,500 本区上側に設置
	No.6	12×12m	36 本	2,500 本区下側に設置
合計			216 本	

(4) 調査結果

地区	椎葉	
調査日	2016 年 2 月 17 日	
項目	根元径	樹高
データ数	216	216
合計	145.2	109.299
平均	0.67	0.506
分散	0.02	0.0047
標準偏差	0.12	0.0688
最小値	0.4	0.29
最大値	1.2	0.71
中央値	0.7	0.502



【苗木の特徴】

- ・スギ 300cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.67cm、樹高平均が 0.51m
- ・形状比平均が 0.76 とスギの中で最も小さい。
- ・樹高の分散は中庸だが、若干根元径の分散が高い。

(5) 植栽コスト

宮崎県椎葉村にてスギ 300cc コンテナ苗の低密度植栽試験(1,100 本/ha・1,600 本/ha・2,500 本/ha) を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1, 100 本/ha (コンテナ苗植栽)			1, 600 本/ha (コンテナ苗植栽)			2, 500 本/ha (コンテナ苗植栽)		
	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. 000 ha	324, 000	324, 000	1. 000 ha	324, 000	324, 000	1. 000 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. 000 ha	242, 234	242, 234	1. 000 ha	242, 234	242, 234	1. 000 ha	242, 234	242, 234
計	1. 000 ha	—	1, 300, 034	1. 000 ha	—	1, 411, 034	1. 000 ha	—	1, 610, 834

なお参考までに、仮に同地にて、スギ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度 (3,000 本/ha) で植栽する場合の ha あたりのコスト (推定値) を聞き取り結果より示す。

項目	3, 000 本/ha (裸苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1. 000 ha	324, 000	324, 000
苗木	3, 000 本	109	327, 000
植栽	3, 000 本	73	219, 000
鹿柵	400 m	1, 224	489, 600
その他	1. 000 ha	242, 234	242, 234
計	1. 000 ha	—	1, 601, 834

宮崎県椎葉村の現場は、前生樹の伐採から 2 年経過していたが、侵入広葉樹の多くはシカが食べ地拵え前はススキ覆地となっていた。そのため、地拵え時の刈り払いコストはそれほど掛からずに済んだ。ただし、鹿柵の設置にコストが掛かっている。

椎葉村におけるスギコンテナ苗 (300cc) の植栽コストは、密度 1,600 本/ha だと通常密度 (密度 3,000 本/ha) の裸苗の植栽より 1 割 5 部程度の低コストであるが、密度 2,500 本/ha であれば、通常密度 (密度 3,000 本/ha) の裸苗の植栽より 5 分程度高コストになった。

(6) 生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え 人工	使用機械	面積 (ha)	生産性 (人日 /ha)	植栽 人工	植栽苗	植栽 器具	植栽 本数	生産性 (本/人 日)
⑨宮崎県 椎葉村	19	チェーンソー・刈払 機	1.00	19.00	17	300cc スギコ ンテナ苗	鍬	1,695	100

(注1) 現場における日労働時間は、7時間30～40分である。

(注2) 本資料は植栽後の日報を整理し集計した。

宮崎県椎葉村の現場における地拵えの生産性は約19人日/haと中庸であった。一方、植栽の生産性は100本/人日と、300cc コンテナ苗を使用した中では、比較的生产性が低かった。

(7) 現地写真

	
プロット No.1(1,100 本/ha)	プロット No.2 (1,100 本/ha)
	
プロット No.3(1,600 本/ha)	プロット No.4(1,600 本/ha)



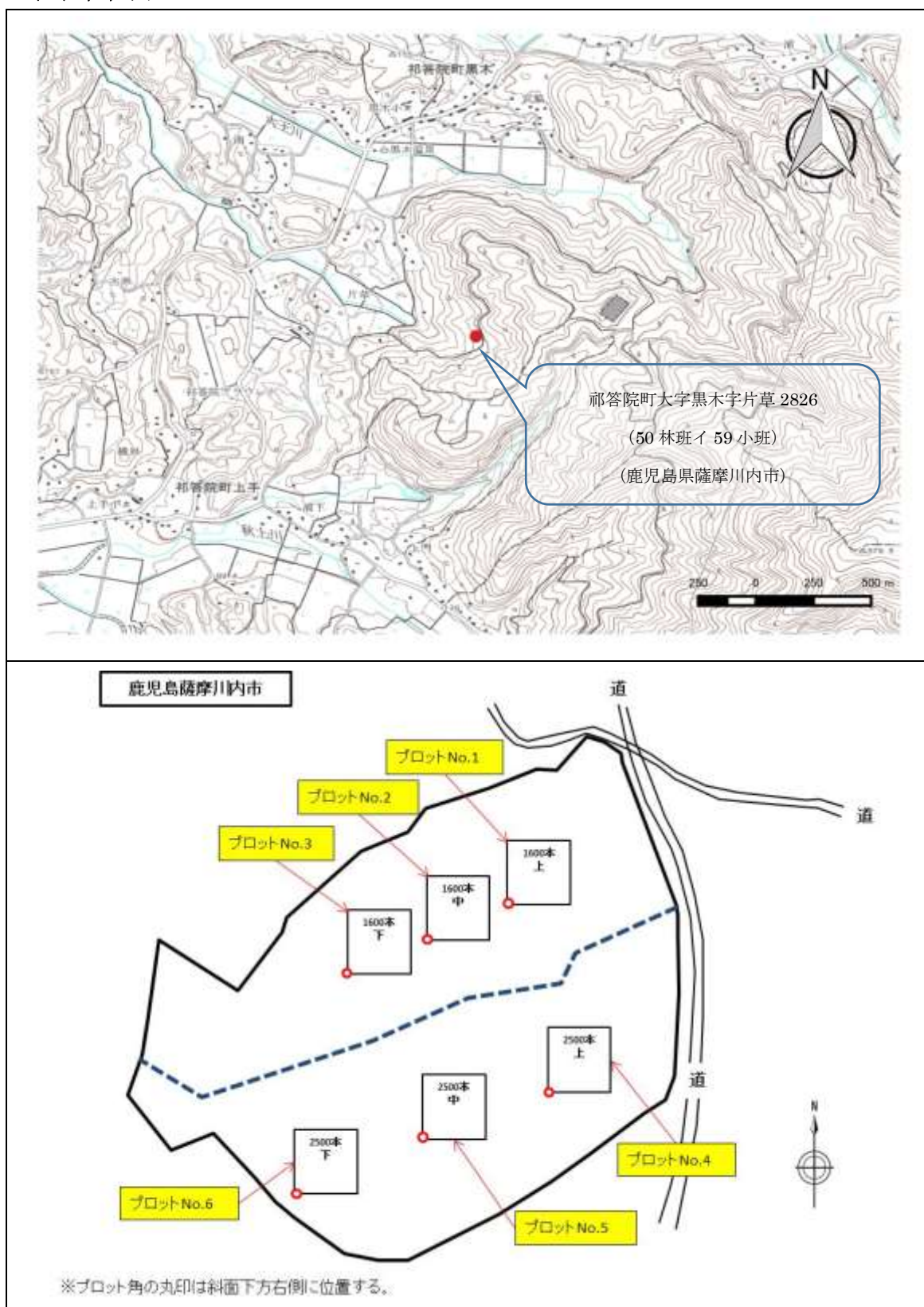
プロット No.5 (2,500 本/ha)



プロット No.6 (2,500 本/ha)

5.3.5 鹿児島県薩摩川内市 (No.10)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

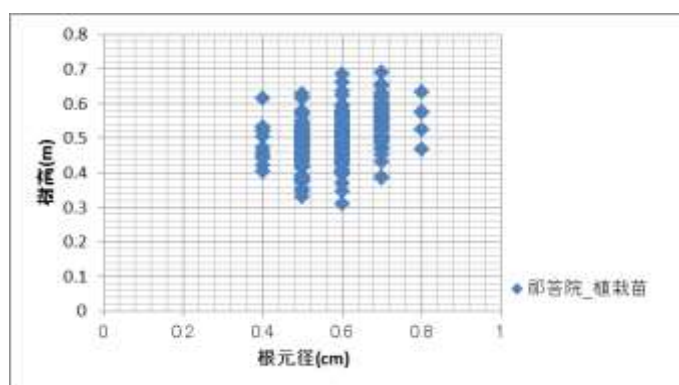
実証試験地	鹿児島県薩摩川内市祁答院町大字黒木字片草 2826 50 林班イ 59 小班		
苗木種	スギ 300cc コンテナ苗		
植栽密度区	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.47ha	0.46ha	0.93ha
植栽本数	752 本	1,150 本	1,902 本
気温/ 降水量	17.0° (平均気温) / 2,281.4mm (年降水量) (平年値、川内)		
標高/ 傾斜/ 方位	180~195m / 11~19° / W		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	鹿児島県薩摩川内市神田町 3-22 薩摩川内市林務水産課		
植栽実施者	鹿児島県薩摩郡さつま町西新町 20-12 株式会社はなぶさ		
植栽日	2016 年 12 月 24 日 (前生樹の伐採は 2014.11)		

(3) 調査プロット概要

密度調査区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
1,600 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	

(4) 調査結果

地区	薩摩川内	
調査日	2016 年 1 月 10 日	
項目	根元径	樹高
データ数	213	213
合計	124.8	107.15
平均	0.59	0.5031
分散	0.01	0.0054
標準偏差	0.09	0.0735
最小値	0.4	0.31
最大値	0.8	0.69
中央値	0.6	0.503



【苗木の特徴】

- ・スギ 300cc コンテナ苗
- ・根元径平均が 0.59cm、樹高平均が 0.50m
- ・形状比平均が 0.85 とスギの中で最も高い。
(根元径の割には樹高が高い)
- ・分散は根元径、樹高ともに中庸。

(5) 植栽コスト

鹿児島県薩摩川内市にてスギ 300cc コンテナ苗の低密度植栽試験(1,600 本/ha・2,500 本/ha)を実施した際の ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税込〕を基に示す。

項目	1,600 本/ha (コンテナ苗植栽)			2,500 本/ha (コンテナ苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	253,763	253,763	1.000 ha	253,763	253,763
苗木	1,600 本	153	244,800	2,500 本	153	382,500
植栽	1,600 本	97	155,200	2,500 本	97	242,500
鹿柵	400 m	1,933	773,200	400 m	1,933	773,200
その他	1.000 ha	750,570	750,570	1.000 ha	750,570	750,570
計	1.000 ha	—	2,177,533	1.000 ha	—	2,402,533

なお参考までに、仮に同地にて、スギ 40～50cm の苗高の裸苗を通常密度 (3,000 本/ha) で植栽する場合の ha あたりのコスト (推定値) を聞き取り結果より示す。

項目	3,000 本/ha (裸苗植栽)		
	面積・本数	単価(円)	経費(円)
地拵え	1.000 ha	253,763	253,763
苗木	3,000 本	109	327,000
植栽	3,000 本	117	351,000
鹿柵	400 m	1,933	773,200
その他	1.000 ha	750,570	750,570
計	1.000 ha	—	2,455,533

鹿児島県薩摩川内市の現場は、前生樹の伐採から 1 年経過していたが、地形が緩く林道から比較的に近い所なので、地拵え作業を林業機械 (グラップル等) を使用し行った。そのため、地拵えコストは安く済んだ。ただし、林業機械を導入するための作業道の改良等その他のコストが掛かった。

また、シカによる植栽木への食害とイノシシによる鹿柵の破壊が多い地域であり、鹿柵の設置にコストが掛かっている。

スギコンテナ苗 (300cc) の植栽コストは、密度 2,500 本/ha であれば、通常密度 (密度 3,000 本/ha) の裸苗の植栽より若干安くて低コストであった。

(6) 生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積 (ha)	生産性 (人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性 (本/人日)
⑩鹿児島県薩摩川内市	6	大鎌・グラップル付バックホー	0.93	6.45	9	300cc スギコンテナ苗	鍬	1,902	211

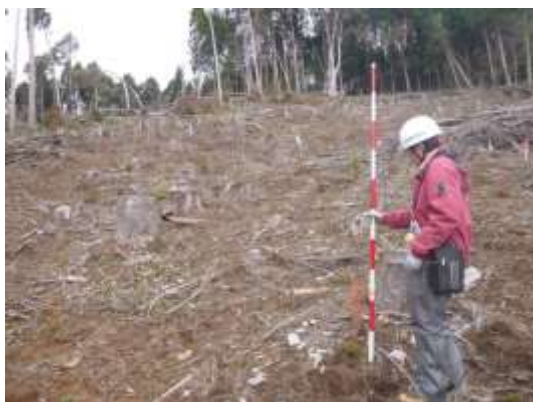
(注 1) 現場における日労働時間は、7 時間 30～40 分である。

(注 2) 本資料は植栽後の日報を整理し集計した。

鹿児島県薩摩川内市の現場は、地拵えの生産性は約 6.5 人日/ha と実証 10 箇所中最も生産性が高かった。これは、地拵え作業に林業機械(グラップル等)を使用したからである。また、植栽の生産性も 211 本/人日と、300cc コンテナ苗を使用した中では、最も効率性が良かった。

(7) 現地写真

	
薩摩川内実証試験地 遠景	薩摩川内実証試験地 近景
	
プロット No. 1 (1,600 本/ha)	プロット No. 2 (1,600 本/ha)



プロット No.3(1,600 本/ha)



プロット No.4(2,500 本/ha)



プロット No.5 (2,500 本/ha)



プロット No.6 (2,500 本/ha)



植栽苗 (スギコンテナ苗)



シカネットの設置

5.4 大型コンテナ苗の導入に向けた検討

本事業では、大型コンテナ苗（樹高 90～100cm 程度の大苗）を低密度植栽することにより、下刈りの省力化を図り、合わせてシカ被害の低減につながるのかどうかの実証が望まれている。

そのため、今年度は、平成 28 年の夏以降、現地への導入（植栽）を目的に苗木の生産に着手した。スギ大型コンテナ苗の生産は、九州地域におけるスギ挿し木のコンテナ苗生産で実績を上げている宮崎県宮崎市の苗木生産者に依頼した。

平成 27 年 12 月時点では、コンテナ苗の平均的な大きさは根元径 0.9 cm、樹高 0.7m、形状比 0.77 程度（2 年生）に成長していて、平成 28 年夏以降には、実証に使用可能な大型コンテナ苗（樹高 90～100cm 程度の大苗）へと成長すると判断した。

下の写真は、平成 27 年 12 月時点の生産中の苗木の写真である。



写真 5.4 スギ大型コンテナ苗の試行的な生産状況（宮崎県宮崎市：平成 27 年 12 月）

5.5 全体の考察

5.5.1 実証の概況

平成 27 年度は、東北地域（太平洋側）4 箇所、近畿中国地域 1 箇所、九州地域 5 箇所にて実証を行った。

実証は、おおむね 1ha エリアに植栽密度別の試験地を設定しコンテナ苗を植栽した。植栽密度は、1,100 本/ha、1,600 本/ha、2,500 本/ha の 3 種としたが、保安林の指定施業要件や市町村森林整備計画に配慮し、所有者と調整の上、1,600 本/ha と 2,500 本/ha の 2 種とした場所もある。

伐採直後（1～2 箇月以内）に地拵・植栽を実施した場所が 3 箇所（①岩手県紫波町・②岩手県盛岡市・⑦長崎県東彼杵町）、伐採翌年（1 年後）に地拵え・植栽を行った場所が 1 箇所（⑧熊本県美里町）、伐採後 2～10 年後に地拵え・植栽を行った場所が 6 箇所（③岩手県葛巻町・④宮城県登米市・⑤三重県大紀町・⑥長崎県大村市・⑨宮崎県椎葉村・⑩鹿児島県薩摩川内市）であり、⑤三重県大紀町の場合は伐採後 10 年経過し地拵えに 5m 前後の樹木伐採を伴った。

実証場所は、全て民有林であり、所有者とは地拵え及び植栽、その後の下刈り、経費、保険、植栽樹木の所有、管理等に係る項目についての協定を結んだ上で実証を行った。

植栽した苗木は、東北地域（太平洋側）はカラマツ 150cc コンテナ苗 3 箇所にスギ 150cc コンテナ苗 1 箇所、近畿中国地域はヒノキ 150cc コンテナ苗 1 箇所、九州地域はヒノキ 300cc コンテナ苗 2 箇所、スギ 300cc コンテナ苗 3 箇所とした。

また、実証場所の地形や道路等は様々であり、本文に記載した一覧表や地形図等を参照されたい。

以下に、植栽した苗木の特性、植栽に係るコスト、生産性の順に調査結果の概要を示し考察を行う。ただし、今年の実証 1 年目であり、事例が少なく特異な傾向も含まれる可能性があるため、あくまで本年度における事例的な考察とする。

5.5.2 苗木の特性

表 5.5.1 苗木（全てコンテナ苗）の形状

場所	樹種等	根元径 (cm)	樹高 (m)	形状 比	根元径 分散	樹高 分散
①岩手県紫波町	カラマツ 150cc	0.49	0.47	0.96	0.010	0.003
②岩手県盛岡市	カラマツ 150cc	0.55	0.53	0.96	0.010	0.003
③岩手県葛巻町	カラマツ 150cc	0.48	0.45	0.94	0.005	0.003
④宮城県登米市	スギ 150cc	0.51	0.39	0.77	0.010	0.006
⑤三重県大紀町	ヒノキ 150cc	0.46	0.47	1.02	0.003	0.006
⑥長崎県大村市	ヒノキ 300cc	0.49	0.53	1.08	0.010	0.004
⑦長崎県東彼杵町	ヒノキ 300cc	0.41	0.54	1.32	0.003	0.004
⑧熊本県美里町	スギ 300cc	0.70	0.55	0.79	0.010	0.006
⑨宮崎県椎葉村	スギ 300cc	0.67	0.51	0.76	0.020	0.005
⑩鹿児島県薩摩川内市	スギ 300cc	0.59	0.50	0.85	0.010	0.005

- » 根元径の平均は、カラマツ 150cc 苗が 0.5 cm前後、ヒノキが 150cc・300cc 合わせて 0.4~0.5 cm、スギ 150cc が 0.5 cm、300cc が 0.6~0.7 cmであった。
- » 樹高の平均は、カラマツ 150cc 苗が 0.45~0.53m、ヒノキ 150cc 苗が 0.47m、300cc 苗が 0.53~0.54m、スギ 150cc 苗が 0.39 cm、300cc 苗が 0.50~0.55 cmであった。
- » 形状比（樹高／根本径〔値が低い程樹高に対する根元径が太い〕）は、スギが低く、カラマツが中庸で、ヒノキが高い。
- » スギの中では、宮城県産の 150cc 苗（実生苗）の方が、九州産の 300cc 苗（挿し木苗）よりも形状比が低い。これは、容量の違いなのか、実生と挿し木苗の違いなのか、地域性なのか現段階では理由はよくわからない。
- » 苗木の根元径、樹高のバラツキを分散で示した。根元径は、ヒノキの分散が少なく、スギ、カラマツが比較的に高くバラツキていた。樹高の分散は、カラマツが少なく一様な苗木が多かった。

5.5.3 植栽に係るコスト

表 5.5.2 植栽に係るコスト

項目	①岩手県紫波町(カマツ 150cc)		②岩手県盛岡市(カマツ 150cc)		③岩手県葛巻町(カマツ 150cc)		④宮城県登米市(スギ 150cc)		⑤三重県大紀町(ヒノキ 150cc)	
	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗
地拵え(円/ha)	114,950		268,877		370,000		429,825		576,000	
苗木(円/本)	225	83	225	83	206	83	230	145	184	109
植栽(円/本)	85	127	77	115	60	89	67	100	77	115
鹿柵(円/m)	0		0		0		0		1,933	
その他(円/ha)	121,128		123,806		133,678		315,375		638,730	
項目	⑥長崎県大村市(ヒノキ 300cc)		⑦長崎県東彼杵町(ヒノキ 300cc)		⑧熊本県美里町(スギ 300cc)		⑨宮崎県椎葉村(スギ 300cc)		⑩鹿児島県薩摩川内市(スギ 300cc)	
	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗
地拵え(円/ha)	286,650		224,691		325,946		324,000		253,763	
苗木(円/本)	146	109	146	109	144	109	153	109	153	109
植栽(円/本)	67	101	67	101	112	168	69	73	97	117
鹿柵(円/m)	0		0		0		1,224		1,933	
その他(円/ha)	168,852		154,535		283,810		242,234		750,570	

(注) 苗木代には、植栽場所(林道や山土場)までの運搬費用を含む。植栽費用には、林内における苗木の運搬代を含む。その他は、保険や鹿柵等のメンテナンス経費、現場までの作業道の改良費、諸経費等が含まれる。

【地拵え】

- ≫ 地拵えコストは、前生樹を伐採してからの経過年数が多いほど高い傾向にある(④⑤)。
- ≫ 地拵えにグラップル等の林業機械を使用するとコストが安くなる(①⑥⑦⑩)。
- ≫ 手動による巻落し地拵えを行う場所では、急傾斜地ほど地拵えコストが高くなる(⑤)。

【苗木】

- ≫ 全てコンテナ苗を使用した。値段は、「カマツコンテナ苗 > スギ・ヒノキコンテナ苗」の順に高かった。
- ≫ コンテナ苗は、九州地域では安く東北地域では高い。コンテナ苗の値段は、九州地域ではスギ・ヒノキに関係なく裸苗の1.4倍程度であるが、東北地域ではスギが1.5倍、カマツが2.5倍であった。
- ≫ 九州地域のスギコンテナ苗は挿し木苗だが、それ以外は全て実生苗であった。

【植栽】

- ≫ コンテナ苗の植栽経費は、裸苗の植栽ほど掛からず、おおむね6.5～8割程度であった。

【鹿柵・その他】

- » 鹿柵を設置すると ha 当たり 50～75 万円程度（材料込）経費が掛かる。これは、民有林における一般的な柵の設置費用であり、杭やその基礎、網を強固にする場合はこの倍程度のコストが掛かる。
- » 特にイノシシの被害（網の潜り込み等）が多い場所では、鹿柵が破損しやすく、見回りを頻繁にする必要があり、メンテナンス経費（その他に計上）がより多く掛かる（⑤⑩が該当）。

5.5.4 生産性

表 5.5.3 植栽に係る生産性

場所	地拵え				植栽				
	地拵え人工	使用機械	面積 (ha)	生産性 (人日/ha)	植栽人工	植栽苗	植栽器具	植栽本数	生産性 (本/人日)
①岩手県紫波町	12	グラップル・刈払い機	1.00	12.00	7	カラマツ 150cc	ディフル	2,050	293
②岩手県盛岡市	16	チェンソー・刈払い機	1.00	16.00	8	カラマツ 150cc	ディフル	1,695	212
③岩手県葛巻町	30	チェンソー・刈払い機	1.07	28.04	17	カラマツ 150cc	ディフル	2,189	129
④宮城県登米市	17	チェンソー・刈払い機	1.14	14.91	8	スキ 150cc	ディフル	1,976	247
⑤三重県大紀町	30	チェンソー・刈払い機	0.90	33.33	12	ヒノキ 150cc	ディフル	1,800	150
⑥長崎県大村市	15	グラップル・チェンソー・刈払い機	0.72	20.83	13	ヒノキ 300cc	鍬	1,476	114
⑦長崎県東彼杵町	12	グラップル・チェンソー・刈払い機	1.05	11.43	24 (注)	ヒノキ 300cc	鍬	1,780	74
⑧熊本県美里町	22	チェンソー・刈払い機	1.11	19.82	16	スキ 300cc	鍬	2,327	145
⑨宮崎県椎葉村	19	チェンソー・刈払い機	1.00	19.00	17	スキ 300cc	鍬	1,695	100
⑩鹿児島県薩摩川内市	6	グラップル・刈払い機	0.93	6.45	9	スキ 300cc	鍬	1,902	211

(注) ⑦長崎県東彼杵町は、植栽時に緻密な植栽穴の位置決めを行ったため植栽人工が多くなり、結果的に植栽の生産性が低くなった。

【地拵え】

- » 伐採直後（伐採後 1～2 箇月以内）に地拵えを実施した場所（①②⑧）では、比較的地拵えの生産性が高い。すなわち、伐採後数年を経て地拵えを行うと生産性が劣る（⑤）
- » 地拵えに林業機械を用いた場所（①⑥⑦⑩）では、比較的地拵えの生産性が高い。
- » 手動による巻落し地拵えを行う場所では、急傾斜地ほど地拵えの生産性が低くなる（⑤）。
- » 地拵えコストと生産性とは、ほぼ傾向が似ているが、必ずしも同一の傾向を示さない場所

もある。

【植栽】

- ≫ 150cc コンテナ苗の方が 300cc コンテナ苗よりも植栽の生産性が高い傾向にある。
- ≫ 同容量のコンテナ苗を使用した場合、初めてコンテナ苗を植栽した場所では生産性が低い。
- ≫ また、急傾斜地だと植栽の生産性が低い傾向にある。

5.5.5 全体的な考察

今年は実証 1 年目であり、事例が少ないので、気づいた点を事例的に考察する。

実証地は、全て民有林だったので、所有者との交渉に時間が掛かってしまった。植栽苗木の種類については地域性があり、比較的すんなりと決定した。しかし植栽密度については、低密度植栽ほど難色を示す所有者が多かった。特にヒノキについては、低密度植栽を行うと柱材としての価値が下がるのではないかと危惧する所有者が多く、短伐期の並材生産を目標とすることに対する理解を得るのに時間を要した。

また、地域によってコンテナ苗の供給が追いつかず、比較的形質の良いコンテナ苗を入手するのに時間が掛かってしまった。

近年、民有林、特に個人有林における伐採後の再生林が実施されず放置された場所が多い。このことはどの地域においても大きな課題になっていた。今回の実証に提供して頂いた場所の一部には、放置林分も該当し、そのような場所では、コストが掛かり生産性が良くなかった。

一方、伐採時に林業機械にて地拵えを行い直後に植栽した場所では、コストも生産性も良い傾向が見られた。このことは、低密度植栽を伴う一貫作業システムの導入が、結果的に低コスト造林に繋がることを証明している。

特に、一貫作業におけるコンテナ苗の導入は、裸苗より苗木代が嵩むものの、比較的植栽季節を選ばず、誰でも容易に短時間で植栽可能なので、植え付けに係るコストが軽減でき生産性が向上していた。

今後は、これらの場所における密度別の活着率や成長量の把握、侵入草木・つる植物との競合の状態、下刈りの効果、病虫獣気象害の状況、コスト・生産性の検討等をモニタリングを通じて分析していく必要がある。そして、地域別にさらなる実証箇所を加え、データの補充と分析に努める必要性が高い。

さらに、植栽後の下刈りの省力化を視野に、大型コンテナ苗を低密度に植栽する実証が要望される。理由は、どの地域においても夏場の下刈りが非常に重労働でコストが掛かるとともに、実施者が年々高齢化していて、地域の再生林化が進まない大きな理由のひとつになっているからである。すなわち、大苗の低密度植栽が下刈りの省力化に繋がり、その解決策になりうるのかどうかの検証が強く望まれている。

最後に、シカによる食害の著しい地域では、その対策が大きな課題になっていて、鹿柵を設置してもその後のメンテナンス（見回り管理）に対する出費が嵩み、大きな課題になっていることを、多くの所有者から要望されたことを付記しておく。

6 低密度植栽施業指針の検討

本年度における低密度植栽技術における現状の分析、評価結果は、まだ収集事例やデータ数が少なく、地域別、樹種別の施業指針を作成するには至らない。

そこで、最終年度である平成 31 年度には、低密度植栽技術に関する施業指針を具体的に提示できるよう、現時点で考えられる検討項目や考え方について以下のような整理を行う必要性がある。

- ✓ 得られた調査結果から、取組みの概要、地形や植栽密度、苗木形状、保育実態に応じた成林や形質の状況、侵入草木の状況、低密度植栽技術導入時の工夫、生産性等のデータの分析結果を整理する。
- ✓ 地域特性や樹種、地形等の適応条件、適正な保育手法、現場導入に当たっての留意事項やノウハウ等を整理する。
- ✓ 整理に当たっては地域の AG や森林組合等現場技術者が判断しやすい構成に努める。
- ✓ 将来的には、既往の各種情報（地位や適地適木調査結果等）の活用も図る。
- ✓ また、現段階では指針を整理する上で時期尚早と思われる事項も多く、それらについては事例を提示しながら、課題として整理する。
- ✓ 取り組みについては、成功事例の整理のみならず、前述した課題や今後望まれる方向性についての整理も行う。
- ✓ なお、5 年後の最終年度（平成 31 年度）に提示する具体的な指針について、その作成の考え方を以下に示す。
 - 地域、樹種、地位などに応じた考え方を整理する。
 - 地域別樹種別の早期成林（林冠閉鎖）に向けた適正低密度を提示する。
 - 地域別樹種別の適正低密度植栽と連動した下刈り・つる切り等の望ましい育林手法を提示する。また、地拵えから下刈りまでの低コスト一貫作業システムに配慮した低密度植栽技術についての検討を行う。
 - 現在、再造林の現場では、一貫作業システムやコンテナ苗の導入による低コスト造林技術の推進、大苗等を用いた下刈りの省力化の推進、シカ被害対策の推進などが広く求められており、それらの推進技術と連動した低密度植栽技術の考え方を検討・整理し、森林所有者に対する普及啓発に努める。

以下に、本年度の業務から得られた、低密度植栽技術を推進するに当たっての課題及び課題をクリアするための考え方等について整理する。

6.1 低密度植栽技術の考え方の整理について

6.1.1 地域及び樹種等に応じた低密度植栽技術について

例えば、同じカラマツの造林地でも、集成材なのか合板なのか等に応じて材の用途が異なり、それによって育林手法が異なる場合がある。

また、北海道地域と中部地域では、地形が異なり、北海道では車両系の高性能林業機械を使用した施業が可能な場所が多いが、中部では架線系の機械を使用する場所が多い。

そのため、同じ樹種であっても地域の特性に応じた低密度植栽技術を検討する必要があり、また場合によっては、下層植生やつる植物等の侵入状況や地位等の違いに応じた低密度植栽技術の検討が必要とされる。



北海道石狩地域のカラマツ林の伐採作業
(グラップルレーキによる地拵え事例)



長野県伊那地域のカラマツの伐採作業
(フォワーダによる運搬事例)

6.1.2 地域及び樹種等に応じた低密度植栽技術について

例えば、紀伊半島の尾鷲地域では、人工林の主流はヒノキの無節柱材生産を目標にしているので植栽密度を 4,000~5,000 本/ha 以上とする場合が多い。そういう地域の森林所有者は、低密度植栽を 3,000 本/ha 程度と考えている人が多かった。また、低密度植栽技術における本来の生産目標が勘違いされていて、短伐期の並材生産を目指すことが一般的な低密度植栽技術の考え方であるのに、ヒノキの無節柱材生産が困難だという理由で低密度植栽技術そのものを否定する森林所有者も多かった。このことより、地域及び樹種に応じた低密度植栽技術の定義を明らかにして、森林所有者への普及啓発となるような指針の作成が望まれる。

一方、近年では、CLTの開発に代表される木質構造材としてのカラマツ等の並材需要が増えてきており、短伐期の並材生産には低密度植栽が向いているのではないかと期待を寄せる森林所有者も多い。さらに、コンテナ苗等を活用した低コスト一貫作業システムに低密度植栽技術を連動させることにより、新たな低コスト化の可能性があるのではないかと指摘する森林所有者も多い。そのため、低密度植栽施業指針の作成においては、具体的な成功事例や課題を提示し、現実的な方針と課題とを明示した上で、地域の再造林を促進するための気運となるような

指針の作成が求められている。



三重県大紀町における4,500本/ha植栽地
(ヒノキ・スギ混交林：林齢45年生)



北海道夕張郡由仁町の625本/haの植栽試験地
(カラマツ林：林齢11年生)

6.1.3 具体的な指針の作成について

全国的に見ると、低密度植栽で材の生産にまで達した事例が少なく、間伐回数の低減可能な具体的な短伐期施業をイメージした生産技術体系のマニュアル作成は困難である。

そこで本事業においては、本年度を含めた5年間の事例や実証を通じて検討が可能となる下刈りを終え林冠が閉鎖し成林するまでの、林齢で言えば数年から十数年をイメージした施業指針の作成を念頭に置く。

将来、どういう材の生産をイメージしているのか、そのためにはどういう苗を使用するのが良いのか、下刈り、つる切り等の保育はどうするのか。大苗を低密度で植栽し、下刈り回数や手法を変え、低コスト化を実現することが可能なのか、その結果、どんな林分となるのか等を可能な限り具体化させた技術指針の作成が望まれている。

6.2 低密度植栽に適した苗木の検討

6.2.1 低密度植栽に適した苗木について

低密度植栽は、文献調査や既存試験地の現状分析結果から明らかなように、植栽木の初期成長が劣ってくると林冠閉鎖が遅れ、それに応じた下刈りやつる切りを怠ると、状況によっては成林が見込めなくなる。そのため、低密度植栽に適した苗木の検討には、苗木の質や形状の見極めが重要となる。

その理由としては、低密度植栽で成林（林冠閉鎖）した事例を見てみると、まだ林冠閉鎖する前の植栽木の形状比は小さく、胸高直径に対する樹高の割合が低いものが多かった。これは、低密度であればあるほど、植栽木は樹冠の閉鎖を図るための成長、すなわち側枝を張り巡らせるための幹の肥大成長を優先させ、林冠閉鎖を達成した後は速やかに上長成長に重点を移行させる傾向が見られたからである。

一方、植栽直後の植栽木の活着率や成長を見てみると、根元径が細く形状比が高い細長い苗

の下草に被圧された個体を多々観察した。

現段階においては、まだ調査事例が少なく明確な物言いはできないが、低密度植栽で求められる苗木とは、すなわち根元径が太く“ガッシリ”していて、植栽直後から下草に被圧されないような成長を示す苗が望ましく、そのための苗木選定と下刈りの重要性が示唆される。

6.2.2 コンテナ苗の活用について

近年、低コスト化を図るための一貫作業システムとして、比較的に季節を問わず活着可能なコンテナ苗を用いた低密度植栽が行われる事例も見られる。

コンテナ苗の植栽は、裸苗の植栽ほどの技術を要さず、また活着率も良い事例が多く、植栽技術の少ない作業者でも素早く植栽が行え、結果的に植栽費用の低減化が図れる事例が多い。

特に、九州地域のスギ等に代表される良質で規格の整ったコンテナ苗であれば、ほぼ確実な低コスト化が見込める。

一方、生産体制が整わずコンテナ苗が不足している地域では、品質の整わないコンテナ苗による活着率の低下、初期成長の劣る事例などが報告されている。

すなわち、活着及び初期成長の見込める規格の整った良質なコンテナ苗を取得できるか否かの差が、その後の成長や成林（林冠閉鎖）を確実にするための重要事項とも言える。



実証事業の植栽に用いられたスギ 150 cc のコンテナ苗
(苗木の形質や根本径のバラツキが目立つ)



(左) 小型掘削機（アースオーガー）によるコンテナ苗の植穴掘削例（北海道千歳町におけるエンジンオーガー使用例）

(右) 背負い型刈り払い機を改良・製作したコンテナ苗の植穴掘機（宮崎県長倉樹苗園）

6.3 低密度植栽における下刈りについて

低密度植栽による成林（林冠閉鎖）を少しでも早めるためには、下刈りの実施が重要になってくる。文献調査や既存試験地の現状分析結果から明らかなように、低密度植栽の場合、どうしても林冠閉鎖が遅れ、それに応じた下刈りやつる切りを怠ると成林が見込めなくなる可能性が高くなる。

例えば、成長の早いグイマツ F1 やカラマツでは、通常通りの下刈りを実施すれば植栽木の林冠閉鎖も通常通り期待できる場合が多い。しかし成長の遅いヒノキは、通常通りの下刈り終了後も 1～2 年以上は下刈り期間を延ばし、かつその後のつる切りを怠ると、そのまま成林せず粗悪林へと移行してしまう恐れがある。

そのため、地域別、樹種別の植栽密度に応じた下刈り手法の検討を行うことは、施業指針の作成のための重要項目となる。また、そのような観点から、下刈りの省力化を念頭に置いた大苗の低密度植栽の実証が望まれている。

6.4 その他

近年の再生造林の推進にあたっては、低コスト化の実現が必須であり、そのための一貫作業システムと連動した低コスト造林技術の検討が望まれる。

また、近年注目を受けているバイオマス発電やCLTに代表される新たな木材利用に対し、低密度植栽技術がどういう形で貢献できるかについて、現段階では未定の部分もあるが、そのような観点も念頭に今後の調査が必要となる。

さらに、近年のシカ被害の増加は、再生造林を推進していくために越えなければならない大き

な課題となっている。そんな中、例えば部分下刈り（坪刈り等）や大苗植栽、ツリーシェルター等が、シカ被害の軽減に役立つのか否かについての検討も望まれる。

いずれにしても来年度以降は、平成 31 年度の最終目的である低密度植栽技術施業指針の作成に向け、実証や事例を数多く示しながら、具体的な施業と課題を明確に提示し、個々の森林所有者への正しい情報の提示と個別の場所における成林（林冠閉鎖）までの具体的なイメージが明示できるような指針の作成が求められている。

**平成 27 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 28 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)/ FAX (03)3261-5393

<http://www.jafta.or.jp>

