

平成 29 年度
早生樹利用による森林整備手法検討調査委託事業
報 告 書

平成 30 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	6
2.1. 検討委員会の設置	6
2.2. 検討委員会の運営	6
3. 全体計画と今年度の位置づけ	8
4. 早生樹の植栽技術に関する情報の収集・分析等	9
4.1. 文献調査	9
4.1.1. 文献整理	9
4.1.2. 既往文献から得られたまとめと考察	43
4.2. 既存植栽地における現地調査	46
4.2.1. 現地調査地一覧	46
4.2.2. 現地調査結果	49
4.2.3. 考察	91
5. 早生樹の種苗生産に関する実態調査	96
5.1. 集計結果	96
5.1.1. 早生樹生産地域と生産樹種情報	96
5.1.2. 早生樹の規格と価格	98
5.1.3. 種穂の入手先と苗木供給先	99
5.2. 早生樹生産等に関する情報	100
6. 実証的植栽及び生育状況等調査	102
6.1. 現地調査	103
6.1.1. 富山県 立山町（コウヨウザン）(No.1)	105
6.1.2. 広島県 北広島町（コウヨウザン）(No.2)	113
6.1.3. 宮崎県 宮崎市（コウヨウザン）(No.3)	121
6.1.4. 熊本県 天草市（センダン）(No.4)	128
6.1.5. 宮崎県 宮崎市（センダン）(No.5)	137
6.2. 全体のまとめ	144
6.2.1. 苗木の特性	144
6.2.2. 植栽作業等の生産性	146
6.2.3. 植栽作業等のコスト	147
7. 植栽・保育に関するガイドラインの作成に向けた検討	148

7.1. ガイドライン作成の目的	148
7.2. 考察	148
7.2.1. 全体的なとりまとめ	148
7.2.2. 早生樹の位置づけ	149
7.2.3. 樹種毎の留意点	150
7.2.4. 荒廃農地における植栽	151
今後の課題	153

1. 事業の概要

1.1. 事業名

平成 29 年度早生樹利用による森林整備手法検討調査委託事業

1.2. 事業の背景と目的

(1) 事業の背景

現在、多様で健全な森林への誘導や林業の成長産業化に向けて、早く大きく成長する早生樹への期待が高まっており、主伐後の再生林の実施のほか、農地として再生利用が困難な荒廃農地の森林としての利用に当たっても、多面的機能を発揮させる観点から、早生樹の本格的な利用に向けた取組を進めることが重要となっている。

近年、センダンやコウヨウザンのような、初期成長が速い樹種が早生樹として着目され、それらの研究事業や実証調査が展開され始めている。

既往の研究において、地域・樹種が限定的ではあるが、初期保育や材質強度、遺伝的形質など、いくつかの分野において早生樹の研究が実施されている。しかし、育苗・育種や施業体系等、未だ明らかになっておらず、また、情報も一元的に集約化されていないのが現状である。

これからの早生樹利用を考えた場合、それが再生林低コスト化の新たな選択肢の一つであることを念頭に、樹種の選定、育苗、植栽から初期保育等と、新たな知見を加えた森林整備手法が求められている。「短期間で大きく成長する」という早生樹の特質は、ややもするとそれが絶対的な利点として捉えられがちになるが、逆の視点からその特質を検証する必要もあると思われる。過去の地域・樹種が限定的な研究成果をベースに、また、成長の速い樹種に着目した「合理的短期育成林業技術の確立に関する試験（旧林業試験場等）」の調査結果も含めて、今後の早生樹に関わる新たな技術成果情報等を積み上げ、より広範に活用可能な森林整備手法の指針を作成しなければならない。

(2) 事業の目的

早生樹の植栽は、特定の地域において試験的に行われている段階であり、早生樹の気候、地形、土壌等の自然条件や目的に応じた適切な樹種を選択、需要・供給の実態、植栽方法及び苗木の需給状況等に関する情報を収集・分析するとともに、早生樹の利用が期待される地域において資源造成に向けた実証的植栽を行い、早生樹利用による森林整備のためのガイドラインを作成することを目的とした。

(3) 事業の考え方と進め方

早生樹利用による森林整備手法ガイドラインの策定に向けた検討を行うために、3年間の全体計画を作成するとともに仕様に沿いながら事業を実施することとした。今年度は図 1 に示した (1) ~ (8) の項目について事業を実施するものである。

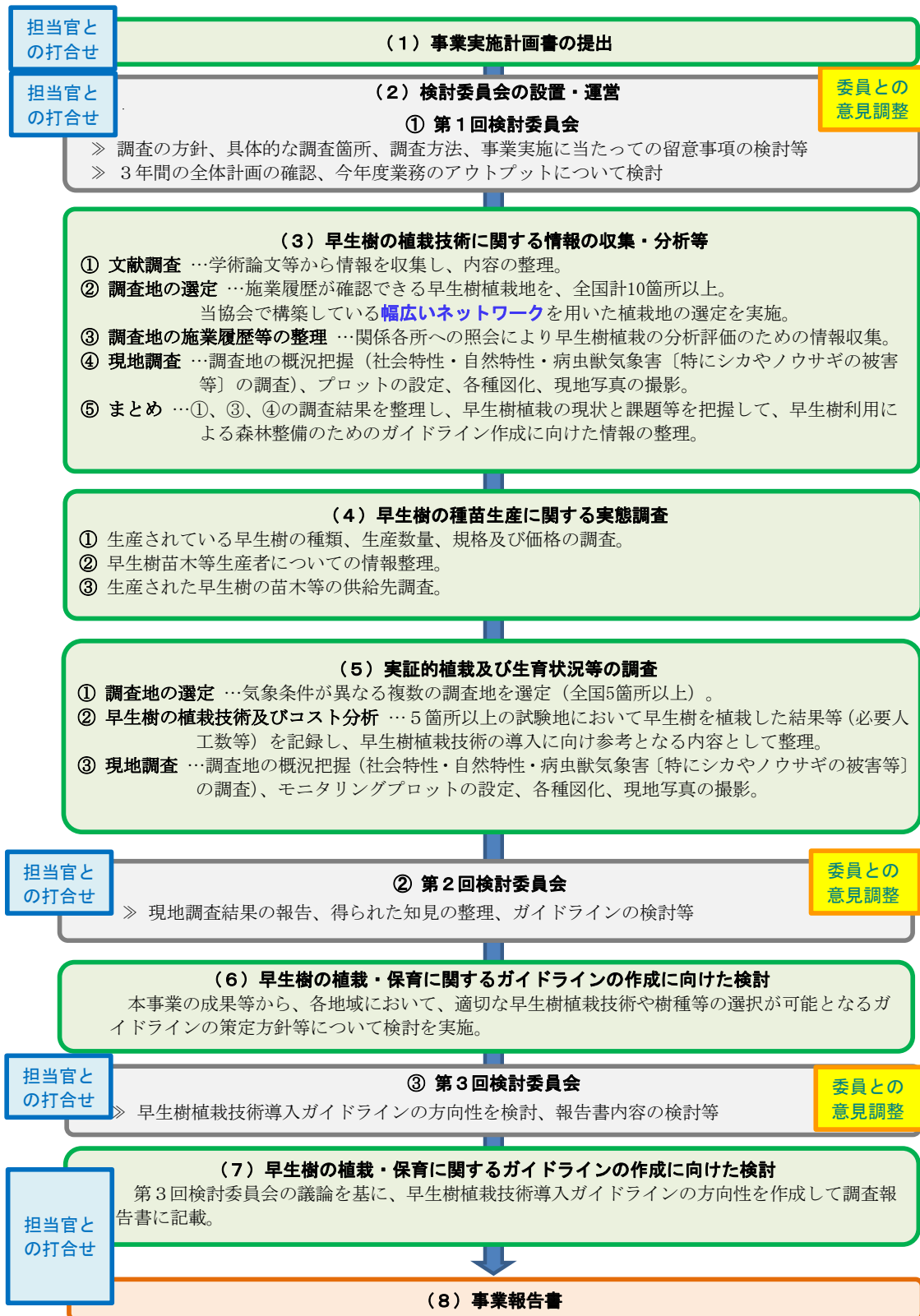


図 1 平成 29 年度の調査内容及び調査の進め方のフロー

1.3. 事業内容

本事業は、前述の目標を達成するため、早生樹による森林整備手法について、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の多様な観点から実証、評価、分析を実施することにより、早生樹利用による森林整備のためのガイドライン作成に向けた検討を行うものである。本事業は3カ年で実施し、初年度である今年度は、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及び協議は、業務計画の作成時、3回の検討委員会開催時、各調査項目の調整及び進捗報告時、業務のとりまとめの検討時等に実施した。また、検討委員との意見調整は、委員会開催前後に3回実施した。その他、業務の要所にて、メール及び電話にて林野庁担当者及び検討委員と打合せを行い、調査成果を高めるべき事項を遂行した。

なお、実証調査の際の地拵え、植栽、獣害対策等の計画(案)の策定と再委託先(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については、林野庁担当者との協議の上、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「早生樹利用森林整備手法検討委員会」を設置し、3回の委員会を開催・運営し、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、森林施業・造林、森林経営及び水土保持等の専門的知見を有し、第一線で活躍中の学識経験者等5名で構成した。後述する表1に氏名等を示す。

なお、検討委員や委員会の開催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) 早生樹の植栽技術に関する情報の収集・分析等

① 文献調査

早生樹の資源としての利用可能性や利用実態、利用価値を向上させるための効果的・効率的な植栽方法及び自然災害、病虫獣害に対する適応性について、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、全国各地で早生樹植栽を導入する際に参考となる内容を整理した。調査対象樹種は、センダン、コウヨウザン、チャンチンモドキ、ヤナギ類を含めた樹種とした。

② 調査地の設定

既存の早生樹植栽箇所の中から、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を原則として全国で10箇所以上調査候補地とした。調査候補地1箇所当たりの面積は概ね0.1ha以上とし、実際の調査地は、選定した候補地から、林野庁担当職員との協議を経て、決定した。なお、調査地を変更しなければならない場合に備え、調査候補地とは

別に代替地を3箇所以上選定した。

③ 森林所有者への許諾取得

現地調査の実施に当たり、あらかじめ調査地の森林所有者に対して、調査実施の許諾を取得すること、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の許可を取得するほか、必要に応じて林道通行許可を取得することとして、調査を実施した。

④ 調査地の施業履歴等の整理

各調査地について、所有者・関係機関等へ照会を行い、施業履歴及び施業経費等、早生樹植栽技術の分析・評価を行うための情報を収集し整理した。

⑤ 現地調査の実施

ア プロット設定:1箇所当たり100㎡のプロット(方形)を1箇所以上設定した。

イ 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、本数(植栽木についてはその形状)等、早生樹植栽技術の評価を行うための項目について調査した。

ウ 調査地概況把握:調査地及び調査地内のプロットの位置や大きさを示す図面を作成し、地形、標高、土壌、気象条件等を記録するとともに、プロットごとに林況写真を撮影し、撮影位置とあわせて整理した。

⑥ まとめ

早生樹植栽の現状と課題等を把握するとともに、早生樹利用を可能にする施業技術の確立に向けて参考になる内容を整理した。

(4) 早生樹の種苗生産に関する実態調査

全国を対象に早生樹の種苗生産・供給体制に関する以下の項目について、直近5年以上の期間の状況調査を行い、その結果を整理した。

① 早生樹種苗の生産に関する情報

現在、生産されている早生樹の種穂・苗木の種類、生産数量、規格及び価格について整理した。

② 早生樹生産事業者に関する情報

早生樹の種穂・苗木を生産する事業者に関する情報(事業者数、事業者の規模、事業者ごとの生産数量)について整理した。

③ 早生樹の供給先に関する情報

生産された早生樹の種穂・苗木の主な供給先について整理した

(5) 実証的植栽及び生育状況等調査

早生樹の利用が期待される地域で実証的植栽を行い、植栽後の生育状況や環境への影響等の調査を実施した。

① 調査地の選定

気象条件等が異なる複数の県に5箇所の調査地を選定した。調査地1箇所当たりの面積

は概ね 0.5 ha とし、調査地は継続的な調査への協力が得られる森林等に設定した。

②早生樹の植栽技術及びコスト分析

前述した 4 樹種（センダン、コウヨウザン、チャンチンモドキ、ヤナギ類）のうちセンダン、コウヨウザンを植栽木とし、その中から調査地ごとの気象条件等を踏まえて植栽木を選定し植栽を実施した。なお、調査地における植栽方法、密度等の諸条件については、検討委員会の助言等を踏まえ設定した。植栽作業等の際、地拵え、植付け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。

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。

③現地調査の実施

各調査地において、植栽直後の時点で実施した（富山県中新川郡立山町座主坊を除く）。

ア プロット設定：100 m² のプロットを 0.5 ha 当たり 2 箇所以上設定することとし、次年度以降も調査が出来るよう木杭等を周囲に埋設するなど、次回調査時に容易にプロットが再現できるよう配慮した。

イ プロット調査：プロット内の植栽木について、樹高、根元径、形状及び状態等を調査した。

ウ 調査地概況把握：調査地及び調査地内のプロットの位置や大きさを示す図面を作成し、地形、標高、土壌、気象条件等を記録するとともに、プロットごとに林況写真を撮影し、撮影位置とあわせて整理した。

(6) 早生樹の植栽・保育に関するガイドラインの作成に向けた検討

今年度の調査は、文献調査、苗木の生産状況等調査及び現地調査の結果を基に、ガイドラインの作成につながる事例や課題などを整理した。

(7) 成果品の提出

成果品は、平成 30 年 3 月 16 日に、調査報告書を 80 部、電子記録媒体資料（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、「早生樹利用森林整備手法検討委員会」を設置した。

検討委員会は、森林施業・造林、森林経営及び水土保持等に関する学識経験者 5 名の構成とした。検討委員会の委員を表 1 に示した。

表 1 検討委員会の構成（五十音順・敬称略）

検討委員	所属・役職等
宇都木 玄	森林総合研究所 植物生態研究領域 領域長
北原 曜	信州大学 農学部 森林科学科 名誉教授
高木 孝夫	広島県 農林水産局 林業課 課長
田中 和博	京都府立大学 大学院 生命環境科学研究科 教授
横尾 謙一郎	熊本県 林業研究指導所 育林環境部 部長

2.2. 検討委員会の運営

検討委員会は、9 月、12 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 に示した。なお、広島県の高木委員については、広島県農林水産局林業課林業技術担当監の松田方典氏が 3 回全ての検討委員会に代理出席した。

表 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 29 年 9 月 22 日)	<ul style="list-style-type: none">・ 事業概要について・ 3 年間の全体計画、及び今年度事業の位置づけ・ 調査内容（文献調査、既存植栽地調査、種苗実態調査、植栽実証調査、ガイドライン(案)検討等）について
第 2 回検討委員会 (平成 29 年 12 月 6 日)	<ul style="list-style-type: none">・ 各調査項目の進捗状況、及び途中経過報告・ 今後の調査の進め方等について
第 3 回検討委員会 (平成 30 年 2 月 22 日)	<ul style="list-style-type: none">・ 各調査項目の結果報告・ ガイドライン（案）の検討



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. 全体計画と今年度の位置づけ

本調査は、3年間で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、早生樹の植栽・保育に関するガイドライン作成までの工程について、3年間の全体計画を作成した（図 2）。

3年間の全体計画の最終成果は、早生樹利用による森林整備のためのガイドラインを作成するものである。このため、可能な限り早生樹の種苗・施業・保育・材質等に関する情報を集約する。

1年目	2年目	3年目
【早生樹の植栽技術に関する情報の収集・分析等】 施業履歴確認・現地調査、文献調査等 現地調査（平成29年度：10箇所、平成30年度：数未定）		
【実証的植栽及び生育状況等調査】 植栽実証試験 （地拵え・植栽・現地調査、（平成29年度：5箇所、平成30年度：数未定））		
	【実証的植栽及び生育状況等調査】 植栽実証試験 （下刈り・現地調査）	
【早生樹の種苗生産に関する実態調査】 全国を対象とした直近5年以上の状況調査	【早生樹に関する実態調査】 ニーズや収益性に関する状況調査	
【早生樹の植栽・保育に関するガイドラインの作成に向けた検討】		ガイドラインの作成

図 2 3年間の全体計画

4. 早生樹の植栽技術に関する情報の収集・分析等

4.1. 文献調査

前述のとおり調査対象樹種はセンダン、コウヨウザン、チャンチンモドキ、ヤナギ類とした。これら4樹種を設定した理由は表3のとおりである。

表3 樹種選定理由

樹種	選定理由
センダン	<ul style="list-style-type: none"> ・成長が速い ・材が家具材等で有用 ・熊本県によるセンダン研究の先駆的な技術成果あり ・収穫期に近い試験展示林あり ・試験による育林技術マニュアルあり ・生産目標の参考となる古い林分あり ・熊本県では熊本県森林・林業・木材産業基本計画でセンダン植栽を推進 ・福岡県大川市の家具業者がケヤキの代替材として成長が速いセンダンに着目
コウヨウザン	<ul style="list-style-type: none"> ・成長が速い ・スギ・ヒノキに匹敵するヤング率を有する調査結果あり ・生産目標の参考となる古い林分あり ・広島県がコウヨウザン植栽を推進
チャンチンモドキ	<ul style="list-style-type: none"> ・成長が速い ・直幹性を有する ・全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会や大分県農林水産研究センター林業試験場での研究実績あり
ヤナギ類	<ul style="list-style-type: none"> ・成長が速い ・未利用樹種がバイオマス資源として評価 ・森林総合研究所 北海道支所や北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場等での研究成果あり

4.1.1. 文献整理

早生樹について、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、利用等、全国各地で早生樹植栽を導入する際に参考となるよう内容を整理した。

収集した文献は63文献であり、単一樹種ではなく複数樹種を扱った文献については、集計の関係上、複数樹種の文献として整理した。

まず、4 樹種の基礎情報を表 4 に整理した。

表 4 基礎情報一覧

樹種名		科	形態的特徴	用途
センダン		[センダン科]	落葉高木。暖地の海岸近くに自生する。街路樹や公園などにもよく植えられている。高さ 5～15m、大きいものは 30m になる。	庭木 公園 街路樹 建築 家具 器具 楽器材 下駄 等
別名：	オオチ			
コウヨウザン		[スギ科]	常緑高木。中国原産。江戸時代末期に渡来し、暖地によく植えられている。大きいものは高さ 35m、直径 1m になり、樹冠は広円錐形になる。	庭木 建築 器具 船舶材 等
別名：	—			
チャンチンモドキ		[ウルシ科]	落葉高木。暖地の山地にまれに生え、高さ 15～25m になる。葉の形がチャンチン(センダン科)に似ている。	装飾品 等
別名：	カナメノキ			
オノエヤナギ		[ヤナギ科]	落葉低木～高木。湿地や川岸に多く生え、高さ 5～10m になる。枝は細く、通直性を有する。	護岸樹 細工物 パルプ バイオマス 等
別名：	カラフトヤナギ ヤブヤナギ、 ナガバヤナギ			
エゾキヌヤナギ		[ヤナギ科]	落葉高木。北地の水辺に生え、高さ 6～15m になる。	庭木 花材 細工物 バイオマス 等
別名：	ギンヤナギ ウラジロヤナギ			
<p>出典：(財) 林業科学技術振興所 (1985 年)，有用広葉樹の知識一育てかたと使いかたー。 川崎吉光 (1985 年)，日本の樹木。 牧野富太郎 (1989 年)，牧野新日本植物図鑑 全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会 (2015 年) ，未利用広葉樹の新規需要開拓に関する調査委託事業</p>				

センダンやコウヨウザン、ヤナギ類については、北海道、広島県、熊本県において先駆的に研究がなされており、製品としての用途も含めた情報が整理可能であったが、チャンチンモドキについては、3樹種と比較すると有用な情報は少なかった。

次に収集した文献を分類ごとに分けて整理するために、以下の7つの観点で区分した。

- ・造林
 - 施業（密度効果、芽かき、育種など）、生育（成長特性、保育など）に関する文献
- ・材質
 - 材の基本的性質や特性、ヤング率などに関する文献
- ・遺伝
 - 遺伝的多様性に関する文献
- ・生理
 - 病害や施肥による成長促進に関する文献
- ・利用
 - 用材としての利用に関する文献
- ・バイオマス
 - バイオマス利用（生産や利用の可能性等）に関する文献
- ・現状
 - 当該樹種の現在までの樹種の取り扱いや位置づけ等一般的な記述に関する文献

上記の区分を活用し、基礎情報を含む63文献を区分した結果を表5に示した。

表5 文献情報集計結果

樹種名	基礎情報								件数
	4								合計
	造林		材質	遺伝	生理	利用	バイオマス	現状	合計
施業	生育								
センダン	6	6	1	0	2	1	0	0	16
コウヨウザン	3	4	5	2	0	0	0	4	18
チャンチンモドキ	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ヤナギ類	0	4	0	0	1	0	13	0	18
コウヨウザン・チャンチンモドキ	4	0	0	0	0	0	0	0	4
センダン・チャンチンモドキ	0	0	0	0	0	1	0	0	1
センダン・コウヨウザン	1	0	0	0	0	0	0	0	1
総数									63

樹種毎で文献に傾向があり、センダンでは造林関連、コウヨウザンでは造林・材質関連、ヤナギ類ではバイオマス関連が多く、有用樹種として期待されている可能性が高いことが

感じられた。しかし、チャンチンモドキについてはあまり文献が見当たらず、不明な点が多い樹種と考えられる。

次に収集した文献を、樹種毎に前述の区分に沿って整理した結果と個別の概要を表 6 に示した。

表 6 早生樹植栽に係る既往文献の整理結果

No	樹種	区分	出典	年	著者名	文献名	概要
1	センダン	造林 施業	日本森林学会講演集	2000	横尾謙一郎	センダン幼齢林における施業試験-初期の植栽密度効果-	植栽密度の違いが初期の成長・樹幹形にどのような影響を与えるか、植栽密度 3,000 本、5,000 本、7,000 本/ha の 3 段階で 5 年間の実証を行った。樹高は、植栽密度に差がなく、植栽から 5 年間で 10m を超えた。胸高直径は、植栽密度が高いほど小さかったが、4 年経過後は 5,000 本区と 7,000 本区の差はほとんど認められなかった。
2			日本森林学会講演集	2001	牟田信次ら	センダンの組織培養による人工林造成試験	九州各地の河川域から選抜された優良センダンを組織培養により増殖し、その苗木を用いて人工林を造成した。組織培養による増殖結果と植栽 1 年目の成長状況について述べられている。1998 年と 1999 年の 2 年間の増殖の結果、89 本のシュートから 15,320 本のシュートを得た。最も増殖倍率が高かったのは大淀川で 396 倍、低かったのは川内川で 107 倍であった。

3		日本森林学会講演集	2003	横尾謙一郎	センダン幼齢木における施業試験(Ⅱ)-芽かきの時期・回数と樹幹形の関係-	芽かきの回数を減らしても、樹幹形を通直にできるかを検討した。5月の芽かきが、その後の樹幹形の通直性に大きく貢献すると考えられ、年1回(5月)に芽かきを行なうと樹幹形が通直になることが示唆された。しかし、幹の細りの影響を考慮すると年2回の芽かきが望ましい。
4		日本森林学会講演集	2004	上脇憲治ら	センダンの組織培養苗による人工林造成試験	センダンを対象樹種として、人工林の炭酸ガス固定機能の評価を行なった。評価は、九州各地の河川域から選抜された優良センダンの組織培養苗を使用し、成長状況より実施した。植栽地は①宮崎県東臼杵郡清水峠と②同県北諸県郡高岡町の2箇所で行った。その結果、①では緑川、川内川、②では川内川のセンダンの成長が良好であった。
5		森林立地学会	2010	横尾謙一郎	植栽密度が異なるセンダン幼齢林の成長と幹材の形状	センダン人工林の植栽密度が異なる3地区の幼齢林(3,000本:A地区、5,000本:B地区、7,000本:C地区)において植栽後5年間の成長経過と幹材の形状を調査した。その結果、5年間で3地区全てが平均樹高10m以上であり、密度効果は認められなかった。胸高直径においては、5年間で平均直

						径が A 地区で 9.8 cm、B 地区で 8.7 cm、C 地区で 8.5 cm であり、植栽密度が低い方の成長量が有意に大きかった。センダンの 5 年間の樹高及び平均直径は、ケヤキ、クヌギ、キハダの 5 年生時のものよりも大きく、成長が極めて早いことが確認された。植栽密度を 5,000 本/ha 以上で材の通直性を高め、枝下高 4m を確保した後に幹曲りが小さい個体の直径成長量を維持するため、間伐による本数管理を行うことが重要である。
6		山林	2017	横尾謙一郎	センダンの育成技術の開発・普及と材の利用について	センダンの分布、植栽適地、生産目標に伴う等級区分、幹の通直性を高めるための施業試験、施肥による成長促進、優良系統木の選抜、病虫害、材の利用、バイオマスでの利用、造成、施業技術の普及等について記載されている。 植栽適地については、平成 24 年 9 月～12 月の熊本県ないのセンダン 36 林分(林齢 6～20 年生)について成林状況を把握した。成林していた 11 林分では、土壌水分、養分が豊富な谷筋や平地に多い一方で、成林していない林分は斜面上部や尾根上に多く、成長不良、草本類の被圧による枯死

						<p>が原因であると考えられた。</p> <p>幹の通直性を高めるための施業試験については、芽かきによって最大矢高が 3 cm 以下である一等の割合が大幅に増え、幹が通直になっただけでなく、枝打ち後のような変色が発生しないことが分かった。</p> <p>現在、保育間伐の回数を軽減し、幹の直径成長を持続できる植栽密度として 400 本/ha を提案している。</p>
7	造林生育	日本森林学会講演集	2001	落合年史	センダンの選抜育種効果-検定 5 年次-	<p>センダンの遺伝的に優れた母樹を検討するため、次代検定林の生育状況を調査し、母樹の検定を行なった。その結果、優良な系統には萌芽後の主軸のゆがみが少なく樹高成長量大きい性質が備わっていることが判明した。</p>
8		日本森林学会講演集	2002	横尾謙一郎	センダンの枝の成長特性について	<p>センダンの樹幹・枝解析を行い、枝の成長特性を検討した。自生の 35 年生のセンダンの伐採を行い、樹幹及び枝の解析を行なった。枝は、4 年生時に発生した枝 3、4 と、枝 4 が 17 年生時に折損し発生したと考えられる枝 1、2 について解析を行っている。</p> <p>サンプル数が少なく枝の成長特性の一般化まではできなかったが、枝の伸長量や</p>

					折損時期が明らかとなった。本研究の枝4は17年生時及び27年生時に折損しており、上方に位置する枝3,4より、下方に位置する枝1,2の方が、経過年数が大きくなるにつれて伸長量が大きい結果となった。そのため、老齢林では、枝が横に張り傘型樹形になることが判明した。	
9		九州森林学会 No.55	2002	横尾謙一郎	センダンの枝性が樹形に与える影響	熊本県内に自生する3個体を用いて調査した結果、若齢期に低い位置で発生する枝が、その後の樹形に大きな影響を与えることが分かった。その理由が、樹形が傘型になるのは若齢期から成木になる経過で、枝の分岐能力が高まり、下向きの枝が優勢伸長するためだということも分かった。
10		熊本県林業研究指導所	2003	横尾謙一郎	センダンの育成方法	センダンの育成方法について、普及版としてとりまとめている。20年の短伐期施業を目指し、収穫期の成立密度が200~300本/haと推定すると、当初の植栽密度は1,000本/haあれば十分と考えられる。また、芽かきは4-5月に頂芽以外の芽除去と6-9月に側芽除去の2回実施すればよい。

11		日本森林学会講演集	2004	横尾謙一郎	芽かきの時期・回数の違いがセンダンの樹幹形に及ぼす影響	芽かきの時期・回数の違いがセンダンの樹幹形に及ぼす影響について検討した。本研究では、春期の芽かき時期が遅くなると曲がりが発生しやすいという仮定のもと、芽かき時期 1 回区(10 月下旬:A 区)と 2 回区(4 月下旬・10 月下旬:B 区、5 月下旬・10 月下旬:C 区)に区分して調査した結果である。その結果、幹曲がりは 4 月下旬から 5 月下旬と 10 月下旬以降の 2 回芽かきを行なえば小さいが、10 月下旬以降の 1 回だけでは大きくなることが確認された。
12		九州森林管理局 森林技術・支援センター	-	広葉樹展示林図鑑	(センダンの概要)	平成 8 年にポット苗を 451 本/0.17ha(2600 本/ha) 植栽したところ、病虫害の被害は特に見られなかったが、平成 26 年時点で現存率は 19%と低かった。枯死原因は不明である。
13	材質	九州森林学会	2004	井上真由美ら	センダン (Melia azedarach) 材の基本的性質	供試木は熊本県に植栽された 17 年生の通直なセンダン 3 個体。年輪幅は、髓付近では地上高が低い部位で大きく、4 年輪目あたりから樹皮に向かい良好な成長を保ちながら安定する傾向が認められた。成長が良好であった年には、形成層齢に関係なく広い年輪幅になる傾向を示した。気乾比重は地上高に関わらず、髓

						から樹皮に向かって緩やかな増加傾向を示した。また、地上高が高くなるにつれて全体的に気乾比重が増加する傾向が認められた。樹形が通直であれば、4m 以上の部位もそれ以下の部位と同様に利用可能であることを示唆された。
14	生理	日本森林学会	1983	永森通雄ら	京都、三重、高知、沖縄産広葉樹のそれぞれ相互の各地域における生育反応 (I) — センダンについて —	稚苗の伸長量はどの地域においても沖縄産が最も伸長し、ついで高知産が大きく、三重及び京都産はほぼ同じくらいで小さかった。成長に対する限界日長の違いによるものと推察される。また、各地域の中では、どの産地のセンダンも京都で大となり、ついで三重、高知、沖縄の順に小となった。はっきりした理由は今後の検討課題となっている。
15		熊本県林業研究指導所	2013	廣石和昭	材質劣化病の防除に関する研究 (センダンこぶ病) 平成 19 年度～平成 23 年度 (単県)	熊本県では、平野部を中心にセンダンこぶ病が広く見られたが、人吉盆地では罹病木は確認されなかった。また、つる性植物や周辺の樹木等により直接風が当たらないような環境にあるセンダンでは、センダンこぶ病が見られないか、比較的軽症であった。センダンこぶ病は風当たりの程度をコントロールすることにより被害を軽減できる可能性があるこ

							とが示唆された。また、薬剤防除の予備的な試験では、その効果を確認できなかった。
16		利 用	林野庁補助 事業報告書	2017	全国天然木 化粧合単板 工業協同組 合連合会	インテリアに 適した国産早 生広葉樹の 発掘	<p>国産早生樹インテリア(複合フローリング、壁材、家具)を試作して、国際見本市に出展し、日本の「広葉樹インテリア」の可能性を広く周知したという報告書である。国際見本市では国産早生広葉樹製品の印象を評価し商品化の可否を評価した。また、インテリア製品として基本性能を有しているかを明らかにした。</p> <p>熊本県産センダン、大分県産ユリノキ、長野県産チャンチン、岩手県産コナラ、北海道産ハンノキを用いて調査されており、それぞれの樹種を分布や特徴について、苗木の写真と共に紹介している。さらに実際に試作された製品についても写真と共に紹介している。</p> <p>国際見本市で実施したアンケートの回答結果では、約80%が早生広葉樹という言葉を知らなかった。樹種別の魅力ではセンダンが最も魅力的という結果となった。センダンの魅力的部分は、木目、色、表情の順で多く回答を得られた。回答者の</p>

							中には、製品の価格が気になる方もおり、注目度は高いと考えられる。
17	コウヨウザン	造林 施業	林業技術誌 No.568	1989	佐々木隼人	四国における コウヨウザン の人工林の 一事例	高知県土佐清水市にある清水営林署が管理する「辛川山国有林 71 林班い小班」へ、昭和 7 年度にコウヨウザンが造林され、昭和 63 年秋(57 年生)で伐採された。その調査結果が取りまとめられている。昭和 7 年にスギ、ヒノキ、ケヤキとともに 800 本分のコウヨウザンが造林された。それぞれの密度はスギが 2,100 本/ha、ヒノキが 1,600 本/ha、ケヤキが 1,000 本/ha、コウヨウザンが 2,700 本/ha となっている。なお、植栽密度の設定理由に関する記録は残されていない。下刈り作業は、植栽翌年から毎年 1 回 5 年間実施されている。6 年目は下刈り未実施で、7 年目に最後の下刈り作業が実施された。また、つる切り作業についても昭和 15 年度に 15ha、25 年度に 20ha 実施したという記録のみである。なお、この下刈り作業及びつる切り作業は、4 樹種を造林した地域全体の話であり、コウヨウザン植栽区域で実際に何回の下刈りやつる切りの作業行われたのかは明らかとなっていない。

					<p>収穫されたコウヨウザンは全部で、76本で、41.25m³であった、平均樹高は19mで平均胸高直径は26cmであった。主伐された本数は植栽本数の10%に満たない結果となっている。また、沢に近いところに生立していたものについては、心腐れが多数あったとにことであり、環境条件が主因と考えられるが、原因が明らかとなっていない。コウヨウザンとスギ、ヒノキと一緒に収穫した際、立木一本あたりの大きさは、スギ0.790m³、ヒノキ0.374m³で、コウヨウザン0.543m³は両者の中間であった。なお、主伐4か月後の伐根から5mの萌芽枝が確認されている。</p>
18		<p>日本森林学会 第128回ポスター</p>	2017	近藤禎二ら	<p>わが国におけるコウヨウザンの成長</p> <p>広島県庄原市の52年生コウヨウザンでは、個体密度1,164本/ha、平均樹高20.2m、平均胸高直径26.5cm、林分材積1006m³/haで、この地域のスギ1等地と比べて倍以上の成長</p> <p>静岡県南伊豆町の68年生コウヨウザンでは、個体密度751本/ha、平均樹高21.3m、平均胸高直径30.7cm、林分材積597m³/haで、この地域のスギ1等地と比べて半分以下の成長</p>

					全て(6 地域)の地域で折れが 10%程度発生しているが、林分の存在にかかわる折れではない。
19		森林遺伝育種学会誌 第6巻 第4号	2017	黒田幸喜	コウヨウザン造林における広島県の取り組み コウヨウザンの生育適地と造林特性、苗木の育成と造林、造林事業と地域森林計画での位置づけ等について記載されている。生育適地と造林特性では、既往の文献を取りまとめており、標高1,000m までは育成が可能、照葉樹林帯が生育適地、切削などの加工が容易、2～3 回萌芽更新が可能など、低コストな更新技術として検証価値のあるものとしてまとめている。苗木育成と造林については、挿し木苗と実生苗の芯立ちについて検証されており挿し木苗の方で1年芯立ちが遅れると報告しており、併せてウサギやシカ食害対策の必要性についても言及している。また、関係する団体の動きとして、広島県森林整備・農業振興財団による、10 万本規模のコウヨウザン専門のコンテナ苗施設の新設、耕作放棄地を含む15ha 程度のコウヨウザン造林地の造成、国内選抜による優良品種を集めた採種園・採穂園の整備事業が農林水産業みらい基金へ採択され

						たことが報告されている。。
20	造林生育	中部森林学会講演集	1980	加藤咲夫ら	コウヨウザンの生長	静岡県賀茂郡南伊豆町にあるコウヨウザン造林地(0.33ha)で、昭和20年頃植栽、昭和26年頃補植、昭和34年までに下刈りを1~4回/年実施しており、その後は保育作業を実施していない。本試験地は0.33haあり、そのうち0.24haについて昭和53年10月に調査を実施した。287本分の胸高直径と34本の外傷の少ない立木で樹高を計測した結果、平均直径が 22.1 ± 7.77 cm、平均樹高が 16.8 ± 2.85 mとなった。15年生前後に最初の間伐を行えば、単木の直径生長はよくなり、胸高直径のばらつきの小さい林になったと考えられる。日本では、他国よりは若干成長が勝るものの、スギと比べると中ぐらいで材積的には有利とは考えられず、利用価値からみても台湾における棺材という特殊需要でもない限り有利かは不明である。
21		日本森林学会講演集	2016	山田浩雄ら	コウヨウザンの所在地データベースの作成	コウヨウザンの生育範囲を明らかにするため、コウヨウザンが植栽されている所在地を探索してデータベース

						<p>を作成し、データベースにリンクさせた国土数値情報から所在地の気候要因を抽出した。これまでに 226 件のコウヨウザンの所在地が確認され、宮城県および新潟県以西から九州までの照葉樹林帯と考えられる地域に広く植栽されていた。特に、関東地方と近畿・東海地方から北陸地方にかけての地域に多く植栽されている傾向にあった。226 件のうち、約 50%が神社・仏閣の社叢林に、約 25%が都道府県・市町村の公園や植物園に、それぞれ単木的に植栽されている個体が多く、巨樹巨木や天然記念物として登録されている個体もあった。所在地の気候要因から、年平均気温 12℃以上、暖かさの指数 90℃・月以上、寒さの指数 -15℃・月以上の地域が植栽可能地域と考えられた。年降水量は約 1,000～3,000mm の範囲に植栽されており、日本の気候では制限要因にはなっていないようであった。</p>
22		<p>関東森林学会 68-2</p>	2017	大塚次郎ら	<p>コウヨウザンの球果と種子の形質および精選手法について</p>	<p>球果の平均体積は平均種子数および平均種子総重量との間に正の相関があり、スギと同様の傾向を示した。未成選種子を 0.02% 濃度に薄めた洗剤液に4時</p>

						間浸漬することでシイナとシブダネを一定程度除去することができ、沈んだ種の発芽率は平均 71%、最大 33%となり、最も効果的な精選手法であった。しかし、シブダネの割合が高い場合には発芽率の向上の効果が小さい。
23		関東森林学会 68-2	2017	近藤禎二ら	東京大学千葉演習林におけるコウヨウザンの成長	東京大学千葉演習林のコウヨウザンについて、同地域のスギの収穫予想表の地位上に比べ、コウヨウザンは3林分全てで上回った。コウヨウザン 32 年生は 557m ³ /ha に対しスギ 35 年生は 431.9m ³ /ha、コウヨウザン 56 年生 1,316m ³ /ha、58 年生 1,096m ³ /ha に対しスギ 55 年生は 679.0m ³ /ha、60 年生は 731.4m ³ /ha という結果である。幹折れは 12~18%の発生率で、林齢の進んだ2林分(56 年生、58 年生)では先折れがほとんどで、採材に大きな影響はないと考えられた。
24	材質	日林九支研 論集 No. 43	1990	森田正彦ら	コウヨウザン30年生林分の成長及び材質特性	30 年生コウヨウザンの平均樹高は 17.2m、平均胸高直径は 18.9 cm、蓄積は 867m ³ /ha であり、スギに比べてそれぞれ、108%、103%、142%といずれも上回る結果となったが、ばらつきが非常に大きい。材質については、コウヨウザン

					はスギに比べて根元曲り、幹曲りが少なく、枝の枯れ上がりも良く、通直完満な林分となっていた。
25		高知大学農学部紀要第68号	1999	劉元	<p>コウヨウザンの未成熟材範囲は、年輪幅で示せば約17~20年である。成長が速いものほど、髄からの年輪数で示す未成熟材の範囲はほぼ変わらないが、髄からの距離で示すとその範囲は増加し、短伐期林業で生産される樹幹丸太を構造用材として利用する場合には、未成熟材の材積は大きな割合を占める。そのため、コウヨウザン育成には、初期成長を促進することによって未成熟材が量的に増加する特徴を考慮する必要がある。</p> <p>地位にあわせ、適当な植栽密度、灌・排水などで初期成長を調整し、間伐、施肥などで後期成長を促進すれば、より高い成長を持続させられると同時に、未成熟材部の量的減少、材質の低下防止およびその均一性の向上をある程度コントロールすることが可能であるという結論を得た。</p>
26		関東森林学会63-1	2012	藤澤義武ら	<p>12年生コウヨウザンにおける樹幹ヤング率の産地間</p> <p>12年生のコウヨウザン産地試験地において樹幹ヤング率を測定した結果、平均ヤング率は8.5GPaと構造材と</p>

					変異	して利用可能な値を示し、構造材生産を目的とした短伐期経営の可能性を示唆。また、ヤング率は産地間に有意差が認められ、育種による改良が可能であることが示唆された。
27		森林遺伝育種学会誌 第6巻第4号	2017	涌嶋智ら	コウヨウザンの材質	庄原市産(52年生)と日立市産(22年生)のコウヨウザンについて材質を調べた結果である。庄原市産は3,000本/haから伐採時は1,164本/haとなっており、初期に下刈りと枝打ちを行った後は保育作業を実施していない。日立市産は1,852本/haから伐採時は1,346本/haとなっており、下刈りや枝打ちは実施していない。曲げ強度や曲げヤング係数について、庄原市産はヒノキを上回り、日立市産はスギと同程度と数値に幅が認められた。理由はいくつもの要素が関連していると推察されるが、詳細について明らかにするには更なる調査が必要である。
28		公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.14	2017	涌嶋智ら	広島県におけるコウヨウザンの生育と材質	50~60年生のコウヨウザン伐採木の年輪解析では良好かつ継続的な生育状況が確認できた。材の強度はスギより高く、ヒノキよりも低いと考えられた。
29	遺伝	日本森林学会講演集	2000	井出雄二ら	我国に導入されたコウヨウ	導入集団であっても比較的高い遺伝的多様性を維持し

					ザンの遺伝的多様性	ており、それが繁殖等を通じて将来とも維持できることが明らかになった。
30		関東森林学会 68-2	2017	磯田圭哉ら	東京大学千葉演習林内のコウヨウザン林分における自殖家系の検出	千葉演習林に植栽されているコウヨウザンの中に、単一の孤立木(清澄孤立木)由来の自殖家系が含まれることが示唆された。遺伝子型の分離比の解析からは、種子の成熟段階や苗木の育苗段階において劣性致死遺伝子による淘汰が起きていることが示唆された。
31		森林技術 No.809	2009	菊地賢	台湾の森林と林業に触れる旅(上)	北回帰線の直下に位置する台湾では、亜熱帯気候に属す。標高1,000m付近からは竹林が目立ち、コウヨウザンやスギ、台湾肖楠の造林地が見られるようになる。造林樹種は日本のスギが最も多く、他にヒノキ・ベニヒ・コウヨウザンなどが見られる。
32	現 状	森林遺伝育 種学会誌 第6巻第4 号	2017	藤澤義武	特集「これからの林業とコウヨウザン」について	コウヨウザンは、照葉樹林帯までが分布範囲で、年平均気温 12℃以上暖かさ指数 90 以上、寒さ指数 15 以下の地域までが限界と考えられていたが、調査の結果、鹿児島県から宮城県に至るまで造林地があり、冷涼な地域でも適応できる可能性があると考えられ、耐寒性の評価も進んでいる。価格は、中国福建省の例

						<p>で、4m 材(末口 24 cm)で 1,100 元/m³となっている。構造材としての利用を前提にする場合には成熟材部がある程度蓄積される樹齢で収穫する必要がある。この特集は、スギ・ヒノキをコウヨウザンに置き換えようとするものではなく、喫緊の課題として急増したバイオマスのエネルギー利用による再造林への対応や耕作放棄地等への植林を促進する一つの選択肢として考えようとするものである。</p>
33		森林遺伝育種学会誌 第6巻 第4号	2017	大貫肇	これからの林業を考える	<p>コウヨウザンは日本で造林が可能であり、カラマツに近い強度で、スギやヒノキよりも成長が旺盛で 30 年生程度の伐期が期待できる。</p>
34		森林遺伝育種学会誌 第6巻 第4号	2017	近藤禎二	コウヨウザン研究の現状	<p>コウヨウザンの生育適地は、九州から関東までの照葉樹林帯であり、あまり手入れされていない林分が多いにも関わらず、すべて成林していた。さらに、通直、完満、枝が少ない傾向にあった。萌芽更新が容易でさし木による増殖が容易。幹折れの頻度は高くないが二又がスギ、ヒノキに比べると目立つ。</p>

35	チャンチンモドキ	造林生育	九州森林学会 No.59	2006	松村順司ら	チャンチンモドキ (<i>Choerospondias axillaris</i>)の肥大成長と比重	チャンチンモドキの肥大成長は良好で、成長が良い個体の気乾比重は高いことから、育種を進めていく上で成長が良い個体の選抜が有効である。樹幹の通直性は非常に高く、樹幹上部の比重低下が少ないことから、地上高 10m までの材は利用可能である。樹幹外側の比重が高い部分では素材として付加価値の高い利用が有効であり、樹幹中心の比重が低い部分では木質ボードの原材料または紙パルプの原料としての利用が有効である。
36	ヤナギ	造林生育	日本森林学会北海道支部論文集 第 50 号	2002	岡村行治ら	オオバヤナギとヤナギ属 9 種の実生植栽苗の活着と成長	オオバヤナギは直根が長く細根の形成が少ないため活着率がわずかに低かった。ヤナギ属 9 種は播種後 1 年で、オオバヤナギは播種後 2 年で現地への定植が十分可能といえる。
37			北方森林研究 第 60 号	2012	伊藤江利子ら	GIS 環境情報を用いた北海道内におけるヤナギ栽培可能性の評価	GIS 情報を用いてヤナギの栽培可能面積を試算した。耕作放棄地・雑草群落や伐跡群落は土地活用の点でヤナギ植栽に非常に好適という結果となった。土壌分類群ごとのヤナギ優占率及び分布率については、砂礫地及び低地土壌で高い値を示した。

38			北方森林研究 第 62 号	2014	伊藤江利子ら	GIS 環境情報を用いた下川町内におけるヤナギ栽培適地の抽出	下川町では、将来的なバイオマス燃料需要量は 7-8 万トン/年であるが、現状では約 6 万トン/年が不足すると試算された。そこで、不足分の一部をヤナギで補うことを想定して、農機導入のための傾斜条件(15°以下と設定)、土地利用形態に基づくヤナギ栽培転換可能性、土壌分類群に基づくヤナギ生育可能性、を調査した。耕作放棄地・雑草群落(植生自然度 4)は緩傾斜のうち有効利用の観点から適地であり、水分条件と土壌栄養条件が適切であれば良好な成長が期待できると推測された。土壌分類では Class2 が分布確率と優占率の双方で高い値を示しヤナギ適地と判断された。なお、下川町には Class1 は存在しない。
39	生理		北方森林研究第 62 号	2014	石原誠ら	下川町ヤナギ植栽地における獣害の発生実態—ヤナギ生育期の自動撮影装置によるエゾシカの撮影頻度と食害の傾向について—	ヤナギ類の新植や定期的に行う萌芽更新においては、低高さに軟らかい芽が大量発生することから、獣害の発生が懸念され、下川町の試験地を視察したところ、エゾジカによる食害痕が見いだされた。そこで、2008 年に植栽され、一部を除き 2009 年秋と 2010 年秋に収穫され萌芽更新した既存植栽地に部分的に電柵

						を設置(2011年)した。その結果、無除草区でシカの電柵を解放した区画では食害が12%発生し、除草区でシカの電柵を解放した区画では食害が39%発生し、死亡した。除草しないことで被害が低減できる可能性が示唆された。
40		北方森林研究 第62号	2014	矢野慶介ら	オノエヤナギとエゾノキヌヤナギの開花フェノロジーの種間差	オノエヤナギとエゾノキヌヤナギの平均開花日は2週間以上異なっており、自然の状態では異種間の交配できる組み合わせは限られる。また、種内での開花日は雌雄で有意な差は見られなかったが、クローン間で最大で2週間程度異なっていたことから、同種内でも交配できない組み合わせが存在する可能性がある。一方、種間の交雑による雑種の種子はオノエヤナギ同士と変わらない高い発芽率で、開花時期が合えば容易に雑種ができることがわかった。
41	バイオマス	日本森林学会北海道支部論文集 第43号	1995	永田義明ら	ヤナギ類木質バイオマスの短期生産	①ミニローテーション(超短伐期林:1~4年生収穫)で20,000本/ha、40,000本/ha、60,000本/ha、80,000本/haの植栽密度、②ショートローテーション(短伐期林:5~10年生収穫)で2,500本/ha、5,000本/ha、10,000本/ha、20,000本/haの植栽密度を設定して検討

					<p>した。その結果、①では、4年生のエゾノキヌヤナギの生産量が高く、地上木質絶乾量は約 70t/ha (MAI: 17.5t/ha・year)であった。②では、3年生において密植区ほど生産量が高く、 ①より多く、最大生産量の 20,000 本/ha の立木幹材積は 56m³/ha (MAI: 18.5m³/ha・year)であった。エゾノキヌヤナギの成長、密度効果にクローン差が大きく、クローン選抜の有効性が示唆された。</p>
42		<p>北方林業 Vol.53 No.8</p>	2001	永田義明ら	<p>ヤナギ類の密植栽培による木質バイオマス生産</p> <p>小径木生産を目的とした 10 年伐期の試験区では、密植の 20,000 本/ha の生産量が高く、年平均生産量は 20m³を上回った。樹齢間の成長相関は 9 年生と 3 年生では R=0.789 で、この時点での選抜が有効である。容積密度数の樹齢間相関も 10 年生と 2 年生で R=0.864 と、早期選抜の可能性は高い。木質バイオマス生産を目的とした 2~3 年生伐期の試験区では、萌芽 1 年目ではほぼ最大密度に達することが推測される。また、萌芽 1 年生・2 年生ともに年平均生産量は 20m³が見込まれる。両試験区で最大生産量を示すクローンは、同一クローンであり、年平均生産量</p>

					は 30m ³ を上回る。	
43		日本森林学会北海道支部論文集 第 50 号	2002	永田義明ら	エゾノキヌヤナギ木質バイオマスの短期生産	クローン間の成長及び容積密度数に統計的な有意差が認められ、選抜の有効性が確かめられた。
44		北方林業 Vol.61 No.9	2009	丸山温	ヤナギバイオマス林育成の試み	下川町における超短伐期栽培システムの開発や、低コストバイオエタノール製造技術及び安価な樹皮タンニン抽出技術の開発に取り組んでいることを紹介している。
45		北海道森林管理局 北の国・森林づくり技術交流発表集	2011	宇都木玄ら	エネルギー資源作物としての樹木の利用—ヤナギの利用—	ヤナギの成長試験や栽培、コストに関する現状等について記載。コストを下げるためには造林、施肥、収穫・運搬について考える必要があり、ヤナギ栽培に対する障害としてはヤナギ類葉さび病、ハムシ類、ガ類による食葉被害、アブラムシ類による吸汁被害、ウサギやシカ等による動物食害が考えられる。
46		日本森林学会北海道支部論文集 第 59 号	2011	上村 章ら	ヤナギの種特性とバイオマス生産を睨んだその栽培	マイクロカット苗は通常穂（長さ 21 cm）と比べて死亡率が高く、高施肥区で 5% 以上、低施肥区で 20% 以上、マイクロカット苗が高い結果となった。また、マイクロカット苗、通常穂とも高施肥区と比べて低施肥区で死亡率が高かった。マイクロカット苗の死亡原因として、ポ

					<p>ットから取り出す時の根崩れが最も大きかった。</p> <p>通常穂より短い穂を使った場合、樹高成長も低下した。死亡率は 2/3 穂(長さ 14 cm)で 10%で 1/3 穂(長さ 7 cm)で 48%であった。ヤナギバイオマスを低コストで生産するには施肥と除草コストの削減が重要である。</p>
47		<p>北方林業 Vol.64 No.10</p>	2012	宇都木 玄ら	<p>北海道における木質バイオマス資源作物の生産促進技術の開発</p> <p>挿し穂で簡単に造林可能、萌芽成長により伐採後も繰り返し生産可能、成長量が大きいことがヤナギの優れている点である。北海道でのヤナギ栽培可能地域を、植生分布と群落内のヤナギ優占率から試算したところ、立地として大変有望かつ耕作放棄地及び雑草である場所では、41km²程度となった。</p>
48		<p>北方森林研究 第 60 号</p>	2012	上村 章ら	<p>バイオマス造林樹種ヤナギの低コスト高収穫のための施策</p> <p>前年の秋に地がきをした試験区では雑草の量は 1ton/ha 以下で、地がき後 2 シーズン目の試験区では、雑草の量は 4~6ton/ha だった。草丈は 75~122cm で、除草を行わなければヤナギの成長は望めない状況であった。</p> <p>1 サイクル 21 年間の現状の生産コスト割合を算出したところ、全生産コストに占める施肥と除草の割合が約 5 割だった。</p>

49		林産試だより	2013	折橋健	資源作物「ヤナギ」の栽培収穫技術に関する道内の動向	作業の機械化、優良クローン品種の育種、栽培コスト資産等について記載。ヤナギの栽培収穫技術の研究に携わってきた機関として、王子製紙(株)林木育種研究所(のちに森林博物館へ名称変更)、森林総合研究所北海道支所、森林総合研究所林木育種センター北海道育種場、北見工業大学を紹介している。
50		森林総合研究所 第3期中期 計画成果 18	2014	上村 章ら	北海道におけるエネルギー作物「ヤナギ」の生産の可能性	土壌耕耘・マルチ・穂植栽・施肥の植栽前作業を前提として、3年伐期・株施肥、これを7回繰り返しの21年で施業終了、新規植栽の繰り返しの短伐期栽培となる。クローン選抜の重要性や利用、栽培適地、生物害、海外の事例等を記載。マルチの設置により除草作業が不要になり雑草による施肥成分の収奪もなくなることから大幅なコスト削減が可能になった一方、エゾシカ防除に対する膨大なコストを問題点として挙げている。
51		北方森林研究 第62号	2014	上村 章ら	ヤナギ挿しつけ1年目の台切りの有無が萌芽2年目のバイオマス量に与える影響	ヤナギの栽培で通常挿しつけ当年に出た枝に対して行われる台切りは、萌芽枝数を増加させ、株個体当たりのバイオマス収量を増加させる目的で行われているが、台切りは地上20~30cmほどの高さで枝を切るた

					め、雑草が盛んに繁茂する立地では、再度雑草による被圧によって成長が抑制されることになる。そこで、雑草との競争対策として台切りしないことも一つの方策と考えたが、台切りをした株の萌芽の発達が悪く、台切りのメリットを出せなかった結果となった。適切な雑草の処理方法と植栽間隔を見出し、台切りをし、萌芽数を増やし、それぞれの萌芽枝を健全に成長させることが目標終了達成に重要であることが示唆された。
52		北方森林研究 第 63 号	2015	宇都木玄ら 木質資源作物としてのヤナギの利用可能性	エゾノキヌヤナギ・オノエヤナギは、1 年間で地際直径が 2.4 cm 以上になる場合、バイオマス収穫量は約 10t/ha/year。しかし植栽環境に適さない個体では直径が小さくバイオマス収穫量は 8t/ha/year 以下であった。北海道において、エゾノキヌヤナギ・オノエヤナギを用い、適切な個体を選ぶことで 10ton/年の生産が可能で、雑草対策として土壌改良が有効であることが分かった。土壌改良に関わるインフラ整備、及び動物害に対し何らかの補助が可能であれば、ヤナギ栽培はエネルギー資源作物として採算が合う可能性がある。

						非土壌改良区画では、雑草の繁茂が著しく、各ヤナギ種は被陰及び手刈り除草時の誤伐による 39%の枯死し、エゾジカ食害による 12%の枯死が認められた。
53			農村計画学会誌 第 35 卷 1 号	2016	森本栄治	<p>小規模遊休農地の活用に向けたエネルギー作物としてのヤナギ生産の基礎的研究 -経済的視点からの考察-</p> <p>ヤナギ生産費について報告されている。 ヤナギは萌芽再生能力が高く、1~2年周期で約20年間にわたって収穫が可能であり、2年間の平均生産量(2回収穫)は 26.8dry-t/ha となっている。 ヤナギをバイオマス燃料チップとして販売価格 12,000円/t と仮定した場合、販売収益は 12,000円/10a となる。 現段階の生産方法では自作と作業委託の場合で 27,000~55,000円/10aの欠損が生じ経済的な優位性は確認できなかった。</p>
54	コウヨウザン・チャンチンモドキ	造林施業	大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 年報 No.55	2013	大島日出一ら	<p>早生有用広葉樹等を活用した短伐期林業に関する研究</p> <p>チャンチンモドキの発芽率は苗畑で 68.8%、ガラス室で 87.5%と一般的な造林樹種と比べて高い値を示したことから、種子による育苗が適していると考えられた。 一方、コウヨウザンの発根率は 47.4%と、スギの挿し木よりも低い値を示した。成長特性については、チャンチンモドキは 30年生まで、コウヨウザンは 20年生まで</p>

						連年成長量が大きく、両樹種とも初期成長の良い樹種と考えられる。
55		大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 年報 No.56	2014	井上千種ら	早生有用広葉樹等を活用した短伐期林業に関する研究	コウヨウザン、チャンチンモドキの材質調査、育苗調査、初期成長量、病害虫獣調査について記載。コウヨウザンについてはスギと比べ樹高成長量の有意差は無く、同様の成長傾向が認められたことから、コウヨウザンの適地はスギの適地と同様であると推測。チャンチンモドキでは、スギに比べ樹高成長は早い先枯れ個体が多く発生した。このことから育苗方法や環境条件を明らかにすることで、優れた初期成長が期待できる。また、2種共にノウサギによる食害が確認された。
56		大分県農林水産研究指導センター 林業研究部	2015	-	早生樹を用いた短伐期林業の手引き（コウヨウザン、チャンチンモドキ編）	コウヨウザン、チャンチンモドキの分布や特性、材質、成長特性、病虫獣害、育苗方法等について記載。今後の課題について、コウヨウザンは下刈り回数や林分成長、チャンチンモドキは林分成長について明らかにする必要があるとされている。
57		公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.14	2017	松本 純	早生樹を活用した短伐期林業に関する研究	コウヨウザン、チャンチンモドキ共にスギよりも成長が早いことが確認され、萌芽更新後も2世代目以降は初代と比べ成長が旺盛である。このことより下刈り回数

						<p>の削減が可能であり、伐期の短縮が見込める。木粉を用いた燃料性能では、樹皮及び木質の高位発熱量はスギ・ヒノキと同程度だったことからバイオマス燃料としても有用である。</p> <p>チャンチンモドキは、・伐採時の玉切り作業時、製材時、天然乾燥時に材の割れや反りが観察されたことから、建築材として利用する場合に著しい欠点となる可能性があるため、優良個体の選抜などを検討する必要がある。</p>
--	--	--	--	--	--	--

58	センダン・チャンチンモドキ	利用	林野庁補助 事業報告書	2015	全国天然木 化粧合単板 工業協同組 合連合会	未利用広葉 樹の新規需 要開拓に関す る調査委託事 業	<p>センダンの材はケヤキ、キリ材の代替材として市場で売買され、建築材、内部造作などの装飾材や家具材に使用されている。</p> <p>チャンチンモドキのツキ板を試作したが、材に激しい割れが確認された。大分県の試験においても、伐採後に木口割れが生じることが報告されている。なお、乾燥中に落ち込みが確認される個体があるものの、伐採後の割れには言及していないため、材質の優良なものを選抜する必要がある。</p> <p>センダクローンを使用した芽かき試験では、芽かきにより初期成長は抑制されるが芽かき無し個体と同じ成長速度で材が形成されており、樹幹内での比重の差が小さい結果となった。</p> <p>また、各地方自治体へ早生広葉樹造林の可能性についてアンケートを実施され、この中では、耕作放棄地の農地転換にも触れられており、安易な林地転用を認めることの危険性が挙げられている。他方、早生広葉樹を活用して耕作放棄地を有効活用する可能性を探りたいという意見も挙げられている。</p>
----	---------------	----	----------------	------	---------------------------------	---	---

59	センダン ・ コウヨウザン	施業	近畿中国森林管理局	2017	-	<p>早生樹造林のための技術開発について</p> <p>センダン植栽試験により分かったことは、シカの嗜好性があり、晩霜に弱いこと、被害木の適切な対応（折損・先端枯死木は切り戻し作業により萌芽させ、樹皮はぎ・カミキリムシ食害はボンド塗布にて食害防止）により、全122本の被害木のうち、完全枯死した個体は27本のみだったこと、施肥の有無が初期成長（特に根元径）の成長に影響すること（根元径：1年目で平均5.7cm差、2年目で平均3.7cm差）、林地の状況によっては施肥の省略も可能と思慮されること。</p> <p>コウヨウザンは、成長はスギ・ヒノキより早く、材質はスギよりやや強く、耐久性・耐腐朽性に優れ、主伐後は萌芽更新が期待できる。</p>
----	---------------------	----	-----------	------	---	--

4.1.2. 既往文献から得られたまとめと考察

既往の事例では、2000 年以前より研究がなされているが、今回収集した文献の多くが 2000 年代以降であり、2000 年より前のものは 6 件であった。そのため、早生樹について未だ明らかになっていない部分が存在し実証研究段階のものと考えられる。しかし、2000 年以降の調査研究を収集した結果、センダンでは造林関連、コウヨウザンでは造林及び材質関連、ヤナギ類ではバイオマス関連の文献が多く見られた。しかし、チャンチンモドキについては、複数樹種を対象とした文献でも、合計で 6 件のみであり材利用を目的とした文献であった。

樹種毎に得られた知見は以下のとおりである。なお、これらの知見については、それぞれの試験結果で得られたものであるが、すべてを一般化できるかは未定であることに留意する必要がある。

➤ センダン

- ✓ 植栽密度の違いが初期の成長・樹幹形にどのような影響を与えるかを 3000・5000・7000 本/ha で調査した結果、植栽後 5 年間では樹高成長に差はないが、胸高直径は植栽密度が小さいほど高く、植栽密度を高くして通直性を高め、枝下高 4m を確保した後に、間伐で本数管理を行うことが重要（文献 1, 5）
- ✓ 熊本県内センダン 36 林分（6～20 年生）調査。土壌水分や養分が豊富な谷筋や平地で成林。斜面上部や尾根上で成長不良（文献 6）
- ✓ 芽かきで最大矢高が 3cm 以下で、通直となり一等の割合が増え、枝打ち後のような変色が発生しない。また、芽かきにより低密度での植栽でも通直性を高めることが可能となり、保育間伐の回数を軽減することで、幹の直径成長を持続できる。その際の植栽密度として 400 本/ha を提案（文献 6）
- ✓ 年間 2 回（4 月下旬～5 月と 10 月）の芽かきを行うことにより、幹曲がりはずかになることを示唆（文献 11）。
- ✓ センダンこぶ病は、風当たりの程度をコントロールすることで被害を軽減できる可能性を示唆（文献 15）

➤ コウヨウザン

- ✓ 高知県土佐清水市の事例では、植栽時には 800 本（2,700 本/ha）であったが、伐採時（57 年生）には主伐された材積は 41m³（76 本）であり、心腐れが多数発生したとの事例あり（原因は不明）。なお、主伐 4 か月後は伐根から最大 5m の萌芽枝を確認（文献 17）
- ✓ 広島県庄原市における 52 年生コウヨウザン林分では、個体密度 1,164 本/ha、平均樹高 20.2m、平均胸高直径 26.5cm、林分材積 1,006m³/ha で、当該地域のスギ一等地の倍以上の成長。他方、静岡県南伊豆町における 68 年生コウヨウザン林分

では、個体密度 751 本/ha、平均樹高 21.3m、平均胸高直径 30.7cm、林分材積 597m³/ha で、当該地域のスギ一等地の半分以下の成長。(文献 18)

- ✓ 国内 226 の生育地の解析から、適地は照葉樹林帯、年平均気温 12℃以上、暖かさの指数 90℃・月以上、寒さの指数- 15℃・月以上の地域で植栽可能と推測 (文献 21)
- ✓ 樹幹丸太には材質の低い未成熟材部分が存在。未成熟材の範囲は年輪数で約 17～20 年。短伐期林業で生産される樹幹丸太を構造用材として利用する場合、未成熟材が材積的に見ると大きな割合を占める可能性がある。初期成長を促進することにより未成熟材が量的に増加する特徴を考慮するとともに後期成長を促進することにより材質の低下を防止できる可能性についても指摘 (文献 25)
- ✓ 50～60 年生のコウヨウザン伐採木の年輪解析では良好かつ継続的な生育状況を確認。材の強度はスギより高く、ヒノキよりも低いと推測 (文献 28)

➤ ヤナギ類

- ✓ 北海道において、河川の周辺の低地土壌や砂礫地が適地、好適な水分環境・緩斜地の褐色森林土壌も適地 (文献 37, 38)
- ✓ 2,500 本/ha、5,000 本/ha、10,000 本/ha、20,000 本/ha の植栽密度では、植栽 3 年後においては密植区ほど生産量が高く、20,000 本/ha で立木幹材積が 56m³/ha (文献 41)
- ✓ ヤナギ類の植栽密度 20,000 本/ha の生産量 (10 年伐期) が高く、年平均生産量は 20m³を上回る (文献 42)
- ✓ ヤナギ栽培に対する障害としては、ヤナギ類葉さび病、ハムシ類、ガ類による食葉被害、アブラムシ類による吸汁被害、ウサギやシカ等による動物食害が想定 (文献 45)
- ✓ 土壌耕耘・マルチ・穂植栽・施肥の植栽前作業を前提として、「3 年伐期・刈取り後に株施肥」を 7 回繰り返す (21 年間) ことで、新規植栽の繰り返しの短伐期栽培が可能。(文献 50)
- ✓ 地上高 15 cm のヤナギ地際直径とバイオマス収穫量の関係は、エゾキヌヤナギ・オノエヤナギとも、一年間に地際直径が 2.4cm 以上になった場合、バイオマス収穫量が 10t/ha/y。植栽不適地で 8t/ha/y 以下。栽培による年間目標収穫量を 10t/ha/y に定める (文献 52)
- ✓ 非土壌改良区で雑草の繁茂が著しく、各ヤナギ種は被陰及び手狩り除草時の誤伐で 39%枯死、エゾシカ食害で 12%枯死 (文献 52)
- ✓ ヤナギは萌芽再生能力が高く、1～2 年周期で約 20 年間にわたって収穫が可能であり、2 年間の平均生産量 (2 回収穫) は 26.8dry-t/ha。このことを前提にヤナギをバイオマス燃料チップとして販売価格 12,000 円/t と仮定した場合、販売収益は

12,000 円/10a。現段階の生産方法では自作と作業委託の場合で 27,000～55,000 円/10a の欠損が生じ自作の経済的な優位性は確認できず（文献 53）

➤ チャンチンモドキ

- ✓ 樹幹の通直性は非常に高く、樹幹上部の比重低下がないことから、地上高 10m までの材の利用は可能（文献 35）
- ✓ 樹幹外側の比重が高い部分では素材として付加価値の高い利用が有効であり、樹幹中心の比重が低い部分では木質ボードの原材料または紙パルプの原料としての利用が有効（文献 35）
- ✓ 54 年生のチャンチンモドキ 3 個体を樹冠解析した結果、30 年生まで連年成長量が大きい（文献 54）
- ✓ チャンチンモドキでは、スギに比べ樹高成長は早いが先枯れ個体が多く発生した。なお、樹高成長の傾向が異なることが原因として先枯れの発生時期は異なる（文献 55）
- ✓ 伐採時の玉切り作業時、製材時、天然乾燥時に材の割れや反りが観察されたことから、建築材として利用する場合に著しい欠点となる可能性があるため、優良個体の選抜などを検討する必要あり（文献 57）

4.2. 既存植栽地における現地調査

既存の早生樹植栽地について、論文や報告書、ヒアリングを基に情報収集し、その中から施業履歴等が確認でき調査の実施が可能である地域を10箇所選定し現地調査を実施した。現地調査は、早生樹植栽地に対して1調査地あたり100 m²のプロット（方形）を設定し、植栽木の樹高、胸高直径（または根元径）、形状等を調査するとともに、侵入木についても調査を実施した。

4.2.1. 現地調査地一覧

表7に既存早生樹植栽地一覧を、図3及び図4に位置図を示した。

表7 既存早生樹植栽地一覧

No.	樹種	場所	所有形態		面積 (ha)	林齢 (年生)	立木密度 (本/ha)	植栽密度 (本/ha)
1	コウヨウザン	広島県庄原市 斜面下部	個人	民有林	0.637	55	916	3,000
		広島県庄原市 斜面上部					1,042	
2	コウヨウザン	広島県尾道市	森林整備セ	民有林	0.4	2	2,700	2,700
3	コウヨウザン	広島県北広島町	個人	民有林	1	1	1,600	1,600
4	コウヨウザン	高知県土佐清水市	国	国有林	0.3	30	900	2,700
5	コウヨウザン	熊本県菊池市	国	国有林	0.13	59	1,100	3,846
6	センダン	熊本県苓北町	個人	民有地	0.137	2	299	299
						5	344	389
7	センダン	熊本県甲佐町	県	民有林	0.12	17	233	1,111
8	センダン	宮崎県宮崎市	国	国有林	0.17	22	888	2,800
9	センダン	宮崎県宮崎市	九州林産	民有林	2.86	18	888	2,500
10	センダン	宮崎県延岡市	九州林産	民有林	1.94	18	770	3,500

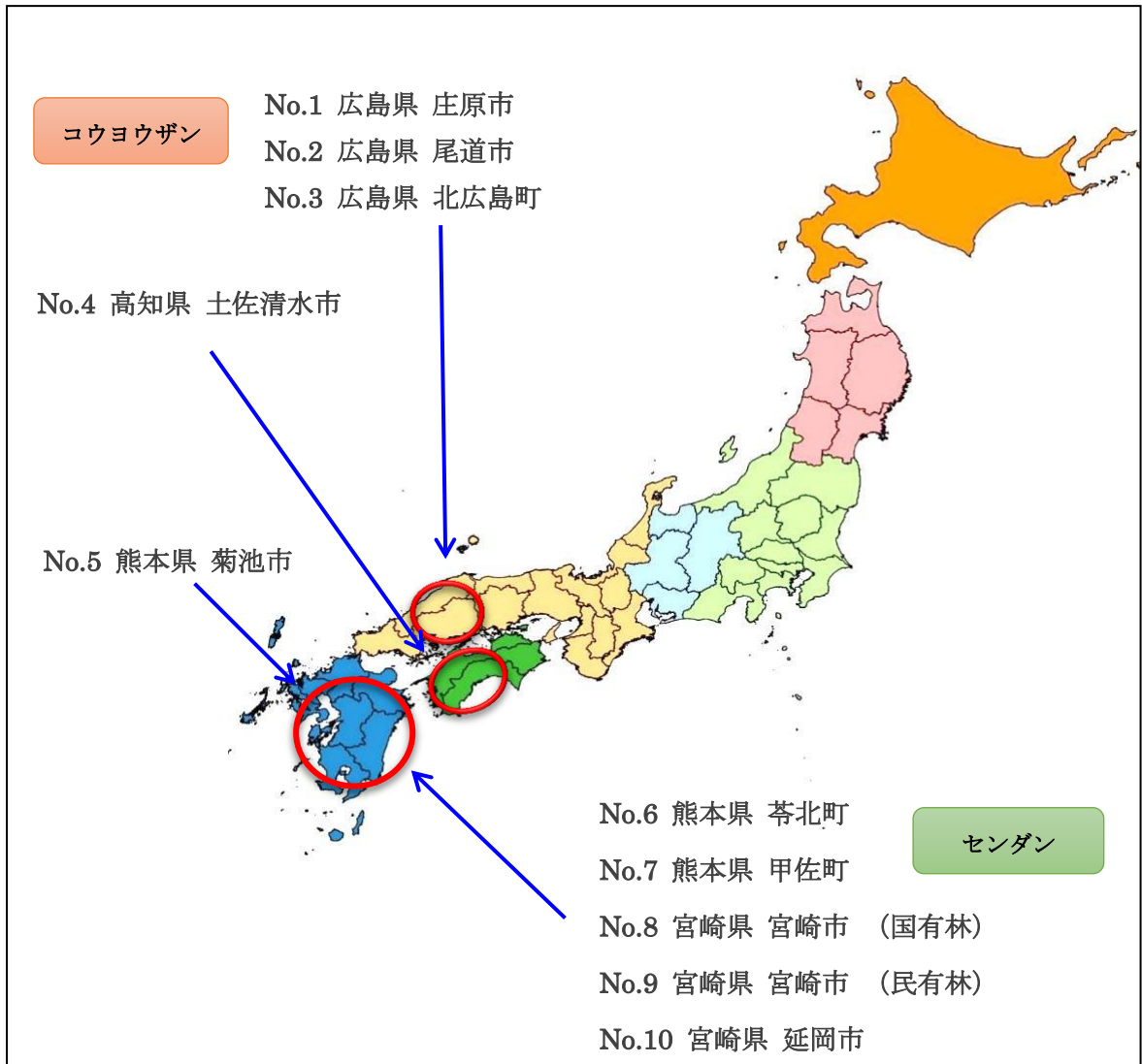


図 3 既存早生樹植栽地調査位置図 (概要)

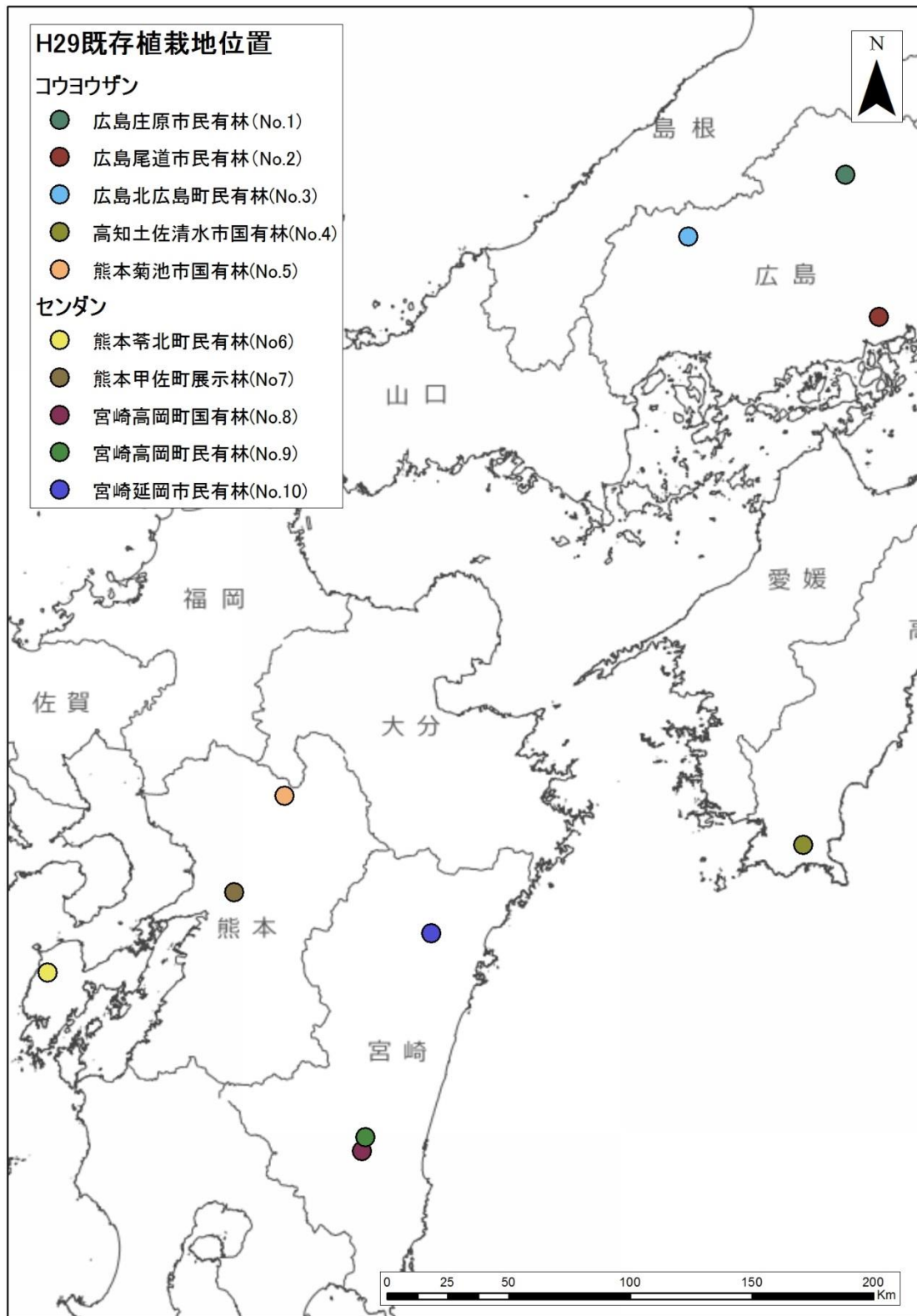
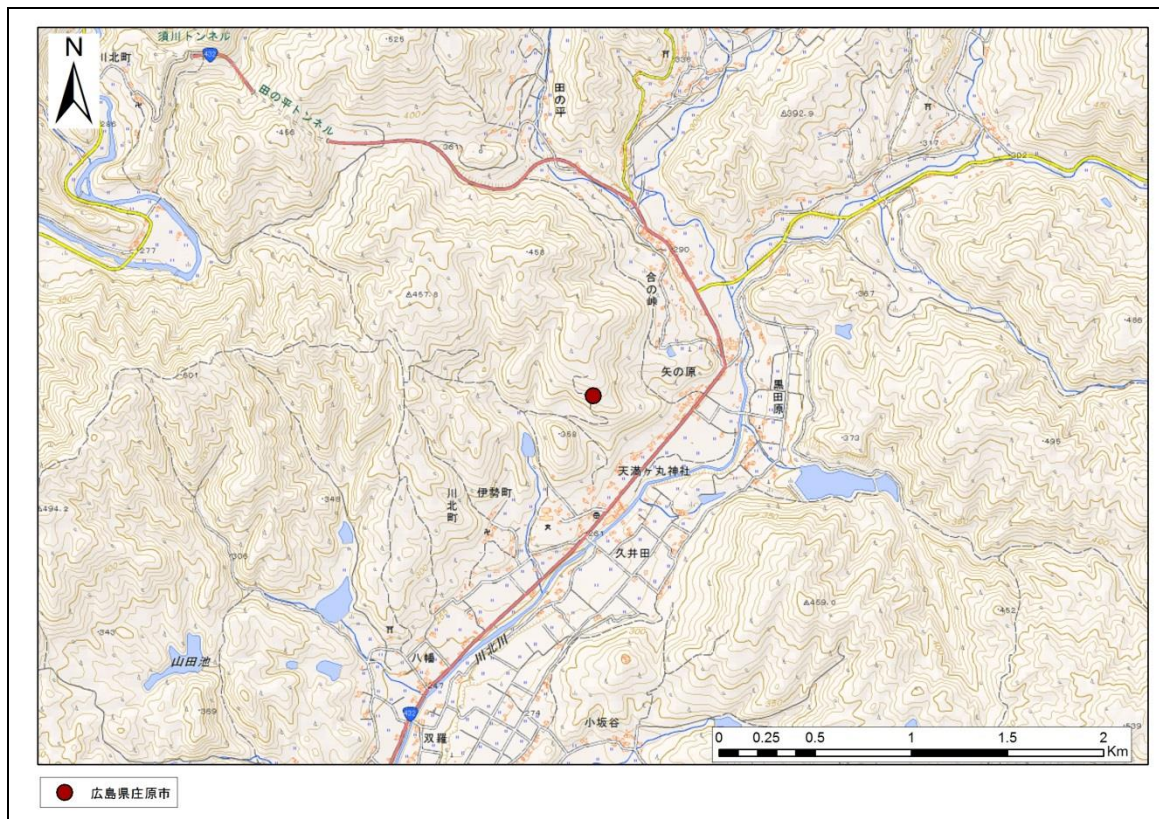


図 4 既存早生樹植栽地調査位置図 (詳細)

4.2.2. 現地調査結果

(1) 広島県庄原市 (No.1)

①位置図



②現地概要

所在地	広島県庄原市川北町
緯度経度	斜面下部 34° 54.044'、133° 00.749' 斜面上部 34° 54.127'、133° 00.781'
面積	0.637 ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	昭和 38 年植栽 (55 年生)
立木密度	斜面下部 916 本/ha、斜面上部 1,042 本/ha
植栽密度	3,000 本/ha
標高	斜面下部 310m～斜面上部 373m
傾斜角	斜面下部 25° ～斜面上部 18°
斜面方位	WSW
平均気温/降水量	12.4℃ / 1467.0mm / 年 (平年値、庄原市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	・昭和 38 年に 3,000 本/ha で植栽

	・初期に下刈り実施、及び一番玉まで枝打ちを実施
施業工程等	—
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・広島県北部に位置する庄原市で、国道 432 号沿い、川北小学校に近隣する約 50 年生～60 年生のコウヨウザン民有の造林地である。 ・コウヨウザンは斜面下部から上部まで植栽されており、斜面下部の良好な地形には胸高直径 50cm 以上、樹高 30m 以上の優勢木が生育している。 ・人工植栽で林分として成林したコウヨウザンは国内唯一と言って良く、近年、多くの視察者が訪れている。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 19 日			
調査プロット	プロット No.1 斜面上部 (25.0×23.8m)		プロット No.2 斜面下部 (25.0×22.7m)	
植栽木/侵入木	コウヨウザン	侵入木	コウヨウザン	侵入木
調査本数 (本)	69	6	60	—
平均樹高 (m)	21.3	22.5	32.0	—
平均胸高直径 (cm)	27.4	26.0	38.4	—
折れ発生	18 本 (26%)	—	3 本 (5%)	—
俣発生	6 本 (9%)	—	12 本 (17%)	—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・尾根部に近い斜面上部と斜面下部に調査プロットを設定し毎木調査等を実施した。 ・成立するコウヨウザン立木の樹高や胸高直径は、斜面下部で平均樹高 32.0m±6.3、平均胸高直径 38.4cm±11.5、斜面上部でそれぞれ 21.3m±6.7、27.4cm±11.1 で、斜面下部で斜面上部よりいずれも大きい値を示した (t 検定で樹高、胸高直径ともに 1%で有意)。 ・毎木調査時に幹折れ状況について合わせて調査をした結果、尾根部に近い斜面上部で幹折れ被害の発生率が高く 26%の値であった。斜面下部では 5%であった。幹折れの原因は風害に起因すると思われる。 ・風害の比較対象として周辺に存在する人工林を確認したが、同地域に植栽されているヒノキは現在 12~13m ほどであり、風害は発生していない。 ・材質試験のため伐倒された個体の切株より萌芽が認められた。林分内で照度が低いため、今後の成長は難しいのではないかとと思われる。 			

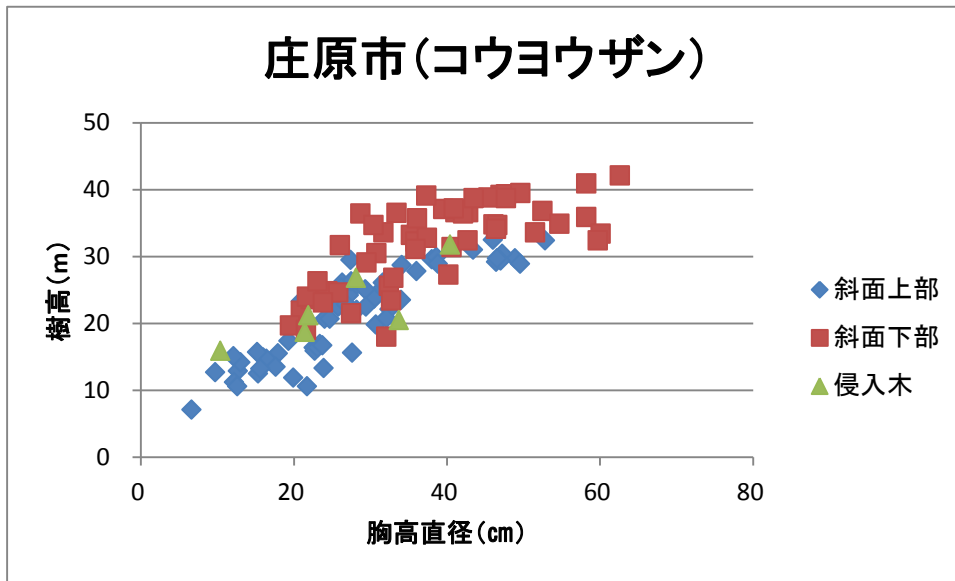


図 5 庄原市調査結果その 1

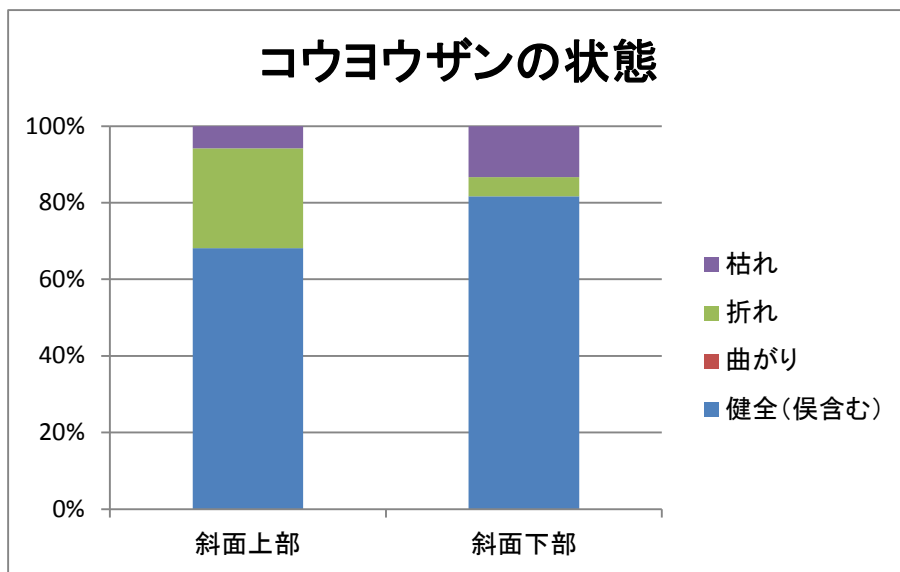


図 6 庄原市調査結果その 2

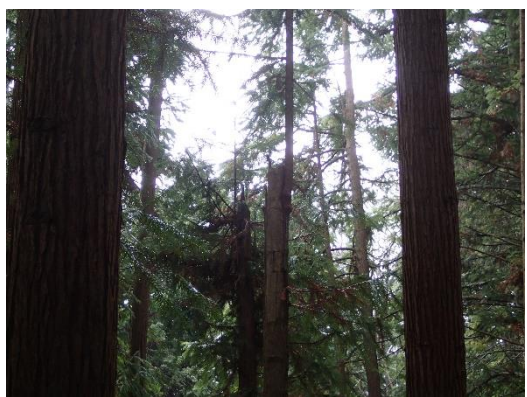
④現地写真_コウヨウザン



プロット No.1 斜面上部 (H29.12.19)



プロット No.2 斜面下部 (H29.12.19)



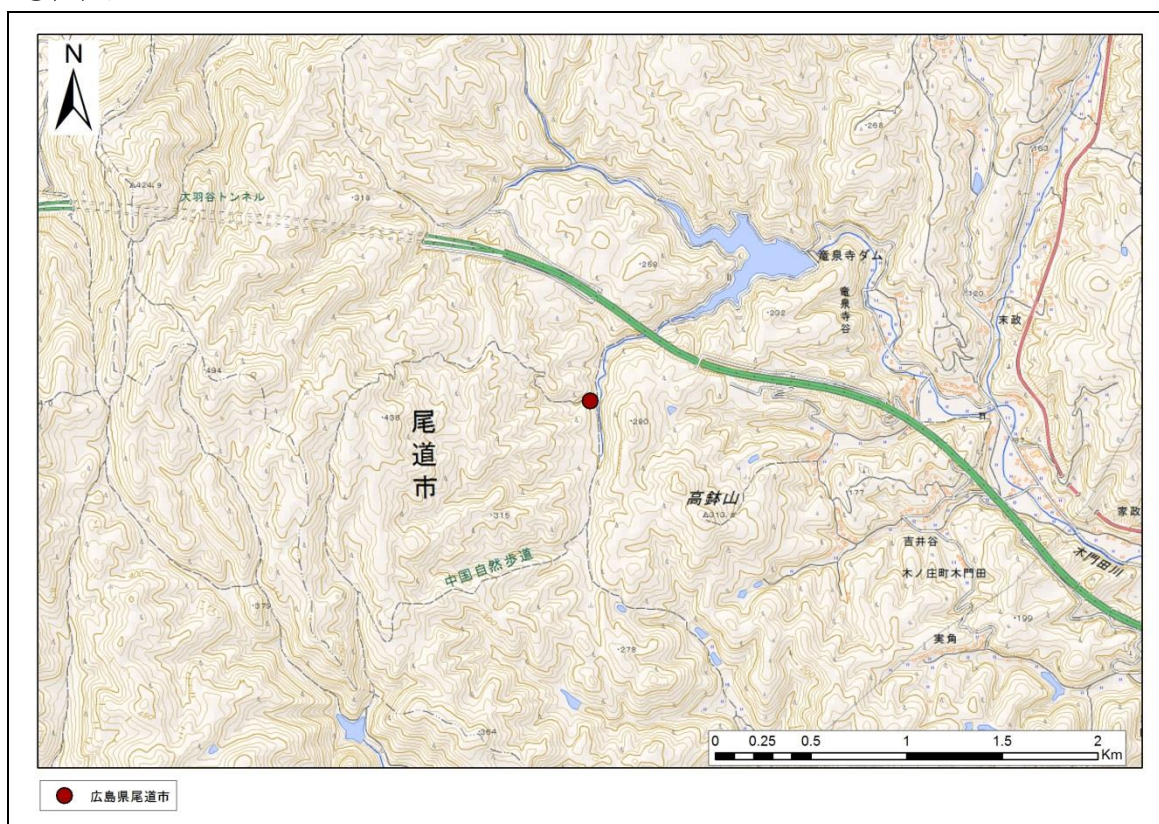
風害 (幹折れ)



伐根よりの萌芽

(2) 広島県尾道市 (No.2)

①位置図



②現地概要

所在地	広島県尾道市木の庄町
緯度経度	34° 28.181' , 133° 08.208'
面積	0.4 ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	平成 27 年 11 月植栽 (2 年生)
立木密度	2,700 本/ha
植栽密度	2,700 本/ha
標高	191m
傾斜角	26°
斜面方位	ENE
平均気温/ 降水量	15.0℃ / 1227.0mm / 年 (平年値、尾道市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> 平成 27 年度にコウヨウザン 1 年生苗 (苗高 20cm) を植栽 下刈りは H28 年度、H29 年度の 2 回実施
施業工期等	<ul style="list-style-type: none"> 人力地拵え (棚積み込み) 21 人工/0.4ha

	<ul style="list-style-type: none"> ・植付け 5 人工/0.4ha ・H28～H29 で下刈り 2 回（1 回当たり 3 人工/0.4ha）
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・中国自動車道尾道 IC より木の庄町木門田竜泉寺ダムへ、その後、高鉢山を右手に南下、中国自然歩道への分岐の場所が調査対象地である。 ・ヒノキ植林地の一部斜面下部にコウヨウザンを植栽していた。前生樹はアカマツの松くい虫被害跡地で広葉樹であった。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 20 日	
調査プロット	プロット No.1 (112.25 m ²)	
植栽木/侵入木	コウヨウザン	侵入木
調査本数 (本)	34	—
平均樹高 (cm)	43.2	—
平均胸高直径 (cm)	1.0	—
平均形状比	45	—
食害発生	32 本 (94%)	—
俟発生	4 本 (12%)	—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・コウヨウザンの植栽地は突き出し尾根の下部に位置する。土壌は乾燥気味で地味は良くない。 ・植栽苗の樹高は平均 40cm 程度であり、植栽後 2 年が経過しているが全体としては旺盛な樹高成長は未だみられない（ただし 20%の個体は樹高 60～75cm に達している）。 ・ウサギの食害率が 94%であるため、樹高の低成長には食害の影響が十分に考えられる。 ・シカ柵等の獣害対策は設置されていない。 ・周辺にある植栽直後のヒノキ植栽苗（No.2 付近）においては、ウサギの食害が認められないとの現地報告もある。 	

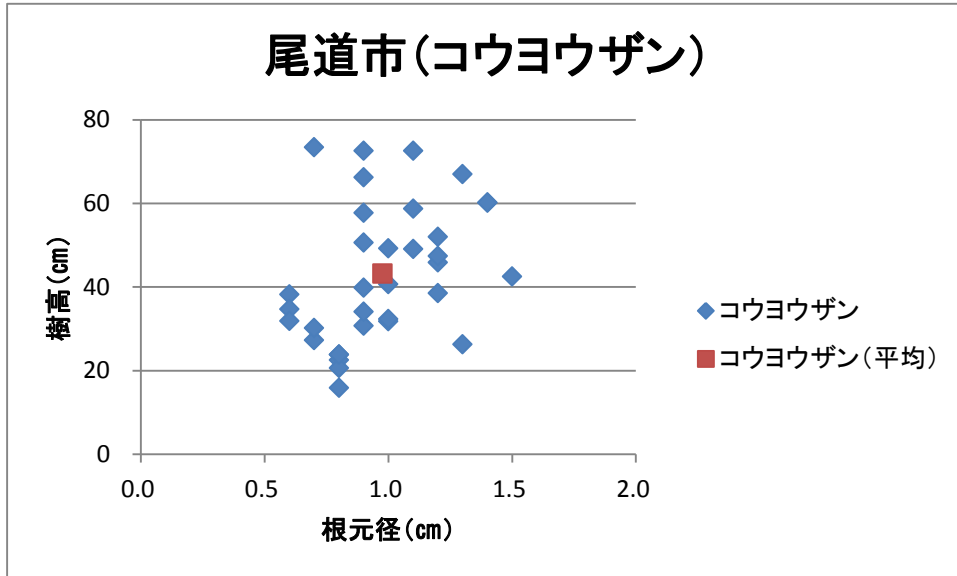


図 7 尾道市調査結果その 1

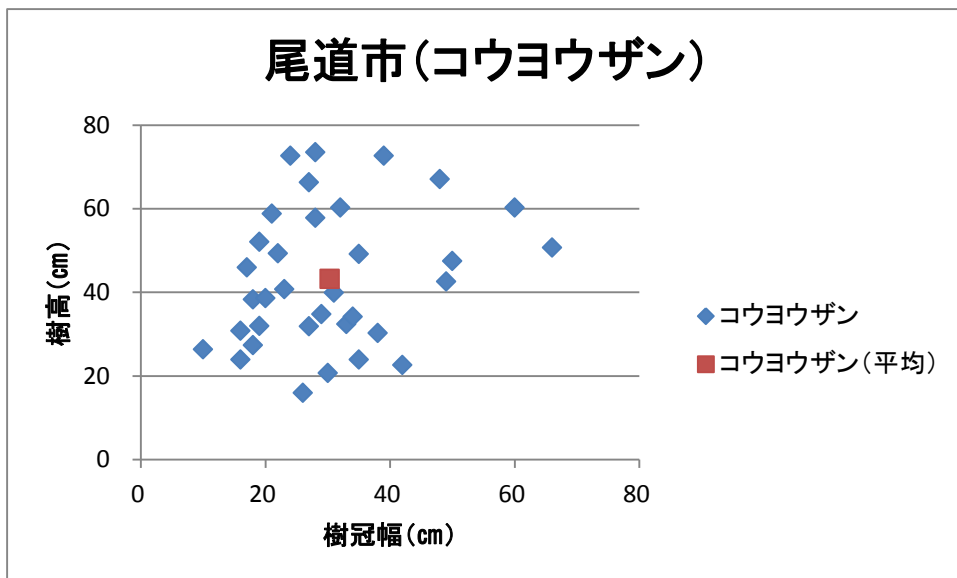


図 8 尾道市調査結果その 2

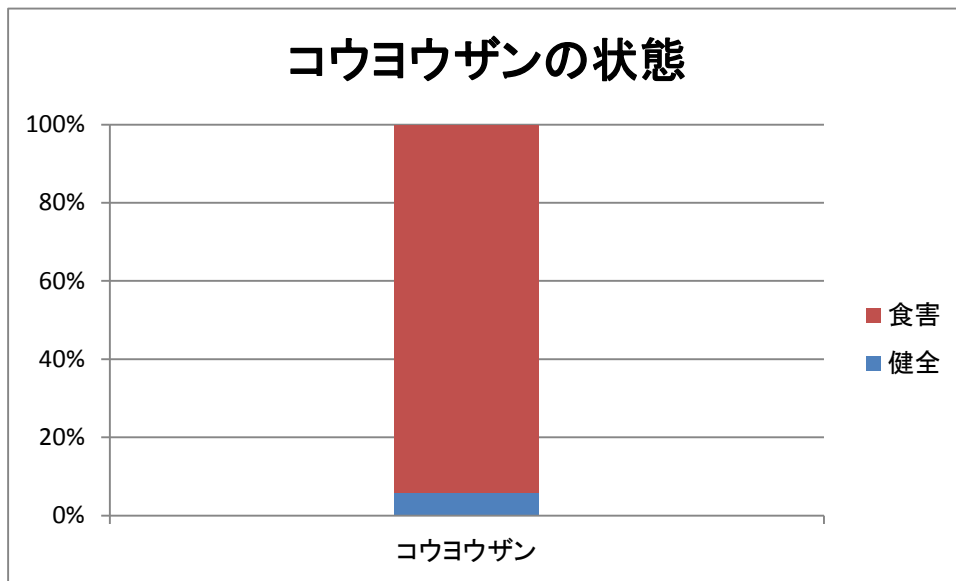


図 9 尾道市調査結果その 3

④現地写真_コウヨウザン



近景 (H29.12.20)



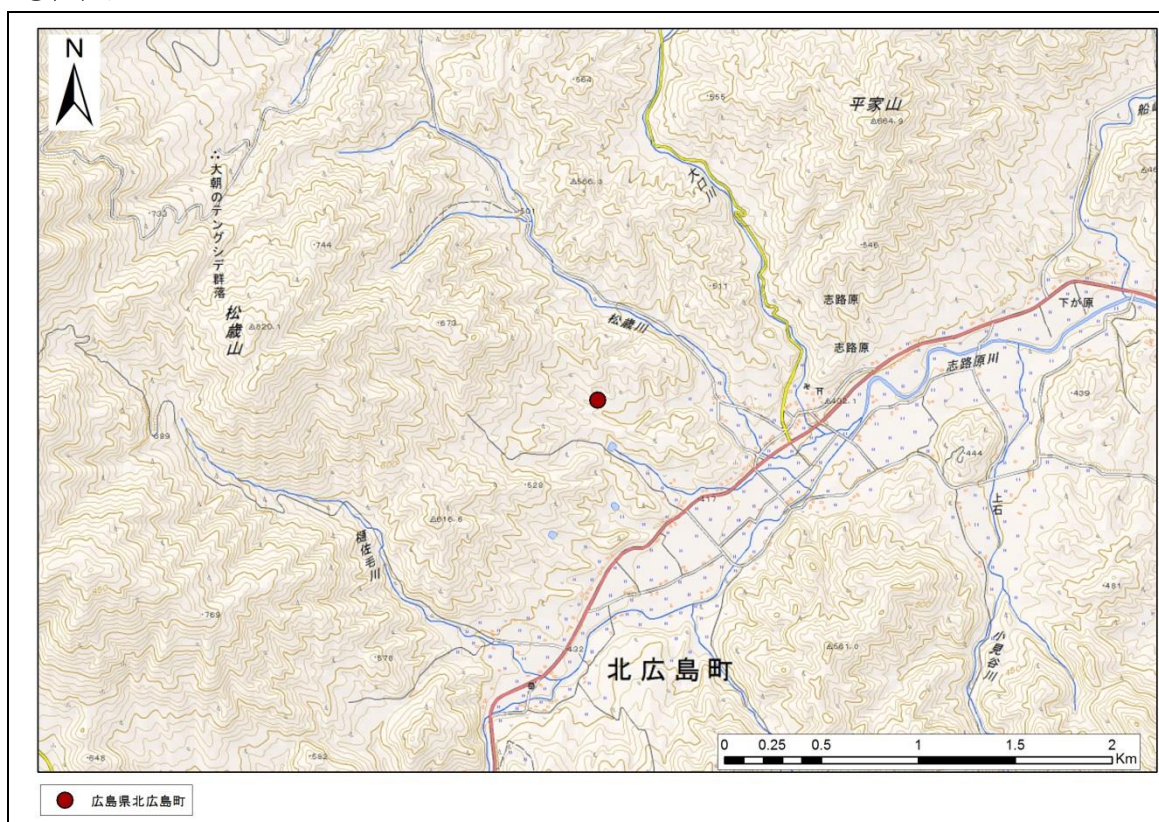
遠景 (H29.12.20)



ウサギによる食害 (主軸の切断)

(3) 広島県北広島町 (No.3)

①位置図



②現地概要

所在地	広島県山県郡北広島町志路原
緯度経度	34° 42.907' ,132° 26.015'
面積	1.0 ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	平成 29 年 4 月植栽 (1 年生)
立木密度	1,600 本/ha
植栽密度	1,600 本/ha
標高	462m
傾斜角	16°
斜面方位	SSW
平均気温/ 降水量	11.7℃ / 1798.7mm / 年 (平年値、大朝)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ H29 年 4 月植栽で、植栽当年度での特段の保育作業はなし。 ・ 植栽に当たってシカ柵を設置している (植栽前に設置)。
施業工程等	—

現地概要	<ul style="list-style-type: none"> 中国自動車道千代田 IC から国道 261 号にて北上、蔵迫より国道 433 号へ入り、志路原より松蔵川沿いの道へ入った民有林伐採跡地である。 伐採は平成 29 年で、前生林は広葉樹を主体とする森林である。
------	--

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 18 日	
調査プロット	プロット No.1 (8.65×25.0m)	
植栽木/侵入木	コウヨウザン	侵入木
調査本数 (本)	36	—
平均樹高 (cm)	39.7	—
平均胸高直径 (cm)	0.8	—
平均形状比	49	—
食害発生	15 本 (42%)	—
俣発生	0 本 (0%)	—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> コウヨウザン 1 年生苗と 2 年生苗を混植 (いずれも苗高は 30cm) していた。 平均樹高は 40cm で、一成長期を経過しているがまだ顕著な樹高成長はみられない。 この新植地でも約 40%のウサギによる食害が発生している。主軸折損被害が観察されたのはその約半分である。ウサギ被害による枯死個体はない。 	

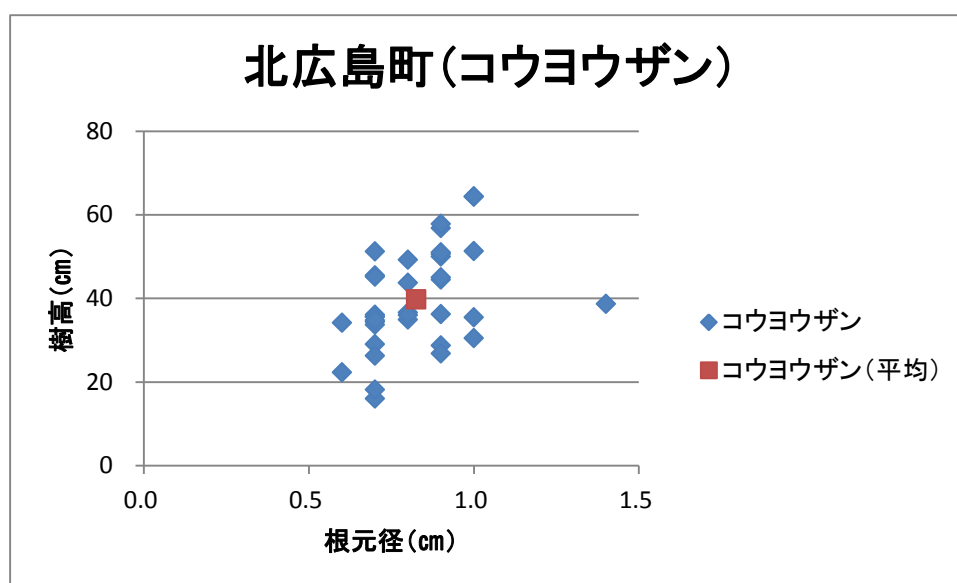


図 10 北広島町調査結果その 1

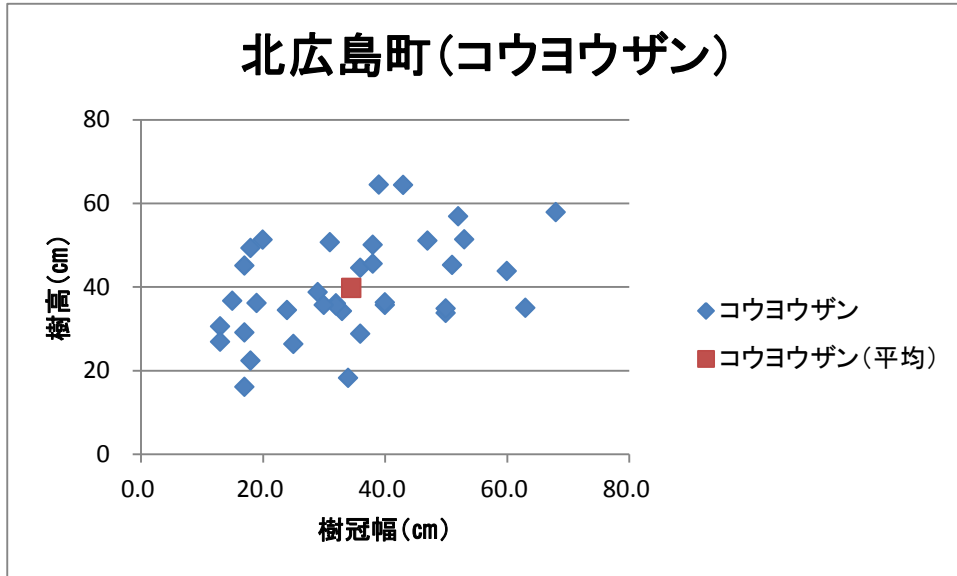


図 11 北広島町調査結果その 2

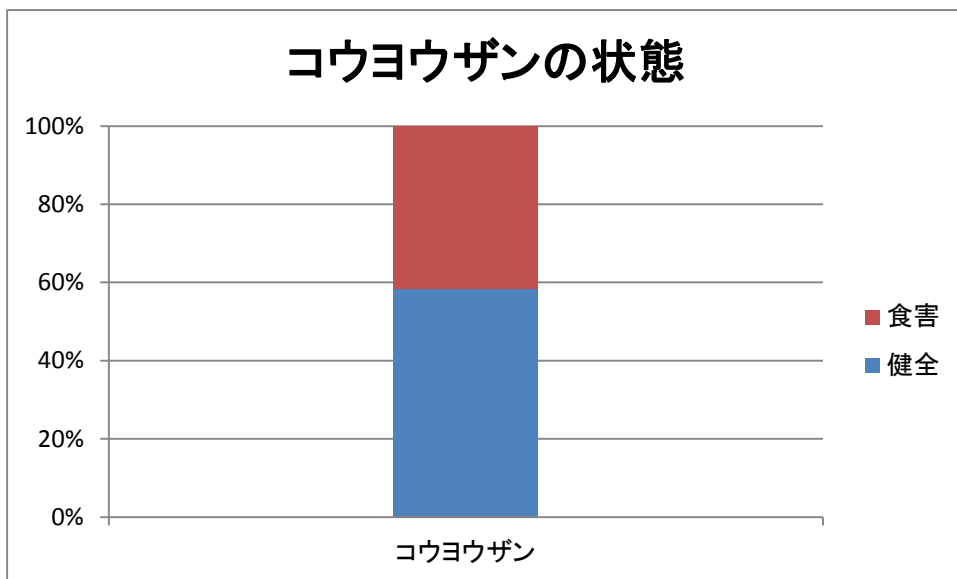


図 12 北広島町調査結果その 3

④現地写真_コウヨウザン



近景 (調査時 H29.12.18)



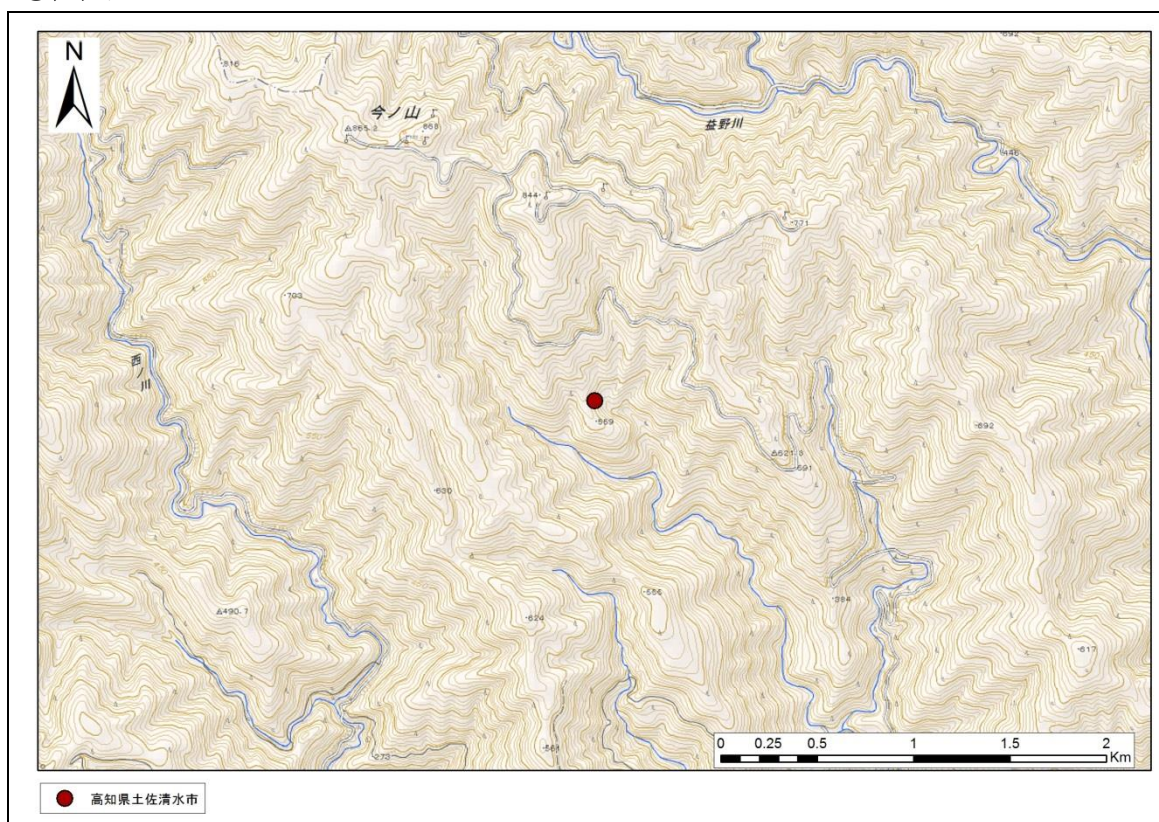
遠景 (調査時 H29.12.18)



事前調査時 (H29.10.30)

(4) 高知県土佐清水市 (No.4)

①位置図



②現地概要

所在地	高知県土佐清水市斧積 (辛川山国有林 1271 林班い 1 小班)
緯度経度	32° 50.828' ,132° 51.492'
面積	0.3 ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	昭和 7 年植栽 (30 年生)
立木密度	900 本/ha
植栽密度	2,700 本/ha
標高	543m
傾斜角	36°
斜面方位	W
平均気温/ 降水量	17.6℃ / 2301.0mm / 年 (平年値、土佐清水市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 昭和 7 年に植栽 ・ 昭和 8～12 年度に年 1 回の下刈りで 5 回。昭和 14 年度に下刈り実施で通算 6 回。

	<ul style="list-style-type: none"> ・昭和 15 年度につる切り、昭和 25 年度につる切り、除伐 ・昭和 63 年に伐採（伐採時の材積は 41.25m³、販売価格は 15,288 円/m³） ・平成 29 年 12 月現在、萌芽更新中、保育作業なし
施業工程等	—
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・平成 30 年 1 月に 0.28ha を間伐する予定であったため、間伐前に林分の調査を実施した。 ・調査地は四国森林管理局四万十森林管理署管内にあり、現地は航空局の道路から入林する必要があるため、国有林の入林申請の他、航空局への道路使用申請も必要となっている。作業道脇より斜面下部へ 15 分ほど下った箇所にコウヨウザンの植栽地がある。 ・現地情報については、古い試験地であるため確認が取れない箇所も多々あるが、日本で唯一のコウヨウザン萌芽更新が観測可能な林分である。周囲にはヒノキ林がある。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 12 日		
調査プロット	プロット No.1 (10.7×12.9m)		
植栽木/侵入木	コウヨウザン 主軸部分	コウヨウザン 残り株部分	侵入木
調査本数	13 株 40 本		22 本
平均樹高 (m)	13.6	9.2	5.4
平均胸高直径 (cm)	20.9	10.9	5.0
折れ発生	1 株 (8%)		—
俣発生	13 株 (100%)		—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・森林事務所への問い合わせの結果、植栽当時の情報が収集できなかった。なお、植栽した苗木の入手場所、苗齢、苗価格は不明であるが、種子の入手先は中国の可能性があるとのことである。 ・萌芽更新しており、1 つの株より 2 本～10 本程の幹が生えている。そのため、調査を実施した 13 株は全て株立ちしていた。 ・主幹の平均樹高は 13.6m、平均胸高直径は 20.9 cm であり、スギの平均的なサイズと大きく差はなかった。 ・仮に主幹をスギと同様に単幹で収穫すると考えると、株立ちにより個体あたりの生産部分が分散しているため、萌芽更新による用材利用可能量は多くないと考えられる。 ・萌芽更新により得られる材の質は明らかとなっていないが、蓄積量については良好と考えられる。 		

・平成 30 年 1 月に間伐が実施され、間伐率 31%で約 6.8m³の材が搬出された。伐採されたものの末口直径は 12~26 cmのものが 114 本分（株数不明）であり、胸高直径が小さいものは残存している。

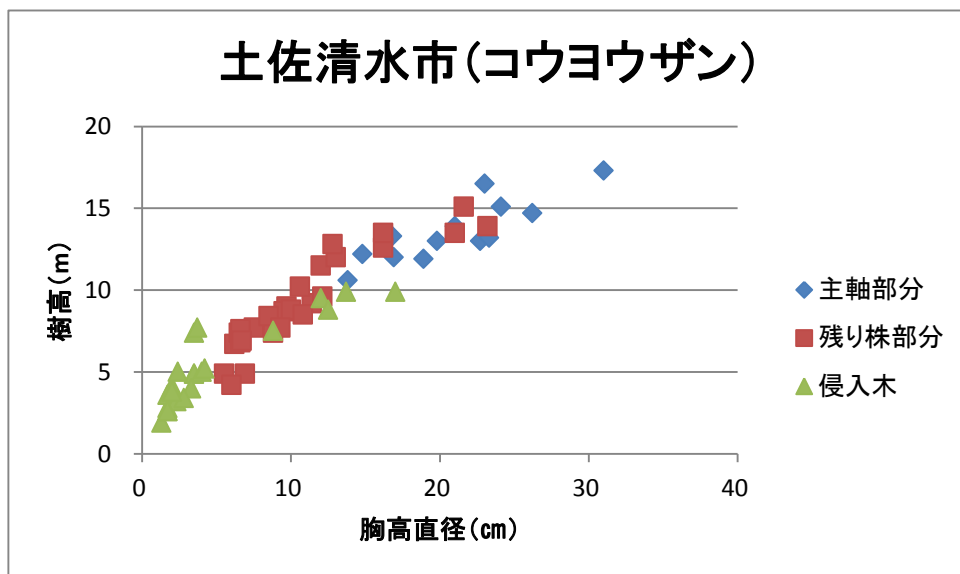


図 13 土佐清水市調査結果その 1

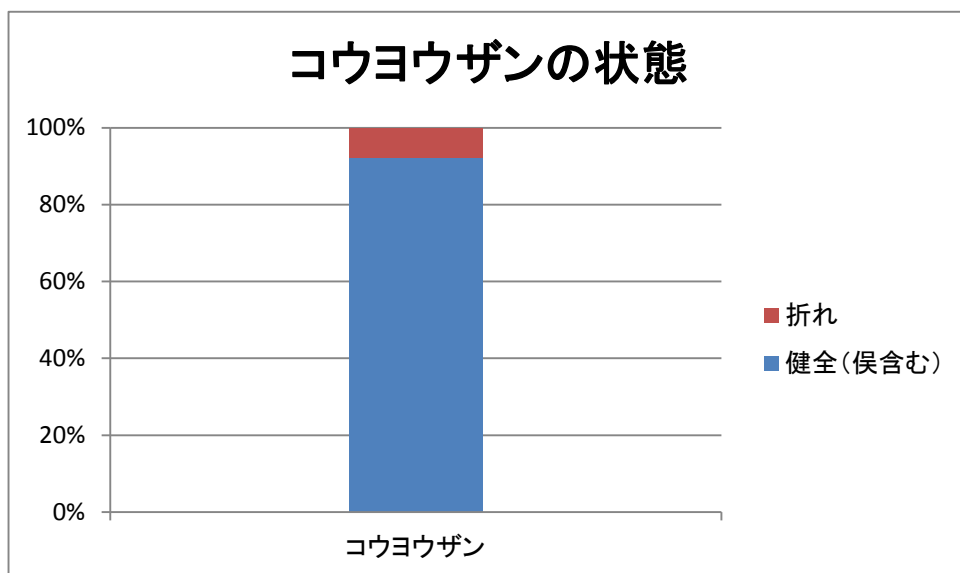


図 14 土佐清水市調査結果その 2

④現地写真_コウヨウザン



試験地林縁部分 (H29.12.12)



試験地林内部分 (H29.12.12)



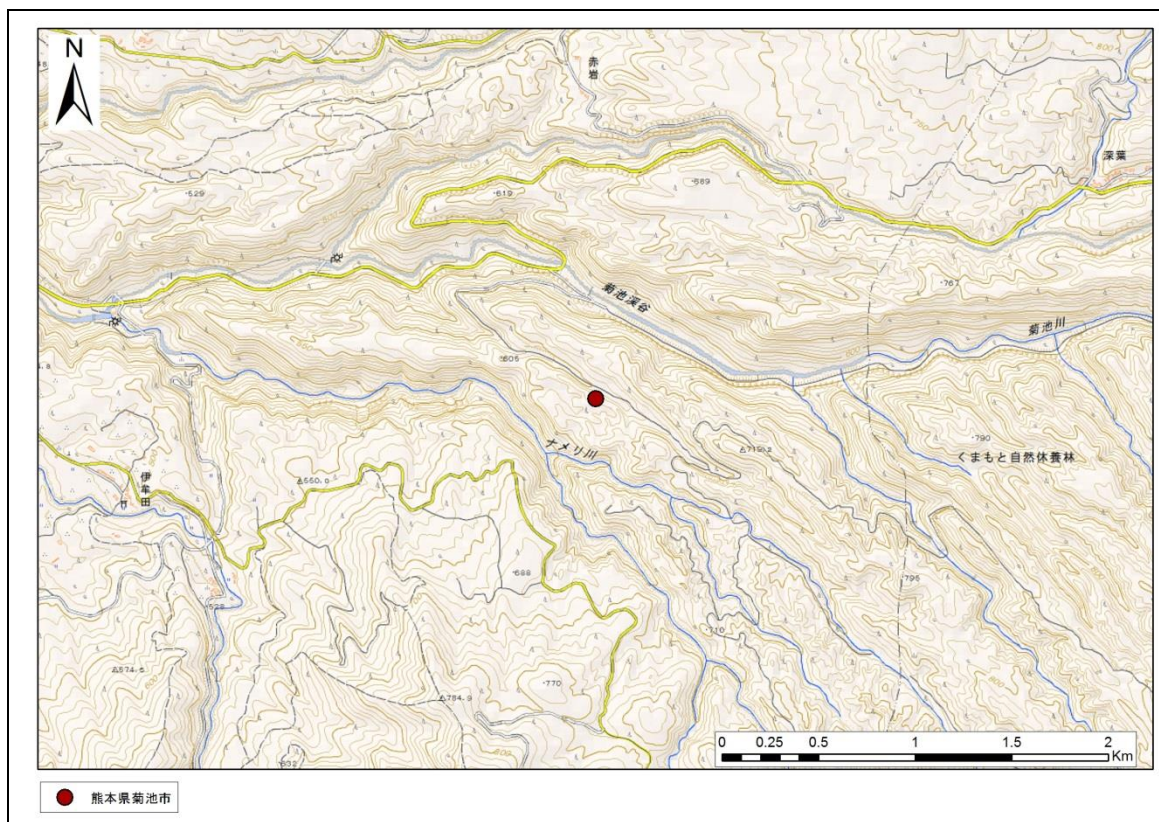
萌芽するコウヨウザン 01



萌芽するコウヨウザン 02

(5) 熊本県菊池市 (No.5)

①位置図



②現地概要

所在地	熊本県菊池市原 (深葉国有林 2 林班ぬ小班)
緯度経度	32° 59.990' ,130° 56.567'
面積	0.13ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	昭和 34 年 3 月植栽 (60 年生)
立木密度	1,000 本/ha
植栽密度	3,846 本/ha
標高	620m
傾斜角	28°
斜面方位	SSW
平均気温/ 降水量	15.6℃ / 1881.8mm / 年 (平年値、菊池)
土壌	黒色火山灰土壌
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 昭和 34 年 3 月に植栽。 ・ 植栽後、昭和 34~38 年度までに毎年下刈りで 5 回。 ・ 昭和 41 年度に一部で枝打ち・除伐を実施。地際からの萌芽枝除去

	も実施。 ・昭和 46 年度に除伐・枝打ち実施。
施業工程等	—
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・調査地は菊池水源の流域にあり、熊本森林管理署管内深葉国有林 2 林班ぬ小班である。昭和 34 年に 0.13ha に 500 本が植栽された試植検定林である。 ・材質特性等の調査で平成 22 年度に 5 本、平成 24 年度に 3 本伐採している。この調査結果が端緒と成ってコウヨウザンの用材利用の見直しに繋がった。 ・調査プロットは、南南西斜面の尾根部から沢筋への斜面長約 40m の短斜面上に成立した林分について設定した。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 27 日	
調査プロット	プロット No.1 (22.0×25.0m)	
植栽木/侵入木	コウヨウザン	侵入木
調査本数 (本)	57	9
平均樹高 (m)	20.2	5.8
平均胸高直径 (cm)	29.7	6.3
折れ発生	23 本 (40%)	—
俣発生	3 本 (5%)	—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・調査面積 550m² (22m×25m) コウヨウザンは 57 本成立していた。平均樹高は 20.2m、平均胸高直径は 29.7cm である。その内 40%の個体に幹折れが認められた。その折れ高は平均 13.8m である。 ・折れた箇所から側枝が複数本箒状に伸び、俣木状に成っているのが認められた。 ・調査地内に風倒木 3 本が見られた。その風倒木の枝が直立して上長成長する状況が観察された。 ・樹幹に溝腐れ病が散見された。 ・侵入広葉樹は僅か 9 本でコウヨウザンによる純林状態を呈していた。樹種としてはシロダモ、ヤブツバキ、カゴノキ、アオキ、ネズミモチ、カラスザンショ等で、それらの樹高は 2.5m～9.5m、平均 6m 程度であった。 	

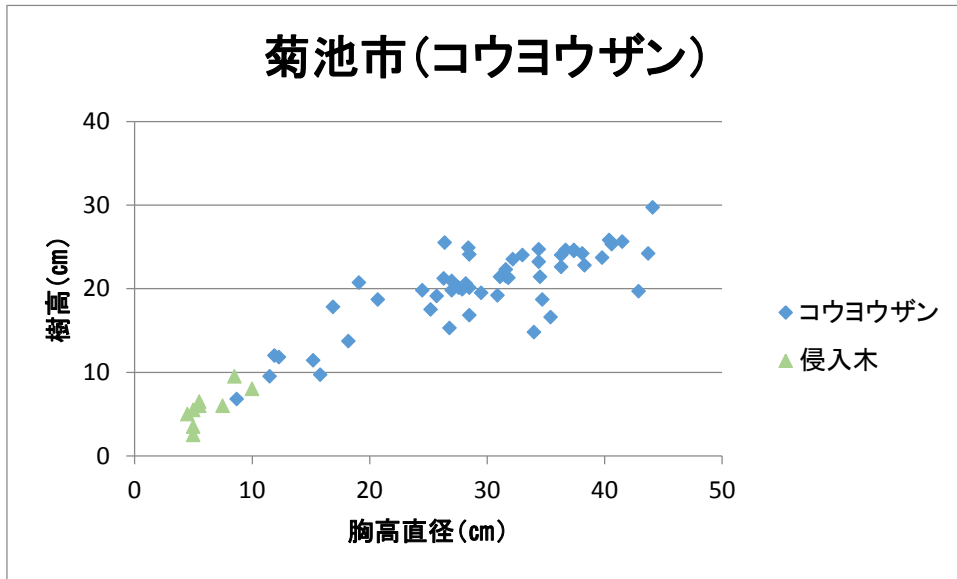


図 15 菊池市調査結果その 1

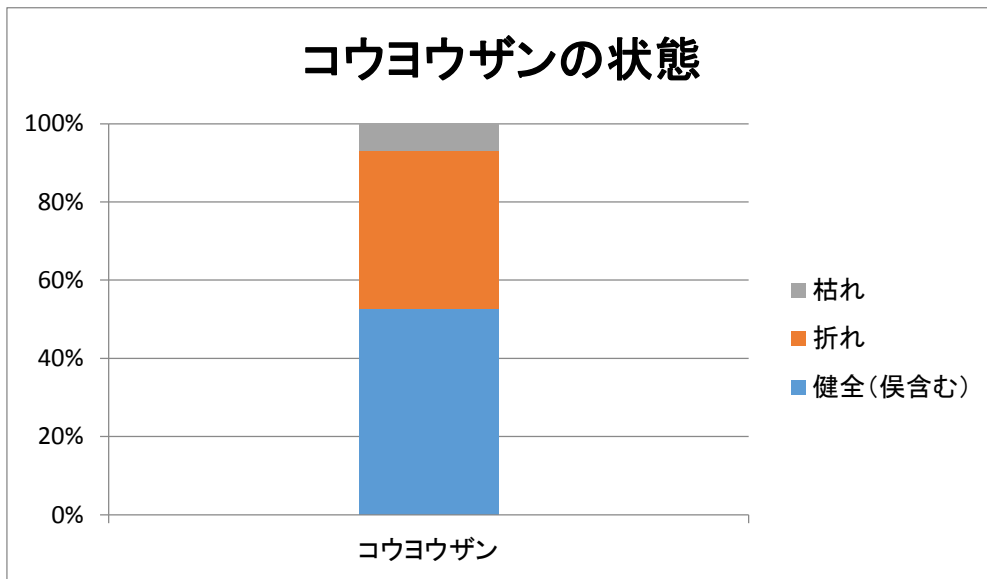
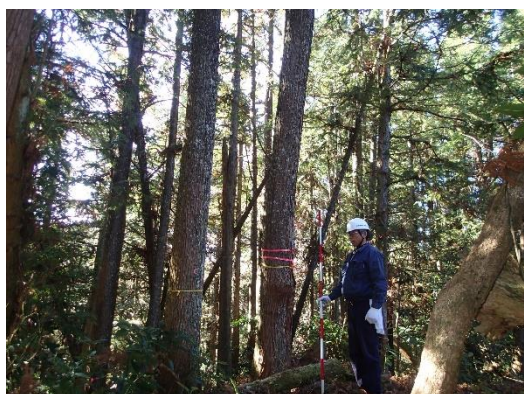


図 16 菊池市調査結果その 2

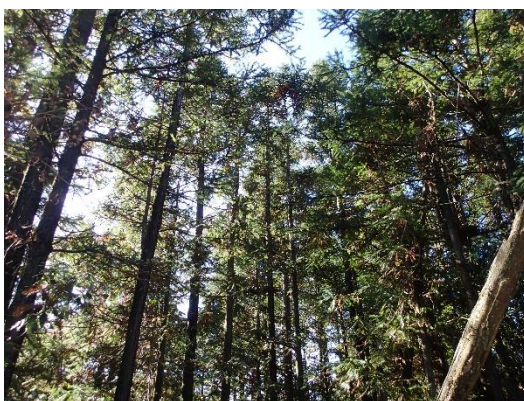
④現地写真_コウヨウザン



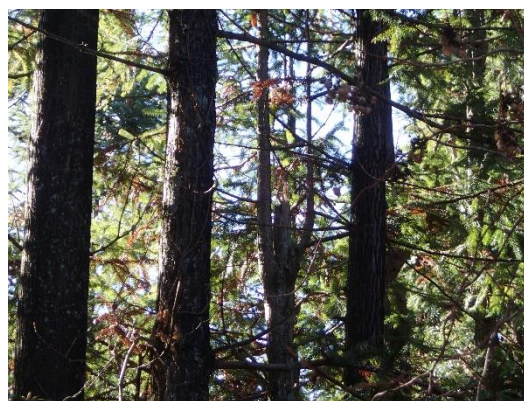
尾根の林縁部分 (H29.12.27)



斜面の林内部分 (H29.12.27)



林分の樹冠



幹折れから側枝立ち



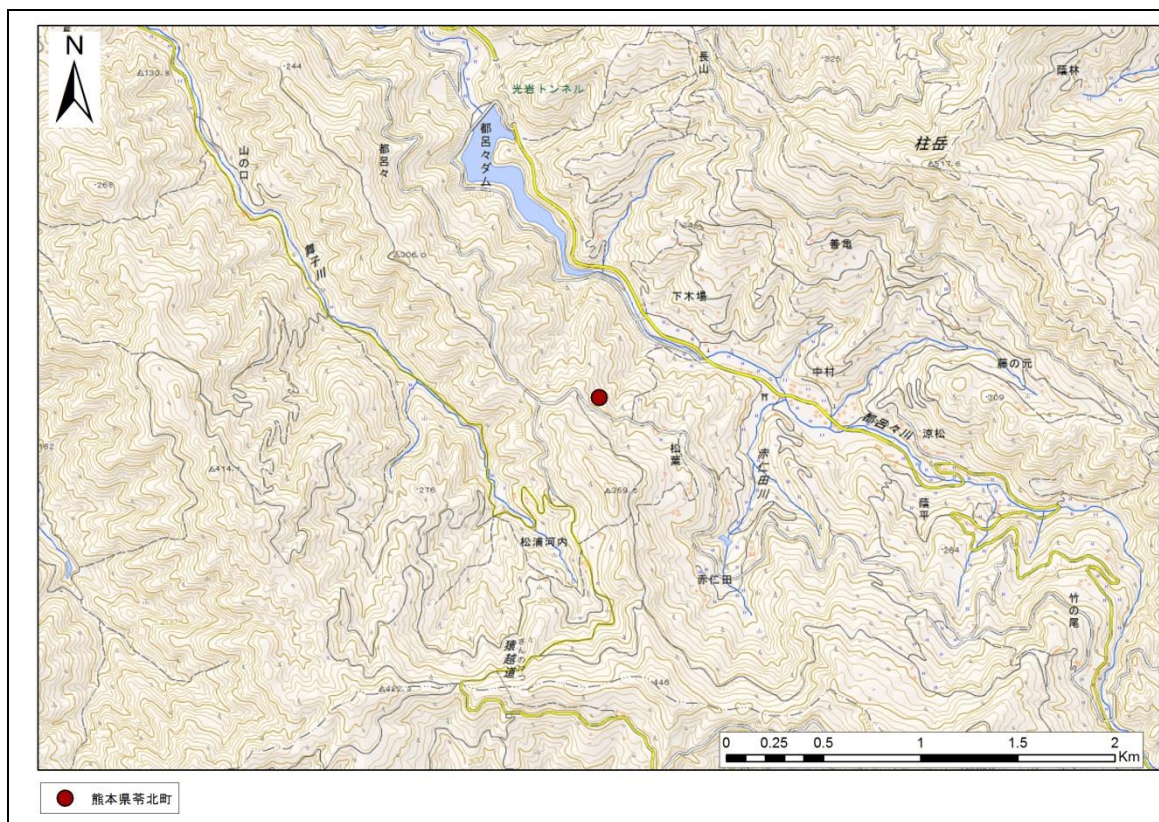
二俣木



風倒木より枝が立つ

(6) 熊本県苓北町 (No.6)

①位置図



②現地概要

所在地	熊本県天草郡苓北町都呂々
緯度経度	32° 27.045' ,130° 04.111'
面積	0.137ha (2年生0.047ha、5年生0.090ha)
樹種	センダン
植栽年	平成25年植栽(5年生)
立木密度	2年生(299本/ha)、5年生(344本/ha)
植栽密度	2年生(299本/ha)、5年生(389本/ha)
標高	195m~214m
傾斜角	0°
斜面方位	ENE
平均気温/降水量	16.4℃ / 2075.9mm / 年 (平年値、本渡)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・センダン視察者用に下刈り実施(本来不要) ・緩効性固形肥料を元肥として施肥 ・芽かきを植栽後2年間実施

施業工程等	・地拵え 2 人工、植栽 1 人工、芽かき 1 人工、下刈り 2 人工
現地概要	・都呂々川を上流へ、都呂々ダムを過ぎた松場にある棚田跡地にセンダンを植栽した場所である。周囲は広葉樹林や人工林で取り囲まれている。

③現地調査結果

調査日	平成 30 年 1 月 28 日	
調査プロット	プロット No.1 (1,369m ²) ※段々畑を 5 段分調査、1～2 段目は 5 年生、4～5 段目は 2 年生であり、3 段目は混植 (3、4 年生) のため、結果として使用していない。	
植栽木/侵入木	センダン	
林齢	2 年生	5 年生
調査本数 (本)	14	35
平均樹高 (m)	3.8	7.5
平均胸高直径 (cm)	3.0	8.8
平均樹冠幅 (m)	0.8	3.6
平均直幹高* (m)	2.0	3.0
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	<p>・5 年生で平均樹高 7.5m±1.5m、平均胸高直径 8.8cm±2.8cm であった。2 年生では平均樹高 3.8m±0.8m、平均胸高直径 3.0cm±0.7cm であった。</p> <p>・平均直幹高は 5 年生で 3.0m±0.8m、2 年生は芽かき段階で 2.0m±0.3m であった。</p>	

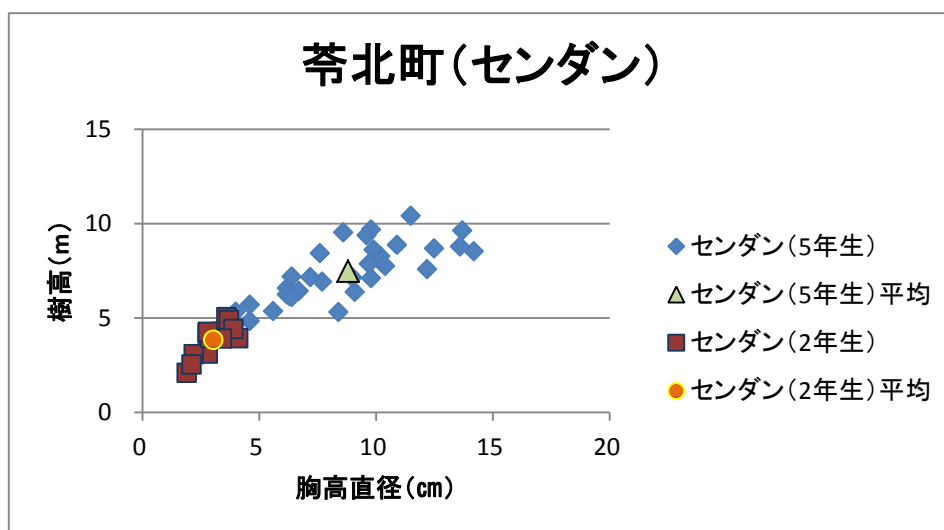


図 17 苓北町調査結果その 1

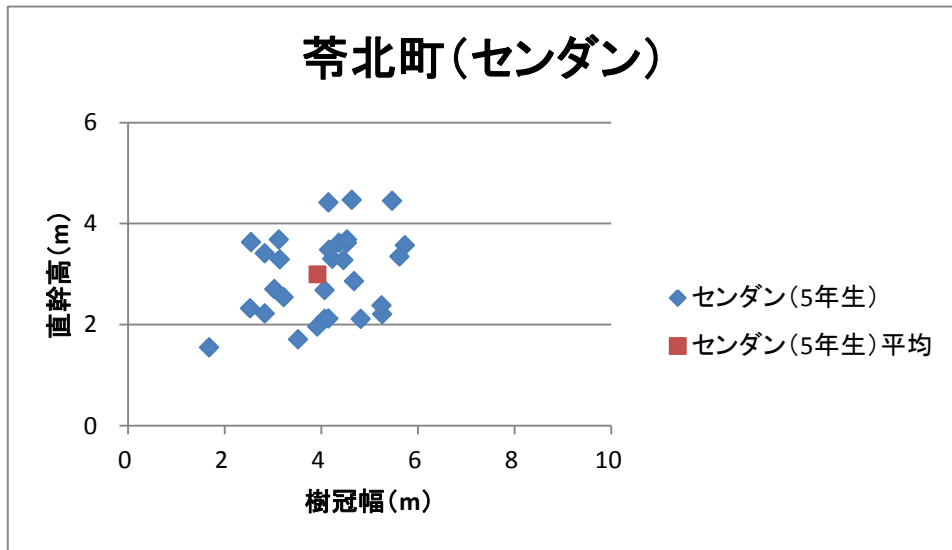


図 18 苓北町調査結果その 2

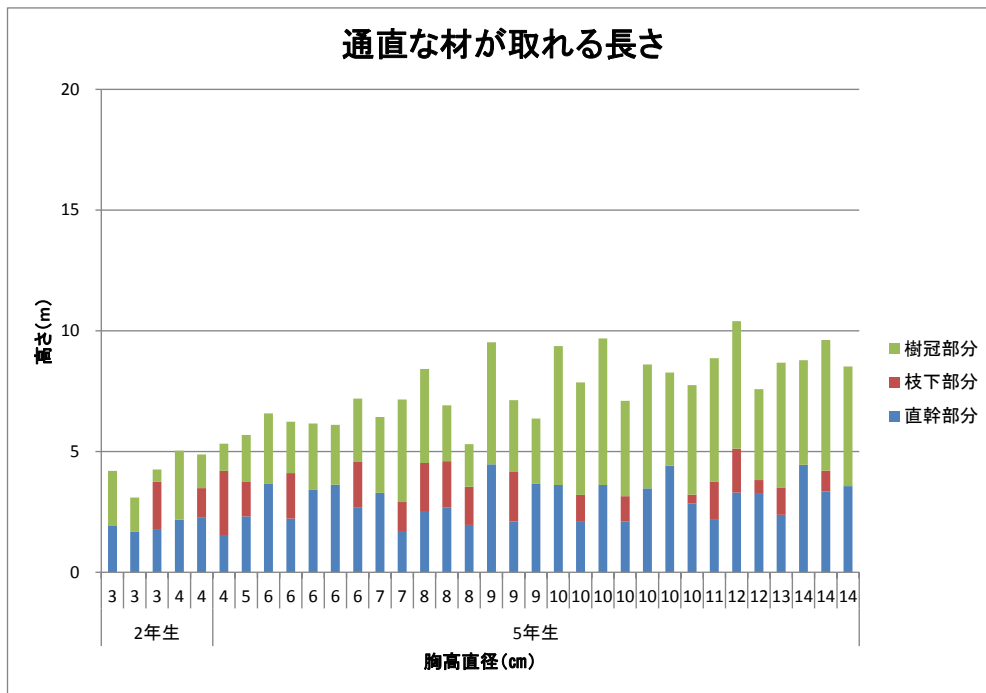


図 19 苓北町調査結果その 3

④現地写真_センダン

	
<p>棚田跡の植栽地を上から見下ろす (H30.1.28)</p>	<p>棚田跡の植栽地を下から見上げる (H30.1.28)</p>
	
<p>棚田跡 1 段目 (5 年生)</p>	<p>棚田跡 2 段目 (5 年生)</p>
	
<p>棚田跡 4 段目 (2 年生)</p>	<p>棚田跡 5 段目 (2 年生)</p>

(7) 熊本県甲佐町 (No.7)

①位置図



②現地概要

所在地	熊本県上益城郡甲佐町
緯度経度	34° 42.068' ,130° 45.331'
面積	0.1 ha
樹種	センダン
植栽年	平成 13 年 4 月植栽 (17 年生)
立木密度	233 本/ha
植栽密度	1,111 本/ha
標高	32m
傾斜角	0°
斜面方位	—
平均気温/ 降水量	15.8℃ / 2204.9mm / 年 (平年値、益城)
土壌	適潤性黒色土壌
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・植栽 1,111 本/ha、芽かきを 4.5m まで実施。2 年目の夏までに終了。芽かきは 2 週間毎に実施し回数は現在より多い。 ・IB化成肥料を 1 年目の植栽時にチッ素量で 10kg/ha、2 年目 50kg/ha

	を施肥 ・下刈りを年2回の回数で2年間実施。 ・間伐を4年生時に約40%、11年生時に23%実施。また材質試験材として9本を伐倒。
施業工程等	—
現地概要	・熊本県上益城郡甲佐町大字田口に熊本県林業研究指導所の舞原試験展示園がある。この園の一角にセンダン芽かき試験林がある。 ・九州自動車道城南スマートに近く、緑川にも近い、平坦な立地にある。展示林造成の前は畑地である。

③現地調査結果

調査日	平成29年11月22日	
調査プロット	プロット No.1 (33.0×40.0m)	
植栽木/侵入木	センダン (芽かき有り)	センダン (芽かき無し)
調査本数 (本)	24	6
平均樹高 (m)	16.6	15.9
平均胸高直径 (cm)	28.4	27.8
平均樹冠幅 (m)	8.3	8.5
平均直幹高* (m)	5.8	3.2
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	・芽かき個体の平均樹高は 16.6m±1.2m、平均胸高直径は 28.4cm±4.3cm、芽かき無しの個体の平均樹高は 15.9m±0.9、平均胸高直径は 27.8cm±4.3cm で、両者間に差は認められなかった。 ・一方、平均直幹高について比べると、芽かき個体が 5.8m±0.8m、芽かき無し個体が 3.2m±0.5m で、両者間に顕著な差が認められた。 ・以上から、直幹の丸太を生産するには植栽初期段階での芽かき処理が有効であることが明らかになった。	

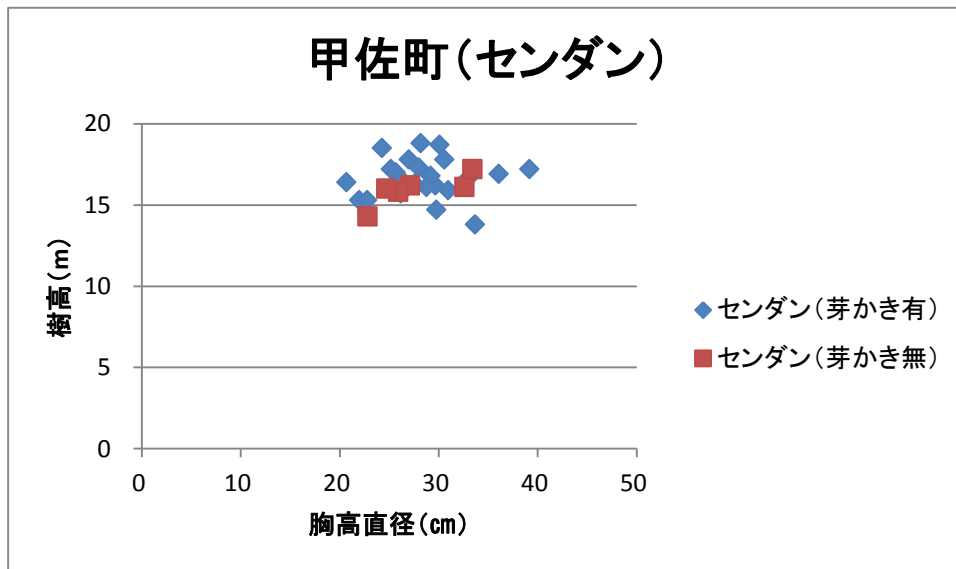


図 20 甲佐町調査結果その 1

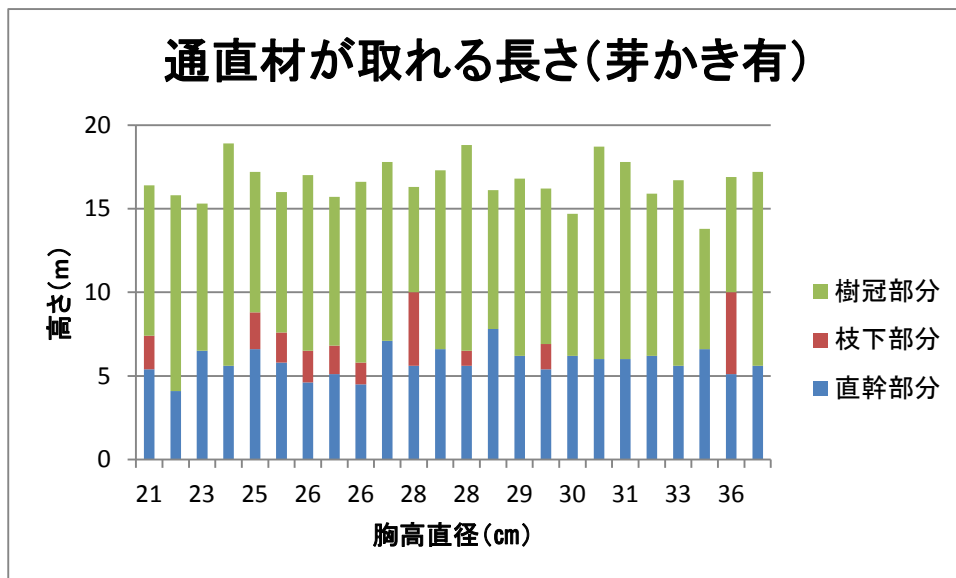


図 21 甲佐町調査結果その 2

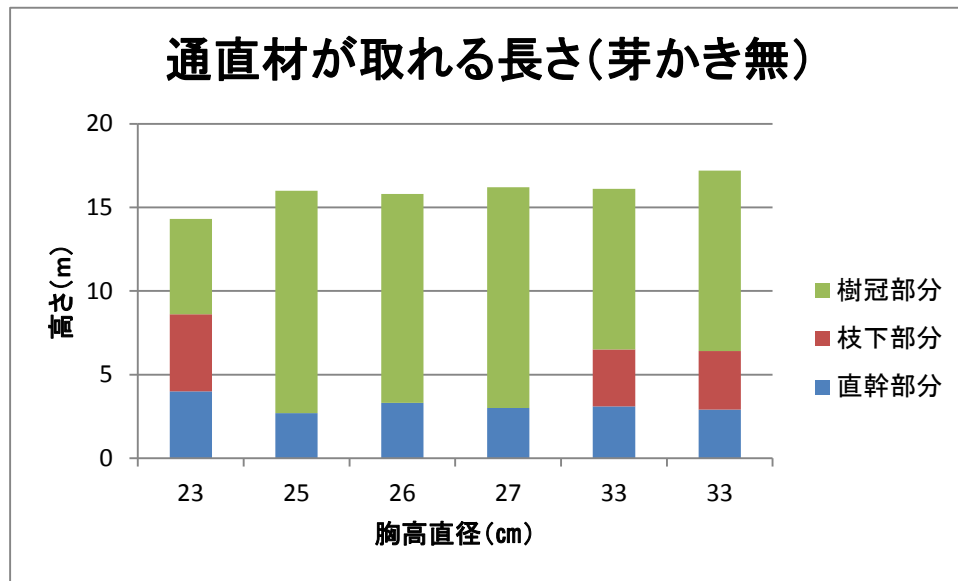


図 22 甲佐町調査結果その 3

④現地写真_センダン



近景 (H29.11.22)



遠景 (H29.11.22)



芽かきした個体



芽かきなしの個体

(8) 宮崎県宮崎市高岡町 (国有林) (No.8)

①位置図



②現地概要

所在地	宮崎県宮崎市高岡町内山 (去川国有林 263 林班は小班)
緯度経度	31° 53.554' ,131° 13.626'
面積	0.16ha
樹種	センダン
植栽年	平成 8 年植栽 (21 年生)
立木密度	888 本/ha
植栽密度	2,800 本/ha
標高	162m
傾斜角	12°
斜面方位	ENE
平均気温/ 降水量	17.4℃ / 2508.5mm / 年 (平年値、宮崎市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ポット苗を植栽 ・植栽直後に寒風害により枯死が発生で、補植を実施

	<ul style="list-style-type: none"> ・ H9～H16 まで下刈り 1 回/年 ・ 展示林全域にシカ・ウサギの獣害発生で、H15 に獣害防止ネットを設置し周辺を囲う ・ 整枝及び芽かきも一部実施との記録（ただし個体は不明）
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 九州森林管理局森林技術・支援センターが宮崎森林管理署去川国有林 263 林班は小班に設定した広葉樹展示林に植栽されたセンダンの試験林である。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 11 月 20 日	
調査プロット	プロット No.1 (13.0×13.3m)	
植栽木/侵入木	センダン	侵入木
調査本数 (本)	17	23
平均樹高 (m)	10.2	1.7
平均胸高直径 (cm)	13.3	—
平均樹冠幅 (m)	4.7	—
平均直幹高* (m)	2.2	—
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・平均樹高 10.2m±2.9m、平均胸高直径 13.3cm±6.1cm、直幹高 2.2m±0.9cm である。樹高や直径ともバラツキが大きく、大きい個体と小さい個体の差がある。 ・直幹高も平均 2.2m±0.9m で低い（植栽当時、芽かき技術は未開発）。幹折れや二俣木も 1/4 認められる。 ・生存個体は、植栽当初の本数の 1/3 程度に減少しているが、その理由は不明である。 ・侵入広葉樹は低木層のみでクサギが圧倒的に多い。樹高は 0.8m～2.3m である。他にクロキ、ナナメノキ、アラカシが僅かである。 	

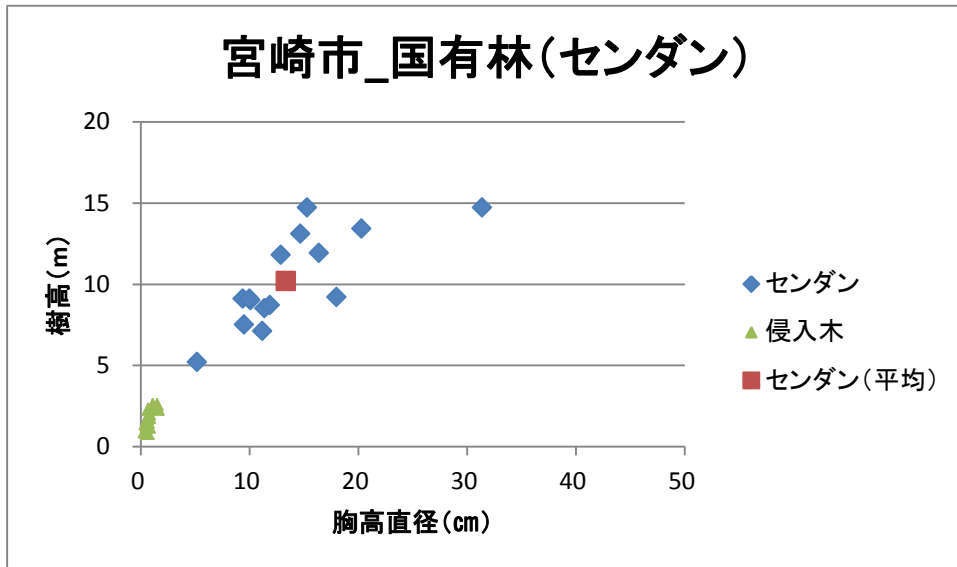


図 23 宮崎市_国有林調査結果その 1

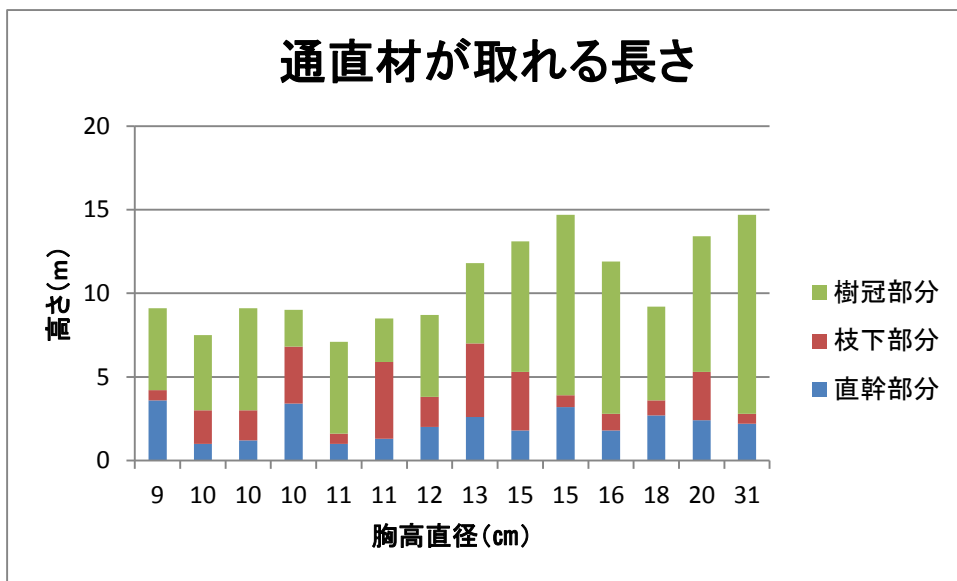
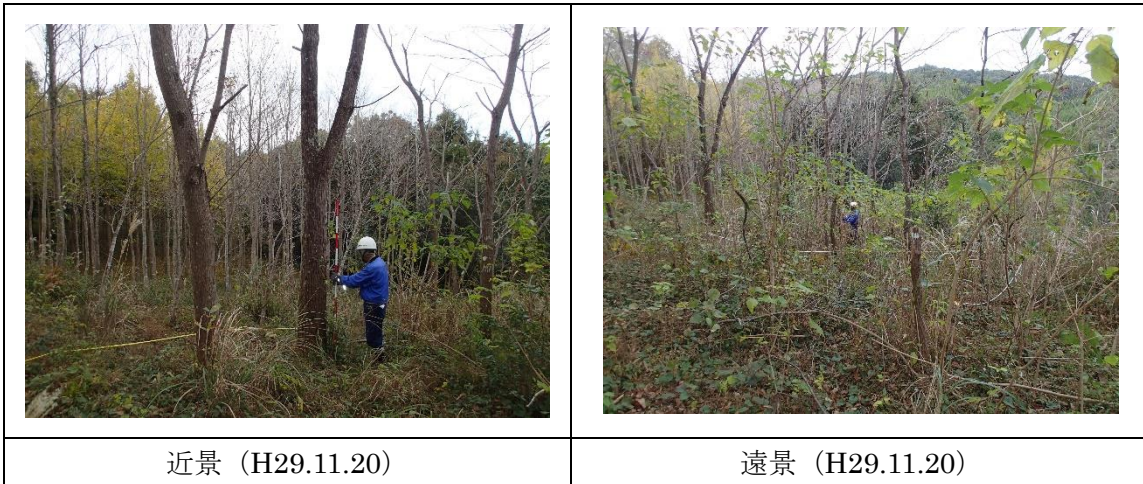


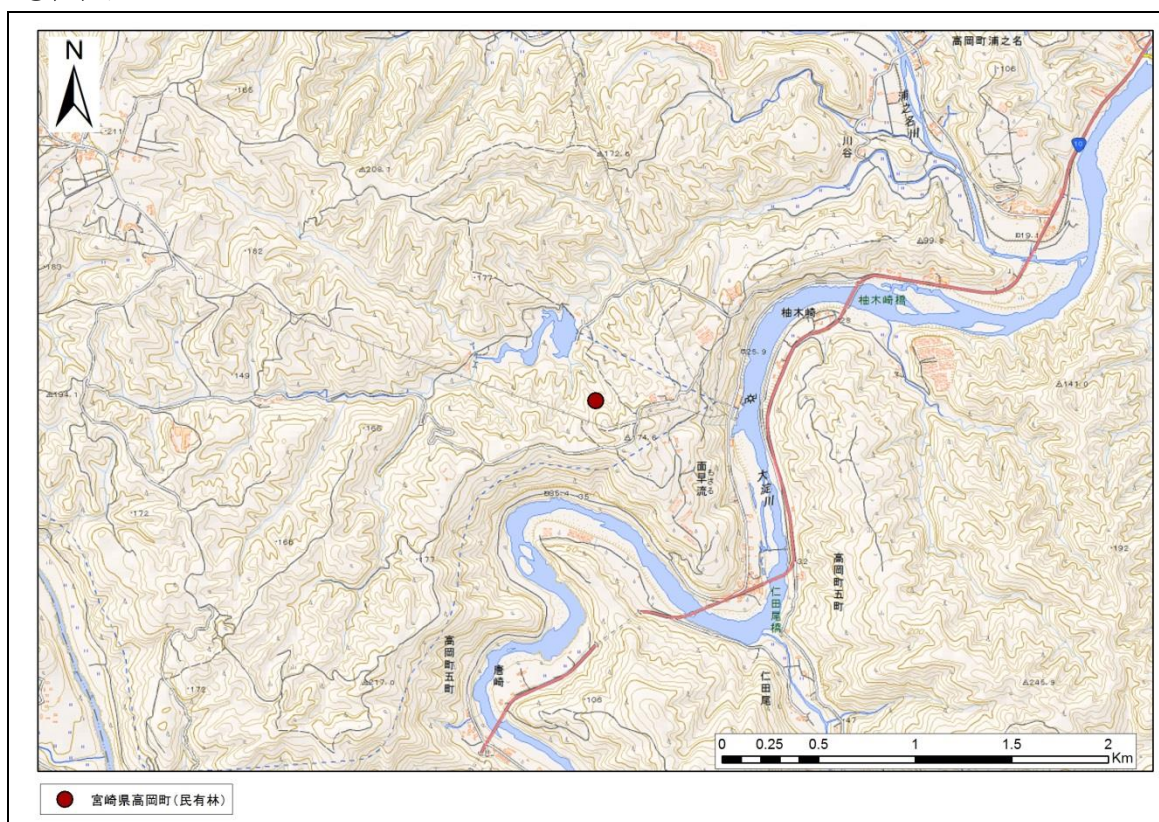
図 24 宮崎市_国有林調査結果その 2

④現地写真_センダン



(9) 宮崎県宮崎市高岡町 (民有林) (No.9)

①位置図



②現地概要

所在地	宮崎県宮崎市高岡町浦之名
緯度経度	31° 56.197' ,131° 14.481'
面積	2.86 ha
樹種	センダン
植栽年	平成 13 年 3 月植栽 (17 年生)
立木密度	888 本/ha
植栽密度	2,500 本/ha
標高	122m
傾斜角	14°
斜面方位	NE
平均気温/ 降水量	117.4℃ / 2508.5mm / 年 (平年値、宮崎市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り年 1 回 (H14~21)
施業工程等	—
現地概要	・九州電力(株)の水源かん養社有地のセンダン大淀川山林試験区であ

る。スギ林が伐採された跡地に設定された試験地である。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 11 月 21 日	
調査プロット	プロット No.1 (13.0×13.4m)	
植栽木/侵入木	センダン	侵入木
調査本数 (本)	16	8
平均樹高 (m)	12.8	2.7
平均胸高直径 (cm)	12.8	—
平均樹冠幅 (m)	4.7	—
平均直幹高* (m)	3.9	—
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	<p>・平均樹高 12.8m±2.9m、平均直径 12.8cm±3.9cm、直幹高 3.9m±1.6m である。個体間差が大きく樹高でも直径でも 2 倍の開きが認められる。林分が閉鎖して樹高も胸高直径もその成長速度が低下したものと推察される。適宜の間伐が必要である。</p>	

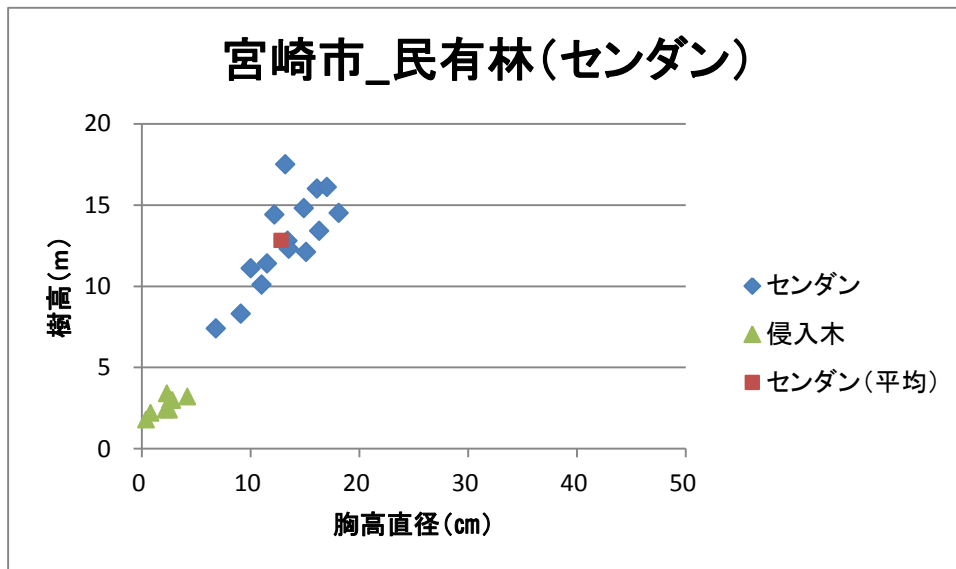


図 25 宮崎市_民有林調査結果その 1

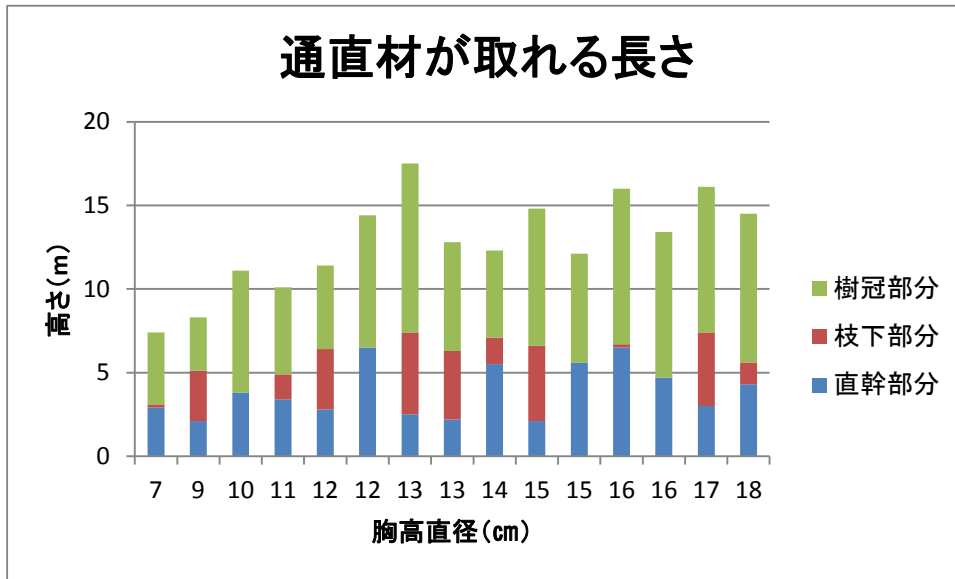


図 26 宮崎市_民有林調査結果その2

④現地写真_センダン



近景 (H29.11.21)



遠景 (H29.11.21)



直幹部分が短い



手前の木立の向こうでスギ林の手前

(10) 宮崎県延岡市 (No.10)

①位置図



②現地概要

所在地	宮崎県延岡市北方町早瀬
緯度経度	32° 34.381' ,131° 29.021'
面積	0.14 ha
樹種	センダン
植栽年	平成 12 年 3 月植栽 (18 年生)
立木密度	770 本/ha
植栽密度	3,500 本/ha
標高	450m
傾斜角	32°
斜面方位	N
平均気温/ 降水量	16.6℃ / 2292.1mm / 年 (平年値、延岡市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	下刈りを年 1 回実施 (H14~21)
施業工程等	—
現地概要	・九州電力(株)の水源かん養社有地のセンダン清水峠山林試験区であ

る。スギ林が伐採された跡地に設定された試験地である。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 11 月 20 日	
調査プロット	プロット No.1 (13.0×15.3m)	
植栽木/侵入木	センダン	侵入木
調査本数 (本)	15	2
平均樹高 (m)	10.5	4.5
平均胸高直径 (cm)	12.8	—
平均樹冠幅 (m)	4.6	—
平均直幹高* (m)	4.4	—
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	<p>・平均樹高 10.5m±3.1m、平均直径 12.8cm±4.4cm、直幹高 4.4m±1.3m である。個体間差が大きく樹高でも直径でも 2 倍の開きが認められる。林分が閉鎖して樹高も胸高直径もその成長速度が低下したものと推察される。適宜の間伐が必要である。</p>	

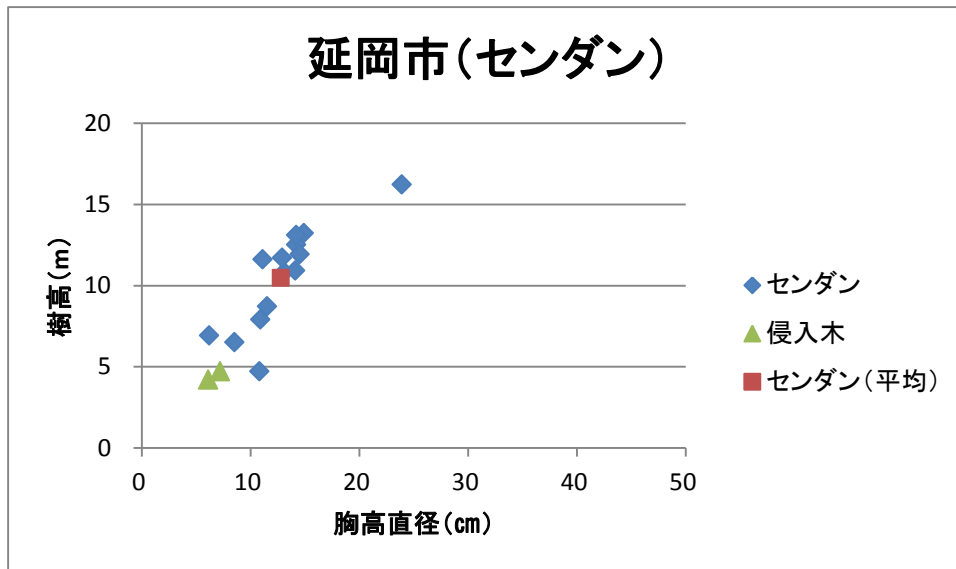


図 27 延岡市調査結果その 1

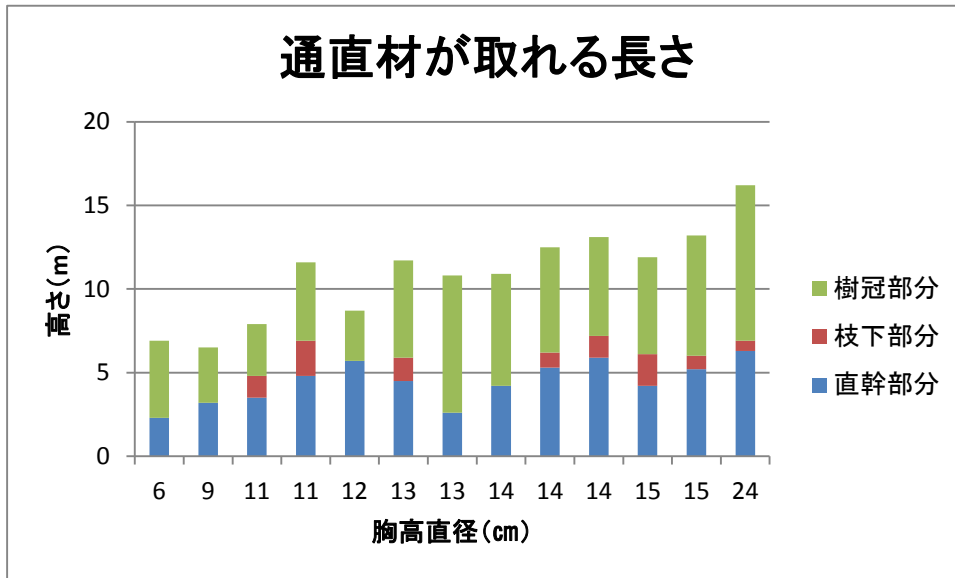
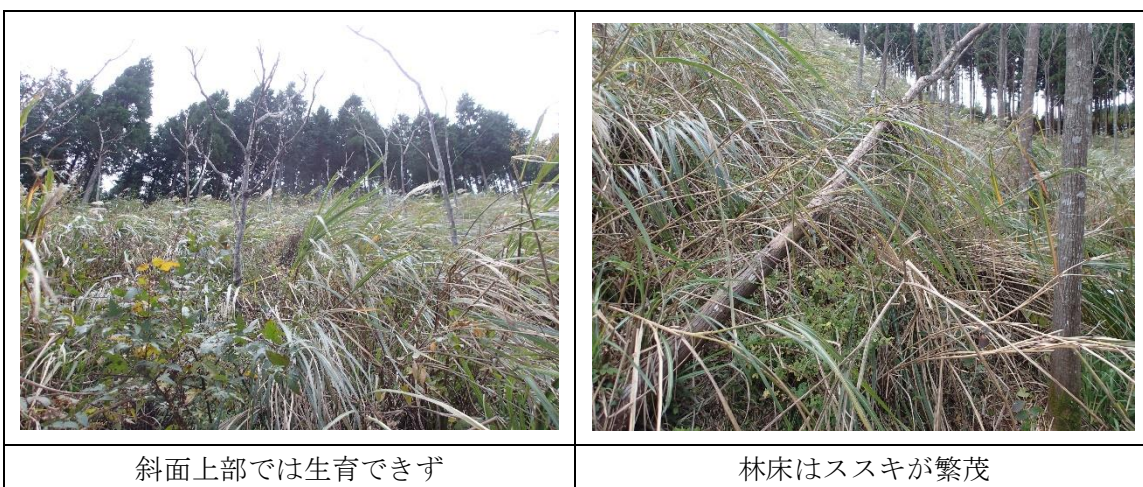
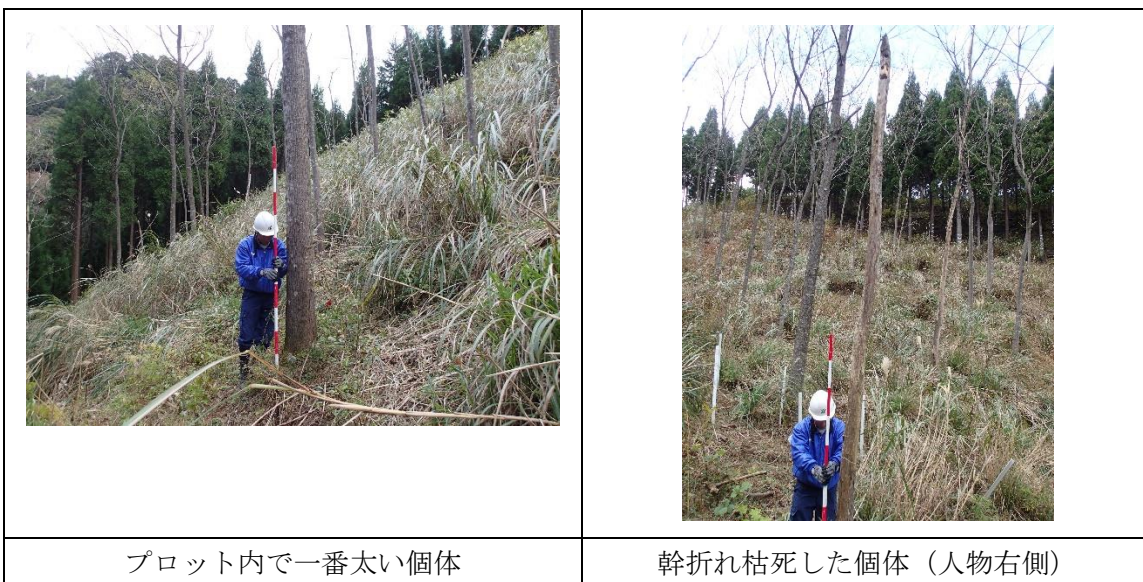
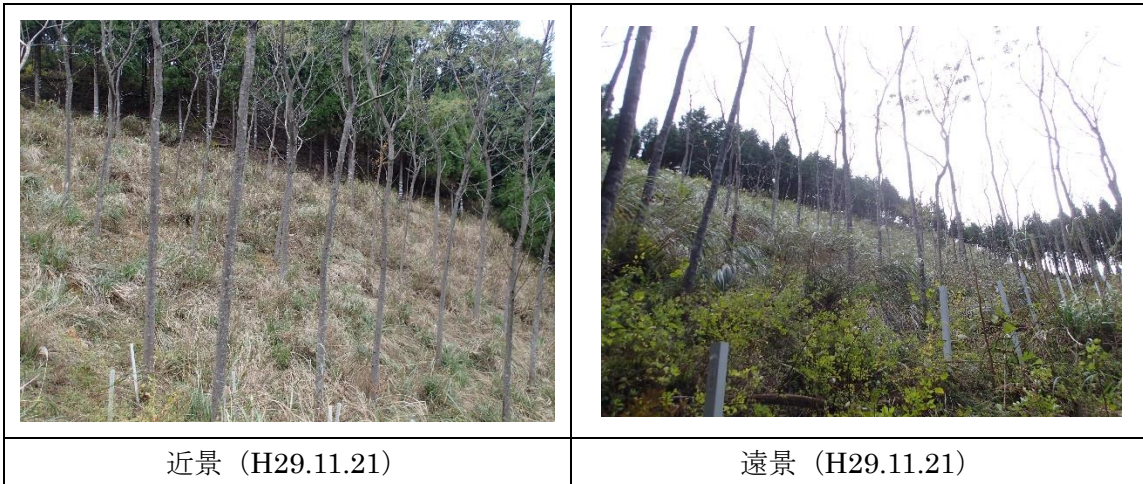


図 28 延岡市調査結果その 1

④現地写真_センダン



4.2.3. 考察

(1) センダン

センダンはケヤキの代替材として家具材等に有用とされる。一方で、近年、バイオマス資源の一つとしても認知されている。今回の事業では、前者の用材利用としての用途を想定し、調査においても“センダンを早く太く曲がりのない長材として如何に速く育てるか”にポイントをおいた。

既存調査地の考察に入る前に、そのポイントに密接に関係する植栽密度について簡単に説明する。なお、センダンに関わる育林研究は熊本県林業研究指導所で平成 8 年頃から継続的に行われてきたが、その研究成果を元に、センダンの植栽密度についての考え方の推移をまとめる。研究開始当初は、植栽密度 3,000 本/ha、5,000 本/ha、7,000 本/ha と密度毎の成長や曲がり等の樹形を比較する試験を行った（表 6 文献 1、5）。想定していた育林施業はスギ等と同じように、ある程度高い密度で植栽し、林分の閉鎖と共に下枝を枯れ上がらせ、間伐を実施しながら直材の枝無し丸太を生産する考え方であった。植栽後の初期成長は良好で、5 年間で樹高 10m を超えて、胸高直径は 9cm 前後に達した。林分閉鎖後に適宜間伐を繰り返していけば良質の丸太が生産できる施業システムである。林分閉鎖後、間伐を行わないと初期の成長速度は低下し、特に肥大成長は 5 年生以降で明確に減速した。その後の研究で、芽かきの技術が開発されたことにより低密度での植栽でも通直な材を生産することが可能となり、収穫時の立木密度 200~300 本/ha と推定した場合、植栽密度は 1,000 本/ha 程度あれば十分という報告（文献 10）を踏まえ、現在では、熊本県の植栽密度の基準は 400 本/ha である。なお、林分閉鎖後の林分葉量は密度に関わらず一定になることから、この植栽密度の低減は、単木当たりの葉量を増やす方向への変化であり、単木レベルの成長（特に肥大成長）を促進させるため、その枝葉の展開に十分な空間を与える方策であった。

ここで、調査を実施した既存のセンダン林分について、その調査結果を表 8 に示す。林齢が相対的に古い林分として、熊本県甲佐町の展示林 17 年生（調査地 No.7）、宮崎県高岡町民有林 17 年生（No.9）と宮崎県延岡市民有林 18 年生（No.10）、そして宮崎県高岡町国有林 22 年生（No.8）の林分である。一方、植栽間もない若い林分として熊本県苓北町民有林の 5 年生（No.6）林分である。なお、調査に際しては、植栽密度と成林状況の把握、芽かきと生産される直材の関係性の把握を、それぞれ課題にして調査した。

[植栽密度と成林状況]

調査林分の植栽密度や樹高・胸高直径等を表 8 に示す。宮崎県高岡町の国有林 22 年生（No.8）、及び同高岡町の民有林 17 年生（No.9）、宮崎県延岡市の民有林 18 年生（No.10）の植栽密度は 2,500~3,500 本/ha である。熊本県が植栽基準とする 400 本/ha に比べると一桁多い。植栽密度を高くし、下枝を枯れ上がらせる古い手法に類する林分である。それぞれの平均樹高 H と平均胸高直径 DBH は、No.9 の 17 年生で H: 12.8m/DBH: 12.8cm、

No.10 の 18 年生で H:10.5m/DBH:12.8cm、No.8 の 22 年生で H:10.2m/DBH:13.3cm であった。植栽後 17~22 年で樹高 10~13m (胸高直径約 13cm) の成長状態では早生樹としては満足できない値である。一方、熊本県甲佐町の展示林 17 年生 (No.7) を表 8 に見ると、植栽密度 1,111 本/ha で H:16.5m/DBH:28.2cm で上記の前 3 林分 (No.8~10) に対して良好な値であった。特に直径では 2 倍以上である。センダン育成法として文献 10 で紹介された植栽時 1,000 本/ha で収穫時に立木密度を 200~300 本/ha にする間伐コースに該当する林分である。

前 3 林分 (No.8~10) とこの展示林 (No.7) の林分成長の違いを考察する。

先ず、立地の違いによる影響である。立地は基本的に人為で変えることができない。適地適木が重要である所以である。本来のセンダンの適地は河畔・扇状地や斜面下部の崩積地等の水分環境が良く、しかも水捌けが良い立地である (文献 6)。前 3 林分は山地斜面中部~上部の位置にあり、適地とは言い難い。後者の展示林は、緑川河川沿いの平坦地で、過去に畑地として利用された場所である。

次いで、保育の違いによる影響である。前 3 林分は 3,000 本/ha 前後の密度で植栽され、下刈り後は除伐等の特段の保育作業はなされていない。現在の立木密度が 700~800 本となっているが、これは何らかの原因 (植栽初期のウサギやシカの食害や寒さの害の記録はある) で枯死が発生したもので、間伐によって減少したものではない。一方、展示林は植栽時 1,111 本/ha で、施肥や芽かき (高さ 4m まで) 等を行い、その後に保育間伐を 4 年生時に 40%、11 年生時に 23%、また材質試験供試木として 9 年生時に 3 本、16 年生時に 6 本を抜き伐りし、十分に保育されている林分である。以上から、前 3 林分と展示林の成長差は立地及び保育の違いを反映したものと考える。

植栽後あまり期間が経過していない熊本県苓北町民有林 No.6 の棚田跡地に植栽されたセンダン 5 年生林分 (植栽密度 389 本/ha) は H:7.5m/DBH:8.8cm で早生樹として期待できる数値を示している。植栽時の施肥及び 2 年継続の芽かきが確実に Rowe されており、今後、良好な成長が期待できる可能性がある。

[芽かき等と生産される直材]

次いで、芽かきの効果について考える。センダンにはバイオマス利用もあるが、前述したように、ここではケヤキの代替材としての用途を考える。熊本ではケヤキの代替材として家具に使われることを想定しており、センダン丸太の生産目標を末口径 30cm で長さ 4m の直材としている (文献 10)。直径が太くても、太い枝が一番玉から出ているような材では利用価値はほとんどない。熊本県林業研究指導所では種々の試験を通じてセンダンの芽かき技術の開発を行った (文献 3, 8, 9, 10, 11)。

その技術成果を端的に示す林分が、先に紹介した熊本県甲佐町のセンダン展示林 17 年生 (No.7) である。この林分のセンダンには芽かき処理を行ったものと行わなかったものがある。展示林は、植栽密度 1,111 本/ha (現在の立木密度 233 本/ha) で、芽かき処理木に対

しては、植栽後2年間、高さ4.5mまで実施している。また、林分全体に対して4年生時に約40%、11年生時に23%の間伐を実施している。図21では芽かきを行った24個体、図22に芽かきを行わなかった6個体について調査し、地際から直材が採れる高さ（図中では直幹高と表示）を示した。両図を見比べると芽かきの効果は明らかである。芽かきをした個体は全て4m以上の直幹となっており、その内の8本は末口径30cm以上に達し、生産目標に達している。一方、芽かきを行わなかった個体の直幹高は全て4m以下であった。

展示林No.7に対して既述した前3林分（No.8～10）について、直幹高4m以上の個体の有無（割合）をみると、宮崎県高岡町国有林22年生（No.8；図24）、宮崎県高岡町民有林17年生（No.9；図26）、宮崎県延岡市民有林18年生（No.10；図28）で、それぞれ0%、33%、70%であった。ただし末口径30cm以上の条件を満たした生産目標に達する個体はいずれにおいても無かった。これらの林分No.8～10の植栽密度は2,500～3,500本/ha（現在の立木密度770～888本/ha）で、先の展示林No.7より2.3～3.2倍多く植えられている。いずれの林分でも除間伐の記録はなく、立木本数の減少は自然枯死によると思われる。高密度植栽で間伐を複数回実施し直材を生産するという従来の手法において、間伐を適宜行わず自然に推移させると、上記のように直材を得ることは難しいということが分かった。No.8の林分では芽かきを一部に実施したとの記録はあるが（芽かきの対象範囲・実施時期・手法等は確認できず）、この林分での直幹高4m以上の個体は0%という状況である。

ケヤキの代替材として用途を考えた場合、センダンの育林において、初期の芽かきは必須で、植栽密度とその後の密度管理で如何に早く生産目標（利用径級）に到達させるか、その施業方法を考えることが非常に重要であることが、既存林分の調査からも確認された。

表8 既存植栽地（センダン）調査結果一覧

No.	地域	林齢	密度(本/ha)		標高 (m)	樹高(m)		胸高直径(cm)		直幹高(m)		侵入木 本数
			立木	植栽時		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
6	熊本県苓北町 民有林	5	299	389	214	7.5	1.5	8.8	2.8	3.0	0.8	0
7	熊本県甲佐町 展示林	17	233	1,111	32	16.5	1.2	28.2	4.3	5.3	1.3	0
8	宮崎県高岡町 (国有林)	22	888	2,800	162	10.2	2.9	13.3	6.1	2.2	0.9	23
9	宮崎県高岡町 (民有林)	17	888	2,500	122	12.8	2.9	12.8	3.5	3.9	1.6	8
10	宮崎県延岡市 民有林	18	770	3,500	450	10.5	3.1	12.8	3.9	4.4	1.3	2

(2) コウヨウザン

林齢30年生を超えるコウヨウザンの林分は広島県や熊本県や高知県等に僅かに存在する。またここ数年関心を持たれ始めたところであり、コウヨウザンの若い林分は未だほとんど

ない状況である。造林を推奨している広島県で事業が始まる場所であり、大分県等にて試験植栽等のレベルで植林の取組が行われている程度である。

育林技術に関わるコウヨウザン情報は、大分県林業研究部によって平成 25～27 年度に発表された研究成果のみである。センダンのような文献情報の蓄積は、ほとんどないのが実情である。

コウヨウザン既存林分の調査結果を表 9 に示す。広島県庄原市民有林 55 年生 (No.1)、熊本県菊池市国有林 59 年生 (No.5)、それと高知県土佐清水市国有林 30 年生 (No.4) の閉鎖した林分と、広島県尾道市民有林 2 年生 (No.2) と広島県北広島町民有林 1 年生 (No.3) の植栽直後の林分を調査した。なお、調査に際しては、閉鎖 3 林分では、立地と成長・成林状況等の把握を課題に、また 1～2 年生の林分では植栽後の生存状況の把握を課題にそれぞれ調査した。

[立地と成長・成林状況]

広島県庄原市 55 年生 (No.1) 林分は現在数多くの視察者が訪れる林分で、また、種々の調査も最近実施されている。立地と成長の関係を把握するため尾根に近い斜面上部と斜面下部にプロットを設定し、毎木調査等を行い平均樹高 H と平均胸高直径 DBH を明らかにした。斜面上部で H : 21.3m / DBH : 27.4cm であったのに対し、斜面下部では H : 32.0m / DBH : 38.4cm であった。斜面上・下部の立地間の各平均サイズにそれぞれ有意差が認められ、斜面下部で上部に比較し良好な成長を示していることが分かった。なお、林分材積が分からないので明確なことは言えないが、斜面上部でもサイズの決して悪い値ではないと思われた。

熊本県菊池市 59 年生 (No.5) 林分は、尾根から沢筋への斜面長が短く、しかも斜面の下部は広葉樹の別の林分となっており、コウヨウザンは斜面中～上部にかけて成立していた。よって、調査区は一箇所の設定となり、広島県庄原市のような斜面上・下部での立地間差の比較はできなかった。当林分の各サイズは、H : 20.2m / DBH : 29.7cm で、サイズの決してはほぼ同齢の広島県庄原市 55 年生 (No.1) の斜面上部の値とほぼ同等な値を示していた。

高知県土佐清水市のコウヨウザン 30 年生 (No.4) 林分は、昭和 7 年植栽の林分で昭和 63 年の 57 年生時点で伐採収穫 (41.25m³) され、その後の萌芽再生で成立した 30 年生林分である。今回設定した調査区 138m² には 13 個体があり、その全てが株立ち (幹 2～10 本) の状態であった。調査区周辺の踏査でも同様な状況を確認した。単幹で太くて通直な丸太を生産する目的であれば、再生個体が株立ちになる萌芽更新では効率が悪く不適である。更新初期段階で萌芽枝の整理が必要である。ただし、バイオマスの用途を求めるのであれば萌芽更新でも問題ないと考える。なお、昭和 7 年の植栽総本数 800 本が昭和 63 年の収穫時に 76 本となっていた (文献 17)。この期間に約 90% の個体が消失しているが、この原因は分からない。今後、コウヨウザンの萌芽更新の施業を考えていく場合には、この点を課題として留意しておく必要がある。

また、広島県庄原市 55 年生 (No.1)、高知県土佐清水 30 年生 (No.4)、熊本県菊池市 59 年生 (No.5) 林分の毎木調査時に、風による折れ被害の調査を同時に実施した。広島県庄原市 55 年生 (No.1) の斜面上部で幹折れ被害が 26%認められた。また主幹の折れに起因する側枝立ちによる叉木の発生も 9%みられた。その林分の斜面下部での幹折れ被害は 5%であった。また、熊本県菊池市 59 年生 (No.5) でも同様の幹折れ被害が 40%発生していた。被害率 26%、40%と高かった調査箇所はいずれも尾根近くの斜面上部に位置していた。今後、コウヨウザンの植栽立地の検討を進めていく場合には、この幹折れ被害についても、その発生の多寡と立地との関連性について検討することを課題として認識しておく必要がある。なお、高知県土佐清水市の 30 年生 (No.4) では、その折れ被害は僅かであったが、沢沿いの一角を占める位置にあったとの記述をみる (文献 17)。

なお、上述の被害状況がコウヨウザンに特異的であったかどうか定かではない。ただし、該当する林分周辺でのスギ・ヒノキ等の風折れ被害について聞き取りを行った結果では特段の被害報告はなかった。

[植栽後の生存状況]

広島県尾道市 2 年生 (No.2) 及び広島県北広島町 1 年生 (No.3) の調査から、いずれの林分でもコウヨウザン苗木の活着は 100%であった。ただし、ウサギによる食害が顕著で、前者で 94%、後者で 40%の被害発生をみた。主軸等が切断されても、コウヨウザンの萌芽性が強いためか調査区内では枯死個体は発生していない。なお、周辺にある植栽直後のヒノキ植栽苗 (No.2 付近) においては、ウサギの食害が認められないとの現地報告もある。コウヨウザンの成長とウサギ被害の関係性についても検討する必要があると考える。

表 9 既存植栽地 (コウヨウザン) 調査結果一覧

No.	地域		林齢	密度(本/ha)		樹高(m)		胸高直径(cm)		折れ発生		侯発生		獣害発生		侵入木 本数
				立木	植栽時	平均	標準偏差	平均	標準偏差	本数	割合	本数	割合	本数	割合	
1	広島県庄原市 民有林	上部	55	1,042	3,000	21.3	6.7	27.4	11.1	18	26%	6	9%		6	
		下部		916		32.0	6.3	38.4	11.5	3	5%	12	17%			
2	広島県尾道市 民有林		2	2,700	2,700	0.4	0.2	1.0	0.2			4	12%	32	94%	0
3	広島県北広島町 民有林		1	1,600	1,600	0.4	0.1	0.8	0.2			0	0%	15	42%	0
4	高知県 土佐清水市 国有林	主幹	30	900	2,700	13.6	1.9	20.9	4.8	1	8%	13	100%		22	
		残り株				9.2	3.0	10.9	4.9							
5	熊本県菊池市 国有林		59	1,100	3,846	20.2	4.8	29.7	8.8	23	40%	3	5%		9	

5. 早生樹の種苗生産に関する実態調査

早生樹の種苗生産の実態を把握するため、全国山林種苗協同組合連合会及び日本植木協会へ情報の照会を行い、整理した。

5.1. 集計結果

5.1.1. 早生樹生産地域と生産樹種情報

集計結果を表 10 に示す。

表 10 早生樹生産地域と生産樹種情報

地域	生産者数	主な樹種(早生樹)	生産量(本):概算値					
			H29	H28	H27	H26	H25	H24
北海道	2	ヤナギ類	3,000	4,700	5,000			
		ヤナギ類	15,000	400	12,000	14,000	1,700	8,000
広島県	7	コウヨウザン	2,350					
		コウヨウザン	2,000					
		コウヨウザン	8,900	400				
		コウヨウザン	2,300	550				
		コウヨウザン	2,000	1,500	11,000	500	200	
		コウヨウザン	1,000					
		コウヨウザン	1,000					
熊本県	2	センダン	20,000	5,000	500			
		センダン	32,000	22,000	10,000	10,000	10,000	10,000
佐賀県	2	センダン	500	700	800	100	600	1,200
		センダン	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000
大分県*	1	センダン、コウヨウザン	500	600	0	0	0	0
宮崎県	2	センダン	3,000	0	5,400	6,900	0	0
		センダン	16,000	9,700	3,700	500	0	2,500
香川県	1	センダン	3,000					
島根県	1	センダン、コウヨウザン	※試験栽培用のため、数量不明(H29)					
合計	18	*主な樹種(早生樹)はセンダンだが、生産量にはチャンチンモドキの数量を記載						

全国 8 道県 18 箇所では早生樹の生産・育苗が行われていた。樹種毎に見ると、ヤナギ類の生産量が多いのは北海道で、平成 29 年度予定生産量 18,000 本/年、センダンの生産量が多いのは熊本県で、平成 29 年度予定生産量 52,000 本/年、コウヨウザンの生産量が多いのは広島県で、平成 29 年度予定生産量 19,500 本/年、チャンチンモドキの生産量が多いのは大分県で、平成 29 年度予定生産量 500 本/年であった。なお、大分県生産者の主たる早生樹種はセンダン・コウヨウザンであったが、本調査結果唯一のチャンチンモドキ生産事業者であったため、表中の数量は、チャンチンモドキの生産数量を記載している。また、島根県では今年度より試験栽培を開始しているため、数量は不明となっている。

さらに、コウヨウザンを先駆的に生産している広島県樹苗農業協同組合に対して追加ヒアリングを実施した。ヒアリング結果として、農林水産みらい基金を活用して中国から種子を購入して裸苗 10 万本の生産計画で作付を行ったところ県内需要 4.6 万本に対して、

得苗数は1.8万本であったとのことである。得苗率が低かった理由の1つに苗畑立地に課題があるとの情報を得た。詳細については現在調査中である。また、マルチキャビティコンテナによるコンテナ苗生産についても検討しているとの追加情報も得た。

5.1.2. 早生樹の規格と価格

表 11 生産されている早生樹の規格と価格

地域	樹種	サイズ	金額	備考	
北海道	ヤナギ	50 cm	79 円		
		70 cm	89 円		
広島県	コウヨウザン	20-30cm	77 円	今後廃止の可能性あり	
		30-45cm	99 円		
		45-80cm	166 円		
熊本県	センダン	60 cm	90 円		
		100 cm	110 円		
大分県	センダン	60cm	100 円	裸苗	
		100cm	180 円		
		コウヨウザン	50cm	240 円	ポット苗
			100cm	420 円	
	コウヨウザン	30 cm	90 円	裸苗	
		50 cm	120 円		
		30 cm	220 円	ポット苗	
		50 cm	300 円		
		30 cm	220 円		
	チャンチンモドキ	60 cm	300 円		
100 cm		350 円			
宮崎県	センダン	80 cm	65 円		

苗木の規格及び価格に関する集計結果を表 11 に示す。

ヤナギは 80 円～90 円/本と、100 円以下であった。

センダンは裸苗による生産である。熊本県の規格は、小さいもので 60 cm 上、大きいもので 100 cm 上であった。価格は 90 円～110 円/本であった。宮崎県のセンダンは 80 cm 上で 65 円/本と 3 県の中で最も安い価格となった。

広島県のコウヨウザンには 3 種類 (20-30 cm、30-45 cm、45-80 cm) の規格があった。追加ヒアリング調査の結果、20 cm 上の最も小さい苗木については、今後生産が中止される可能性をあるとのことであった。その理由は、苗木が小さく、下刈り時に植栽木の確認が困難であるとの意見があったためである。なお、コンテナ苗のコウヨウザンも生産しているが、現在試験段階ということもあり、価格の情報が得られず、金額は不明である。

大分県のコウヨウザンでは、裸苗の他に、ポット苗及びコンテナ苗でも生産していた。それぞれ需要があるためとの回答を得た。なお、今年度は裸苗、ポット苗、コンテナ苗の 3

規格合計で 3,000 本/年となっている。

チャンチンモドキの生産は大分県のみである。1本当たりの価格は4樹種の中で最も高く、山出し用の苗木ではない可能性も考えられる。昨年度はポット苗も生産しており、価格は裸苗と同様に高く 400 円/本で生産していたが、今年度はポット苗の需要がないため裸苗のみの生産である。

5.1.3. 種穂の入手先と苗木供給先

表 12 種穂の入手先及び苗木の供給先

北海道	ヤナギ	種穂の入手先	自家採取	付近の山林	
		苗木の主たる供給先	森林組合	露天掘り跡地	国有林
広島県	コウヨウザン	種穂の入手先	海外(種子)		
		苗木の主たる供給先	森林組合	森林総合研究所	
佐賀県	センダン	種穂の入手先	自家採取	林業試験場	県苗組
		苗木の主たる供給先	県苗組	佐賀県森連	
熊本県	センダン	種穂の入手先	採種園	付近の山林	
		苗木の主たる供給先	森林組合	試験場等	
大分県	センダン	種穂の入手先	自家採取		
		苗木の主たる供給先	森林組合	緑化事業者	
	コウヨウザン	種穂の入手先	海外(種子)		
		苗木の主たる供給先	県内外事業者	緑化事業者	
	チャンチンモドキ	種穂の入手先	県内同業者		
		苗木の主たる供給先	森林組合	緑化事業者	
宮崎県	センダン	種穂の入手先	自家採取		
		苗木の主たる供給先	森林組合		

次に、種穂の入手先と生産した苗木の主たる供給先（販売先）を表 12 に示した。

センダンについては、自家採取もあるが、熊本県では選抜された品種を手配する場合や、近隣の山林より調達する場合もあるとの回答を得た。コウヨウザンについては、全ての種子を海外から輸入しているとの回答を得た。ヤナギについては、自家採取もあるが近隣の山林より調達する場合もあるとの回答を得た。チャンチンモドキについては、大分県内の

事業者より購入するとの回答を得た。

コウヨウザン以外（熊本県のセンダンの一部を除き）は全て自家採取となっており、生産当時の種穂入手については、近くの山林から入手したとのことであった。コウヨウザン種子の輸入先は中国であった。

生産した苗木については、その供給先は森林組合が最も多く、森林組合が購入し植栽するか、あるいは森林組合を通じて県内外の事業者が購入する流れが多いとのことであった。近年早生樹は注目されていることもあり、試験目的で当協会を含む事業者や研究機関などが購入していた。

5.2. 早生樹生産等に関する情報

本調査を実施した結果、早生樹の苗木生産については、概ね試験的な利用が主たる目的として生産されていた。

先駆的にセンダン苗木生産を行っている熊本県では、家具業者からの要望により、長さ4m、末口直径40cmの材を目標にしている等、試験的導入のための苗木供給ではなく、用材利用としての苗木供給を行っている事業者も存在する。バイオマス用として生産する事業者もあるため、現状では用材用とバイオマス用の2つの目的で苗木が供給されている。

また、コウヨウザン苗木生産を先駆的に行っている広島県では、試験植栽の用途での苗木供給と同時に、用材生産を目的とした苗木供給体制の構築も目指している。

ヤナギについては、北海道でのバイオマス利用が盛んであり、実証研究及びバイオマス用の苗木が供給されている。

チャンチンモドキについては、山出し用苗木ではなく、主として緑化用や造園用として流通している可能性が高く、そのため、本調査の結果では1事業者分の回答しか得られなかった可能性が高い。

調査の結果として考えられる課題は以下のとおりであり、これらを注視する必要がある。

➤ 生産方法の確立

✓ 管理方法について

水やりや施肥等、不明な点がある（広島：コウヨウザン）

コンテナ苗生産技術が不明である（広島：コウヨウザン）

✓ 苗畑選定

育苗に最適な立地が不明な樹種がある（広島：コウヨウザン）

➤ 苗木需給の明確化

✓ 需要先が限定的

一般的に普及している樹種ではない（佐賀、香川）

生産はできるが出荷見込みが多くない（北海道：ヤナギ、宮崎）

- ✓ 供給量を増やすための施策
行政などが材の需要を把握して生産量を設定する必要がある（大分）

- 規格、価格の設定
 - ✓ 適正な価格や規格（裸苗、ポット苗、コンテナ苗）の設定
サイズ、種類、苗齢等、適正な値が定まっていない（香川）
価格が安い（北海道：ヤナギ、熊本：センダン、佐賀：センダン）

6. 実証的植栽及び生育状況等調査

実証的植栽の目的は、早生樹の利用が期待される地域において植栽を行い、植栽後の生育状況や環境への影響等について調査を行い、得られた結果を評価し、これからの早生樹導入に向けたガイドライン作成に必要な情報を整理するものである。

調査地については富山県立山町、広島県北広島町、宮崎県宮崎市（2 樹種）、熊本県天草市の 5 箇所（表 13）を選定し、それぞれ概ね 0.5ha 以上の試験地を設定して、試験地内には 2 箇所以上のプロットを設置した。

スギやヒノキ等と違い、この事業で早生樹と目されるセンダン、コウヨウザン、チャンチンモドキ、ヤナギ類は、苗木の確保は難しいところであるが、センダンについては熊本県樹苗協同組合の、コウヨウザンについては広島県樹苗農業協同組合の協力で入手可能となった。

なお、実証的植栽地の選定に当たっては、当該事業に理解を示し土地提供等の協力が得られること、苗木運搬・植栽が可能な地域であることを条件にした。センダンについては、その植栽を積極的に推進している熊本県（天草市）、また、同様に温暖で早生樹植栽に協力が得られた宮崎森林管理署管内（宮崎市）に設定した。一方、コウヨウザンについては、気候の異なる地域を選定することとし、北陸の多雪地として富山県（立山町）、中国地方の少雪地として広島県（北広島町）、九州地方の温暖地として上述の宮崎森林管理署管内の同一場所（宮崎市）を選定した。

実証植栽試験の基本的な設計は、センダンでは植栽密度の違いによる試験、コウヨウザンでは植栽苗の苗齢の違いによる試験とした。

熊本県では、センダンの植栽密度を 400 本/ha（植栽間隔 5m×5m）としている。この密度に対して、単木当たりの葉量を更に増やしより肥大成長を促進させ伐期を短縮させる視点から、200 本/ha（植栽間隔 7m×7m）の植栽密度による比較試験を実施する。植栽後の生育状況等の調査を定期的実施するとともに、植栽、芽かき及び下刈り等の作業コストに関わる調査も併せて実施し、初期保育のあり方について情報を集めることとした。

広島県ではコウヨウザン造林を今後推進する方向で各種施策を展開している。現在、コウヨウザン種苗の生産体制を整備中であり、1 年生苗や 2 年生苗の裸苗供給が可能となったところである。この実証的植栽においては、植栽苗木の苗齢と、植栽・下刈り等の作業コストの関係解析や、生育状況とウサギ等による生物被害との関係解析を通じて、コウヨウザン初期保育に関わる情報を集めることとした。

6.1. 現地調査

植栽を実施するに当たり、地拵えや植栽等について所要人工数を日報により記録し、コスト分析をするものとした。

また、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2箇所以上設定し、植栽木の苗高、根元径、形状等を調査した（富山県中新川郡立山町座主坊は除く）。

表 13 に早生樹植栽実証地の一覧を、図 29 にその位置図を示した。

表 13 早生樹植栽地一覧

No.	苗木種	場所	実施事業体	苗齢 (年生)	植栽密度	植栽面積		植栽本数	備考	
					(本/ha)	(ha)		(本)		
1	コウヨウザン	富山県中新川郡 立山町	立山山麓森林組合	1	1,600	0.23	0.45	360	720	広島県より 苗木を入手
	裸苗			2		0.23		360		
2	コウヨウザン	広島県山県郡 北広島町	安芸北森林組合	1	1,500	0.22	0.43	323	645	-
	裸苗			2		0.22		323		
3	コウヨウザン	宮崎県宮崎市 高岡町	宮崎地区国有林 事業協同組合	1	1,600	0.25	0.51	400	787	広島県より 苗木を入手
	裸苗					0.26		387		
4	センダン	熊本県天草市 新和町	祐翔開発	1	400	0.16	0.45	56	105	-
	裸苗					0.29		49		
5	センダン	宮崎県宮崎市 高岡町	宮崎地区国有林 事業協同組合	1	400	0.25	0.54	100	160	熊本県より 苗木を入手
	裸苗					0.29		60		

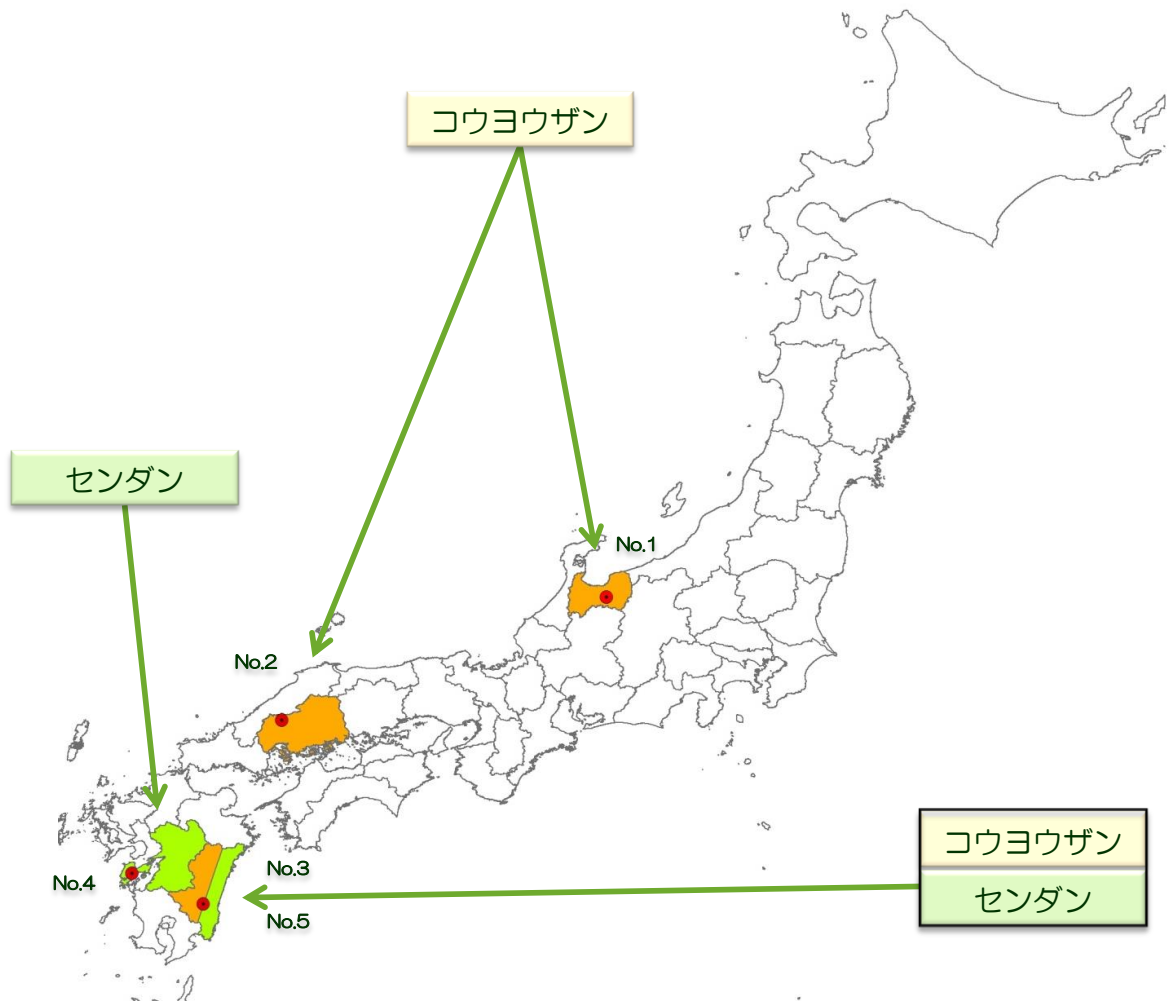
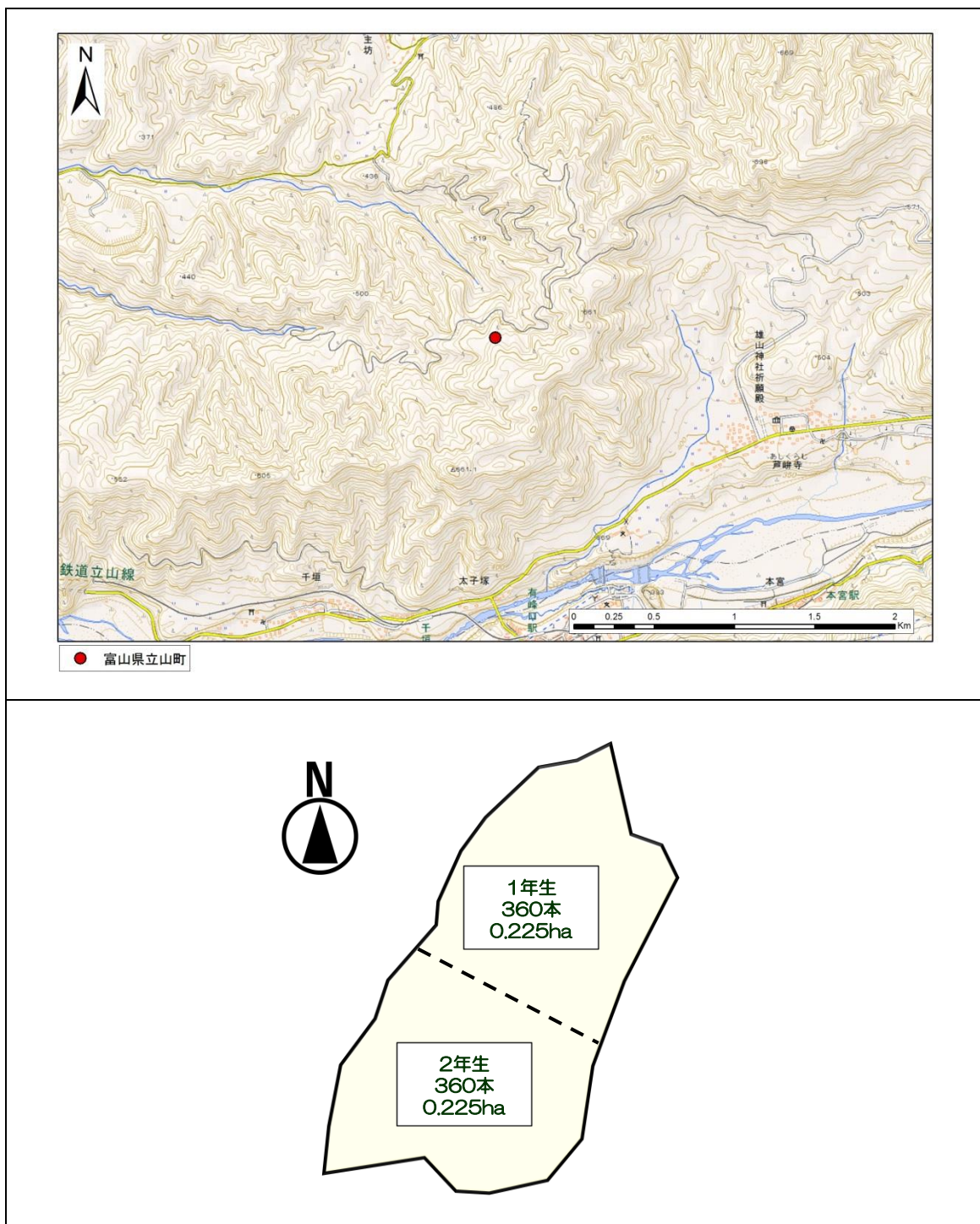


図 29 早生樹植栽地位置図

次頁より、各早生樹植栽実証地の概要、及び調査結果、現地状況を示す。

6.1.1. 富山県 立山町 (コウヨウザン) (No.1)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

【前生林】 スギ

【前生林の林齢】 97 年生

【伐採】 平成 28 年 4～6 月

【前生林分の蓄積量】 2,386.690m³*

*本実証地を含む全地域（4.28ha）の伐採前に調査し算出された、当該地域内の蓄積量

実証試験地	富山県		
苗木種	コウヨウザン 裸苗		
植栽密度	1,600 本/ha		
試験処理区（苗齢）	1 年生	2 年生	合計
植栽面積	0.23ha	0.23ha	0.45ha
植栽本数	360 本	360 本	720 本
気温/ 降水量	14.1℃（平均気温） / 2300.0mm（年降水量） / 383cm（年降雪量） （平年値、富山市）		
標高/ 傾斜/ 方位 （緯度経度）	500～550m / 17～26° / NW (36° 55.183'、137° 22.669')		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	富山県		
植栽実施者	立山山麓森林組合		
植栽日	平成 29 年 11 月 18 日		

(3) 調査プロット概要

本実証地は、例年になく寒波の影響により多量の積雪が発生したこと等により、試験地内のプロットの設定及びプロット内の植栽木の計測を実施することが不可能であった。

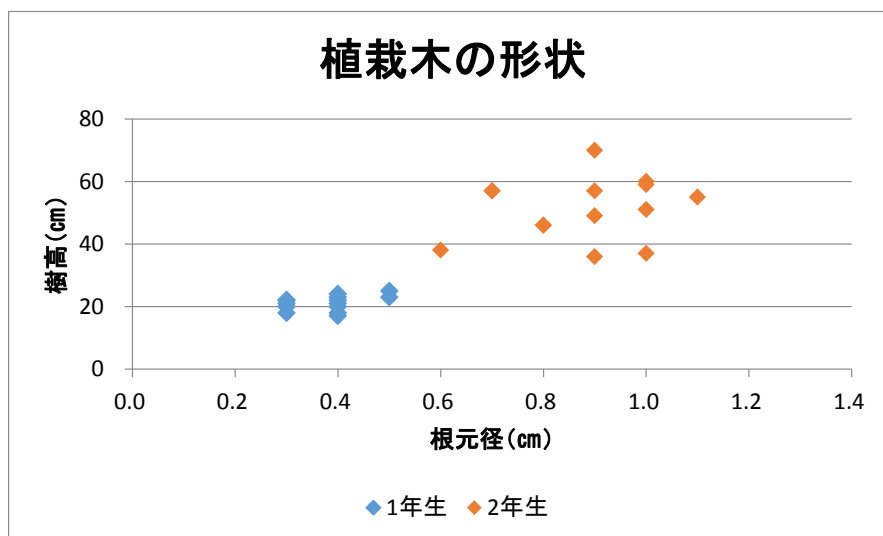
そのため、本年度は、サンプルとして計測したコウヨウザン 28 本分のデータを報告することとする。

なお、植栽作業に関する撮影については実施しており、植栽作業の時間分析については、実際の植栽作業を撮影したものを分析した。

(4) 植栽苗の形状

地区	立山町 (民有林)			
調査日	—			
調査項目	根元径 (cm)	樹高 (cm)	根元径 (cm)	樹高 (cm)
調査本数	14		14	
苗齢	1 年生		2 年生	
平均	0.4	21.1	0.9	51.3
標準偏差	0.1	2.3	0.1	9.9
形状比平均	60		60	

※サンプルとして計測したデータ



(5) 植栽コスト

ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税抜き〕を基に示す。

なお、植栽単価については、後述する(7)作業時間における「植栽」の作業時間差(1.4倍差)の結果を基に按分し、苗齢により単価を調整したものである。

項目	1年生苗木				2年生苗木					
	量		単価(円)	経費(円)	備考	量		単価(円)	経費(円)	備考
地拵え	1	ha	400,000	400,000	地拵え は、人力	1	ha	400,000	400,000	地拵え は、人力
苗木	1,600	本	77	123,200		1,600	本	166	265,600	
植栽	1,600	本	94	150,000		1,600	本	131	210,000	
計	1	ha	-	673,200		1	ha	-	875,600	

苗木価格及び植栽単価により金額に 202,400 円の差が発生している。そこで、富山県の標準単価表を基に、1,500 本/ha と 3,000 本/ha のコストを整理した。

なお、標準単価については、共通仮設費(7.5%)が含まれる。そのため、共通仮設費を除いたものを独自に算出した結果として参考値を記載した。

富山県立山町における標準単価により算出された針葉樹の植栽コストに比べ、今回の1年生コウヨウザンの植栽作業の事例が安価であった。

樹種	植栽本数	地拵え	苗木	植栽 (苗木代含む)	合計	合計:参考値 (共通仮設費除く)
	本/ha	円/ha	円/本	円/ha	円	円
スギ	1,500	403,082	130	346,188	749,270	(696,995)
スギ	3,000		130	692,181	1,095,263	(1,018,849)
ケヤキ	3,000			759,906	1,162,988	(1,081,849)

(6) 生産性

地域	面積 (ha)	傾斜 (°)	地拵え				
			地拵え総人工数 (人工)	地拵え生産性 (人日/ha)	地拵え 種類		
富 山 県	0.45	17-26	12.1	26.8	人力		
			植栽				
			植栽総人工数 (人工)	植栽本数 (本)	植栽面積 (ha)	植栽生産性 (本/人日)	植栽器具
			4.1	720	0.45	174	唐グワ

(注1) 1日当たり作業時間は7.5時間で算出

(注2) 作業日報とヒアリングを基に整理

本実証地は、傾斜地であり地拵え作業に時間を要したと考えられる。また、前生林分伐採後1年以上経過していたことと末木枝条が多く残っていたことも生産性が低くなった要因と考えられる。また、林野庁の提示している標準工程（以下、林野庁参考値）によると244本/人日（裸苗）であり、日報ベースによる結果（174本/ha）の植栽スピードは平均以下という結果となった。コウヨウザンの植栽に慣れていなかったことが要因と考えられる。

(7) 作業時間

富山県立山町では、苗齢の異なるコウヨウザンを植栽した。コウヨウザンの特徴として、スギやヒノキと比較して、2年生以上の苗齢のコウヨウザンは枝葉が固くなっている場合が多い。枝葉が固く苗長が大きければ、ウサギやシカ等による食害を減らすことが可能と考えられる。そこで、苗齢の異なる苗木（1年生、2年生）の植栽作業を撮影し、植栽時間に与える影響を調査した（表 14、図 30）。

表 14 1本当たりの平均植栽作業時間

	植栽	移動	苗木運搬	その他	合計
1年生植栽	0:00:34	0:00:20	0:00:01	0:00:14	0:01:08
2年生植栽	0:00:46	0:00:22	0:00:08	0:00:23	0:01:38

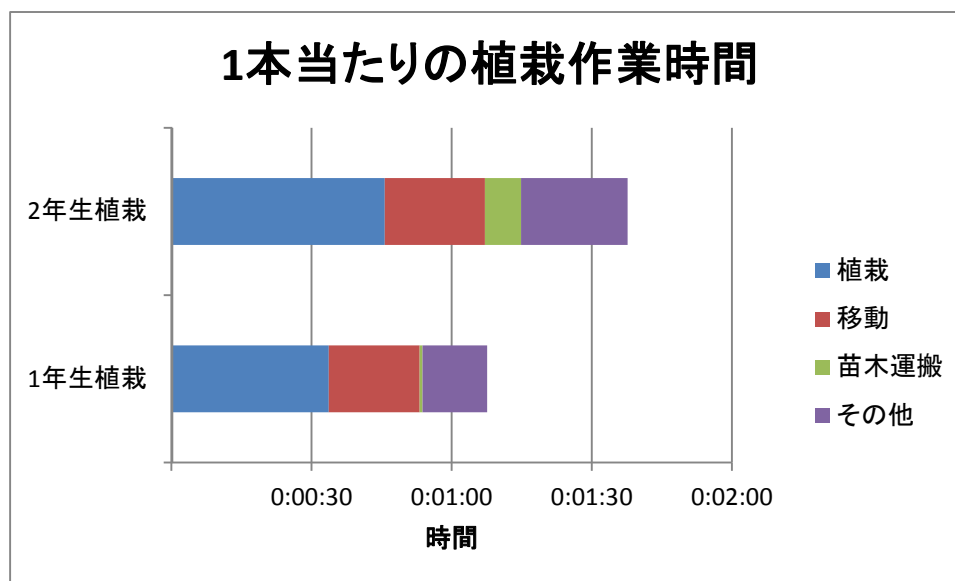


図 30 1本当たりの平均植栽作業時間

植栽作業を以下の4つの工程に分類して整理した。

- 植栽
植栽器具（クワ等）で穴を掘りコウヨウザンを埋める作業
- 移動
植栽作業が終了し、次点の植栽作業場所まで移動する作業
- 苗木運搬
苗木袋が空になる、または、苗木袋を置き場所まで取りに行く作業

➤ その他

小休憩や作業者同士の相談、植栽位置の確認等、上記3つに該当しない作業全般

1年生を48本分（合計57分38秒）、2年生を40本分（合計1時間11分24秒）の計測した。1日7.5時間の作業時間で換算すると、約380本/日（1年生）と約250本/日（2年生）となった。作業日報より得られたデータより生産性が高い結果であり、林野庁参考値と比較しても生産性の高い結果となった。

1本当たりの植栽作業は2年生苗木の方が植栽作業に時間が掛かっていた。穴掘りの回数も差があり（1年生平均11回/本、2年生平均17回/本）、苗木サイズによる差と考えられる。

(8) 現地写真



遠景 (H29.09.01)



遠景 (H29.09.01)



地拵え中



植栽作業 (H29.11.22)



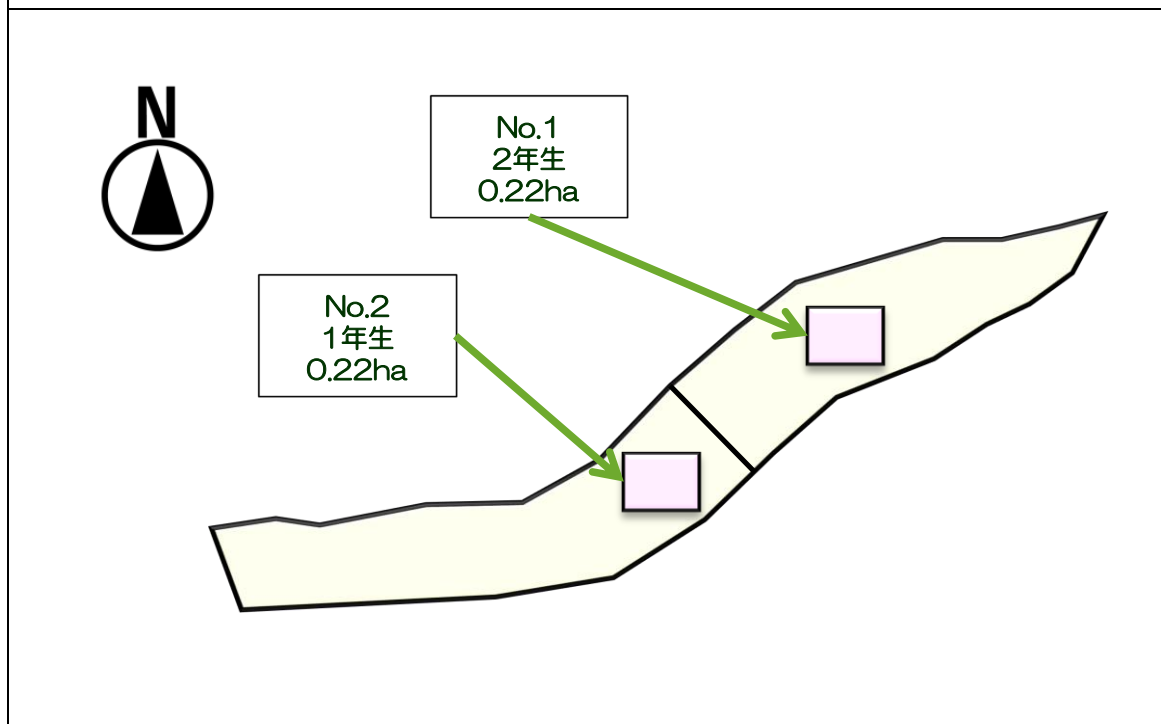
1年生コウヨウザン



2年生コウヨウザン

6.1.2. 広島県 北広島町（コウヨウザン）（No.2）

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

【前生林】 広葉樹、一部スギ

【前生林の林齢】 72 年生

【伐採】 平成 29 年 3 月

【前生林分の蓄積量】 約 150m³*

*本実証地を含む全地域（約 5ha）の伐採前に調査し算出された、当該地域内の蓄積量

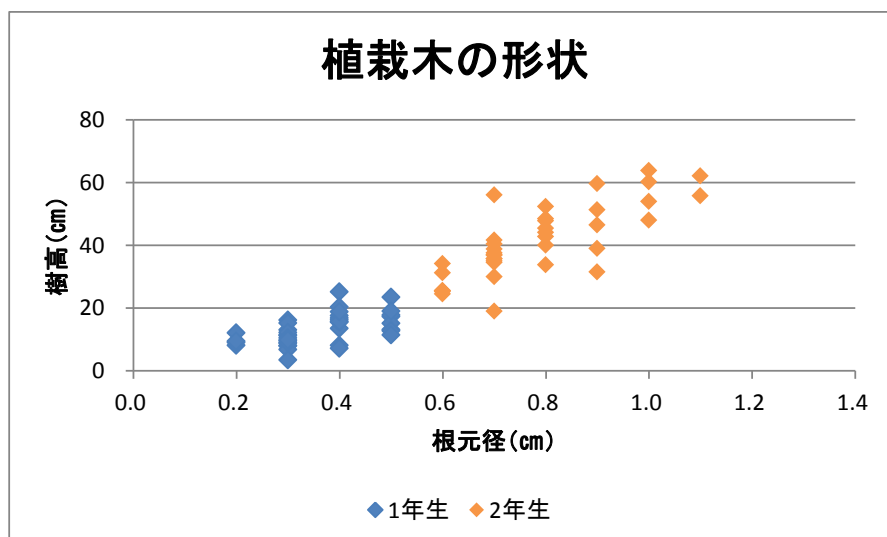
実証試験地	広島県山県郡北広島町志路原（民有林）		
苗木種	コウヨウザン 裸苗		
植栽密度	1,500 本/ha		
試験処理区（苗齢）	1 年生（No.2）	2 年生（No.1）	合計
植栽面積	0.22ha	0.22ha	0.43ha
植栽本数	323 本	323 本	645 本
気温/ 降水量	11.7℃（平均気温）/ 1798.7mm（年降水量）/ 325cm（年降雪量） （平年値、大朝）		
標高/ 傾斜/ 方位 （緯度経度）	No.1 : 442m / 27° / SE (34° 54.044'、133° 00.749') No.2 : 452m / 20° / SE (34° 42.854'、132° 26.129')		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	個人		
植栽実施者	安芸北森林組合		
植栽日	平成 29 年 12 月 11 日		

(3) 調査プロット概要

試験処理区	プロット No.	プロット形	調査本数	備考
1 年生苗	No.2	11.1×22.4m	38 本	
2 年生苗	No.1	10.9×24.4m	38 本	
合計			76 本	

(4) 植栽苗の形状

地区	北広島町 (民有林)			
調査日	平成 29 年 12 月 18 日			
項目	根元径 (cm)	樹高 (cm)	根元径 (cm)	樹高 (cm)
調査本数	38		38	
苗齢	1 年生		2 年生	
平均	0.4	13.1	0.8	41.3
標準偏差	0.1	4.8	0.1	11.4
最小	0.2	3.5	0.6	19.0
最大	0.5	25.5	1.1	63.8
形状比平均	37		52	



(5) 植栽コスト

ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税抜き〕を基に示す。

なお、植栽単価については、後述する(7)作業時間における「植栽」の作業時間差(1.2倍差)の結果を基に按分し、苗齢により単価を調整したものである。

項目	1年生苗木				2年生苗木					
	量	単価(円)	経費(円)	備考	量	単価(円)	経費(円)	備考		
地拵え	1	ha	57,813	57,813	地拵えは	1	ha	57,813	57,813	地拵えは
苗木	1,500	本	77	115,500	人力(刈	1,500	本	166	249,000	人力(刈
植栽	1,500	本	86	128,291	払いの	1,500	本	103	153,949	払いの
計	1	ha	-	301,604	み)	1	ha	-	460,762	み)

樹種	苗齢	植栽本数	地拵え	苗木	植栽 (苗木代含む)	合計	合計:参考値 (共通仮設費除く)
		本/ha	円/ha	円	円/ha	円	円
コウヨウザン	1年生	1,500	329,000	77	269,000	598,000	(556,279)
コウヨウザン	2年生	1,500		166	395,000	724,000	(673,488)
スギ	2年生	3,000		74	561,000	890,000	(827,907)
ケヤキ	1,2年生	3,000		95	596,000	925,000	(860,465)

苗木価格及び植栽単価による金額に 159,158 円の差が生じている。そこで、前述と同様にして広島県の標準単価表を基に 1,500 本/ha、3,000 本/ha のコストを整理した。

なお、標準単価については、共通仮設費(7.5%)が含まれる。そのため、共通仮設費を除いたものを独自に算出した結果として参考値を記載した。

標準単価よりも、本実証地の地拵えの方が安価であった。その理由として、伐採時に概ね整地された箇所を植栽地として選定しており、部分的な地拵え作業であったことが安価であった要因である。

本実証地では獣害対策として防護柵を設置した。防護柵は 500m 設置し、225,000 円の事業費と、381,445 円の資材費が発生した。設置は 12 人日を要した。

(6) 生産性

地域	面積 (ha)	傾斜 (°)	地拵え				
			地拵え総人工数 (人工)	地拵え生産性 (人日/ha)	地拵え 種類		
広島県	0.43	20-27	2.0	4.7	人力		
			植栽				
			植栽総人工数 (人工)	植栽本数 (本)	植栽面積 (ha)	植栽生産性 (本/人日)	植栽器具
			5.0	645	0.43	129	唐グワ

(注1) 1日の作業時間は7.5時間で算出

(注2) 作業日報とヒアリングを基に整理

本実証地は、傾斜地であるが概ね整地された箇所での地拵えであり、数本の雑木処理と枝条整理のみであったことが、地拵えの生産性が高かった理由である。林野庁参考値は244本/人日(裸苗)であり、日報ベースによる結果と比較して、約1/2ほどの生産性であった。2年生の大きさに慣れていなかったことが要因と考えられる。

(7) 作業時間

富山県と同様に、苗齢の異なるコウヨウザンを植栽した。1年生、2年生の植栽作業を撮影し、作業時間に与える影響を調査した。

表 15 1本当たりの平均植栽作業時間

	植栽	移動	苗木運搬	その他	合計
1年生植栽	0:01:01	0:00:17	0:00:00	0:00:02	0:01:20
2年生植栽	0:01:13	0:00:14	0:00:00	0:00:08	0:01:36

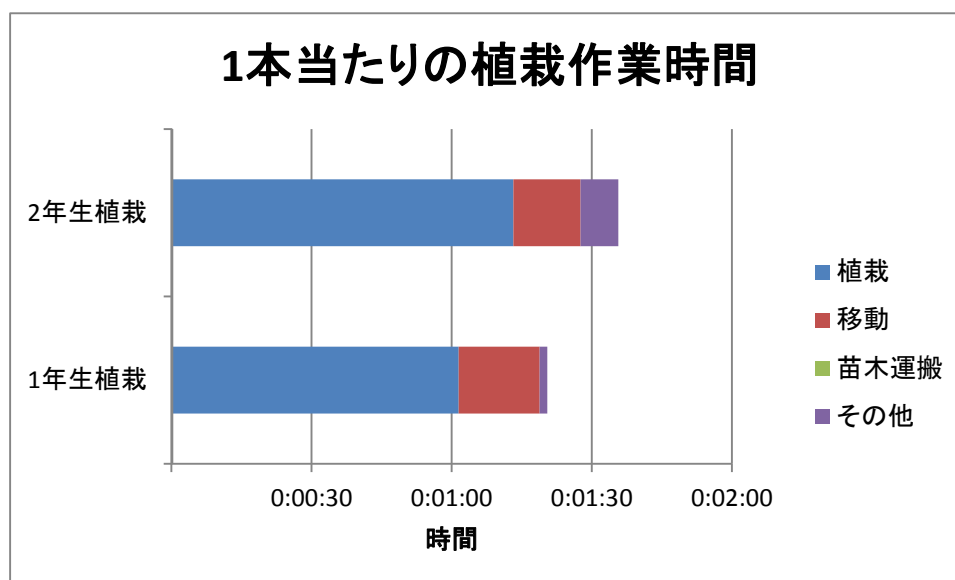


図 31 1本当たりの平均植栽作業時間

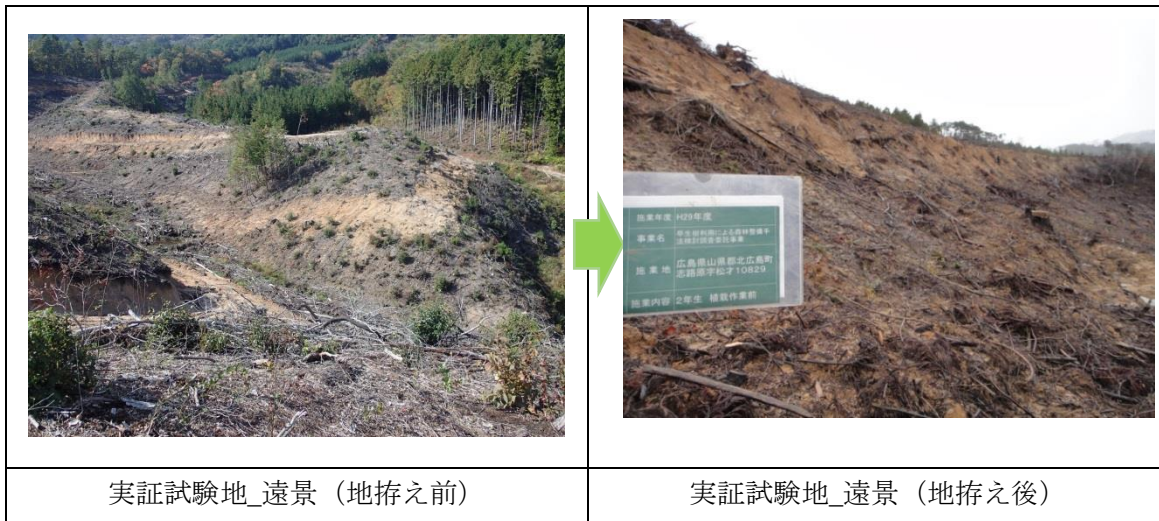
植栽作業の工程に関する分類は、前述の富山県と同様である。

植栽作業は、2年生苗木の方が植栽作業に時間が掛かっていた。穴掘り回数も差があり（1年生平均9回/本、2年生平均21回/本）、苗木サイズによる差と考えられる。

1年生を31本分（合計41分35秒）、2年生を29本分（合計46分16秒）の計測した。1日7.5時間の作業時間で換算すると、約340本/日（1年生）と約280本/日（2年生）となった。作業日報より得られたデータより生産性が大幅に高い結果となった。

1本当たりの植栽スピード、富山県と比較して倍ほど差があるが、作業者の熟練度や地形条件による差と考えられる。

(8) 現地写真





1年生苗の植栽



2年生苗の植栽



1年生苗



2年生苗



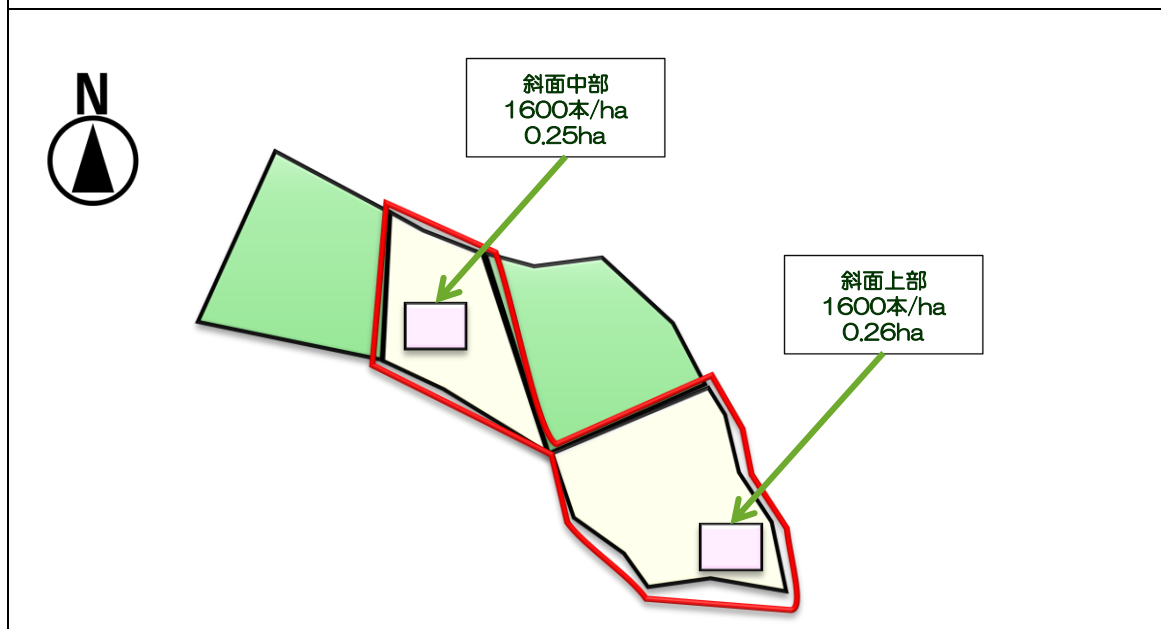
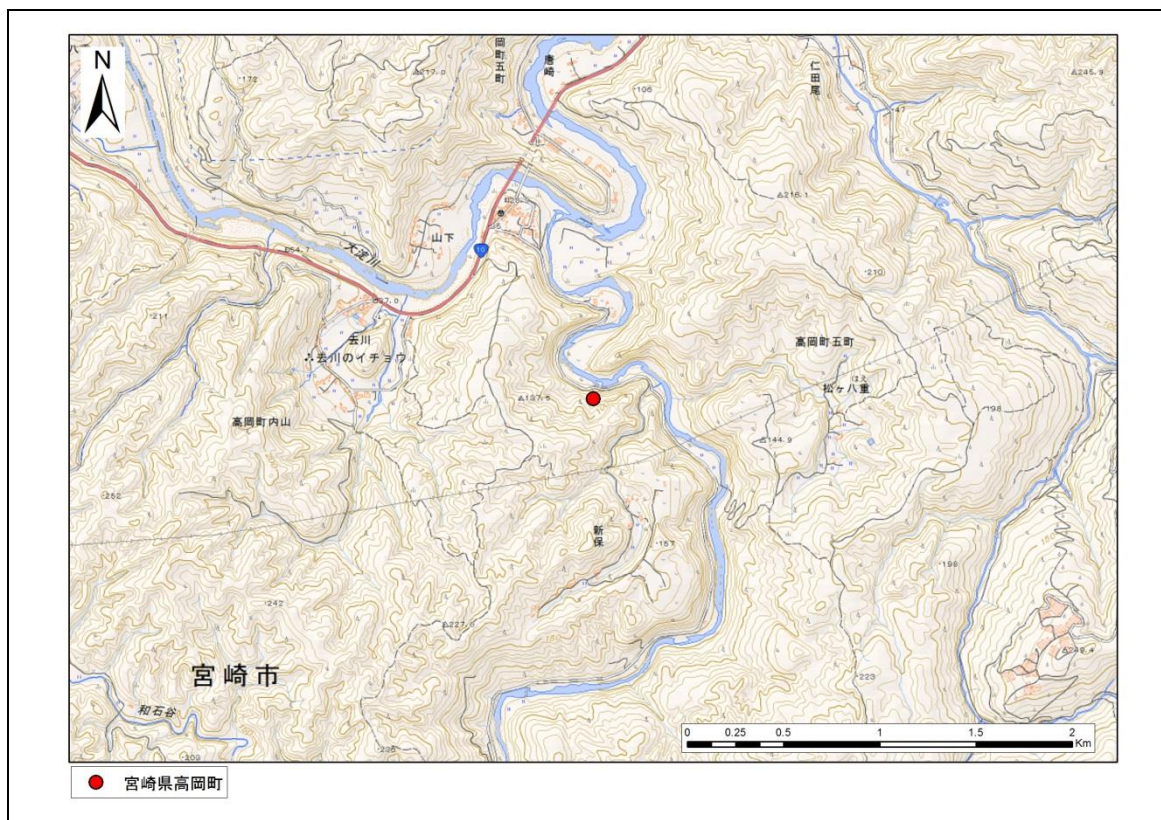
1年生苗調査プロットの設置



2年生苗調査プロットの設置

6.1.3. 宮崎県 宮崎市 (コウヨウザン) (No.3)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

【前生林】 スギ、一部ヒノキ、広葉樹

【前生林の林齢】 66年生

【伐採】 平成28年10月～平成29年3月

【前生林分の蓄積量】 2,880m³*

*本実証地を含む全地域（4.45ha）の伐採前に調査し算出された、当該地域内の蓄積量

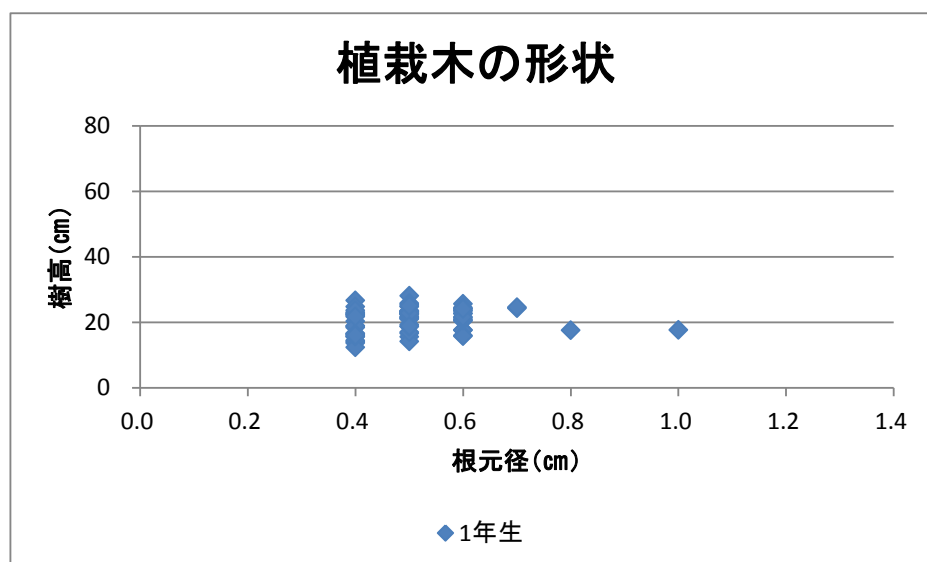
実証試験地	宮崎県宮崎市高岡町（国有林）		
苗木種	コウヨウザン 裸苗		
植栽密度	1,600本/ha		
試験処理 （斜面位置）	斜面中部（No.1）	斜面上部（No.2）	合計
植栽面積	0.25ha	0.26ha	0.51ha
植栽本数	400本	387本	787本
気温/降水量	17.4℃（平均気温）/ 2508.5mm（年降水量）/ 0cm（年降雪量） （平年値、宮崎市）		
標高/傾斜/方位 （緯度経度）	No.1： 70m / 34° / NE （31° 54.761'、131° 14.292'） No.2： 103m / 27° / WNW （31° 54.723'、131° 14.357'）		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	九州森林管理局		
植栽実施者	宮崎地区国有林事業協同組合		
植栽日	平成29年12月12日		

(3) 調査プロット概要

試験処理区	プロット No.	プロット形	調査本数	備考
斜面中部	No.1	10.9×24.4m	36本	
斜面上部	No.2	11.1×22.4m	37本	
合計			73本	

(4) 植栽苗の形状

地区	宮崎市 (国有林)			
調査日	平成 29 年 12 月 28 日			
項目	根元径 (cm)	樹高 (cm)	根元径 (cm)	樹高 (cm)
調査本数	36		37	
地形区分	斜面中部		斜面上部・尾根	
平均	0.5	19.5	0.5	21.8
標準偏差	0.1	3.8	0.1	3.1
最小	0.4	12.3	0.4	14.1
最大	1.0	28.0	0.7	25.7
形状比平均	40		44	



(5) 植栽コスト

ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税抜き〕を基に示す。

項目	1 年生苗木				備考
	量		単価(円)	経費(円)	
地拵え	1	ha	83,800	83,800	地拵え は、人力
苗木	1,600	本	77	123,200	
植栽	1,600	本	74	118,400	
計	1	ha	-	325,400	

前述と同様に、宮崎県の標準単価表を基に 1,500 本/ha、3,000 本/ha のコストを整理した。

なお、標準単価については、共通仮設費（7.5%）が含まれる。そのため、共通仮設費を除いたものを独自に算出した結果として参考値を記載した。

樹種	植栽本数	地拵え	苗木	植栽 (苗木代含む)	合計	合計:参考値 (共通仮設費除く)
	本/ha	円/ha	本/円	円/ha	円	円
スギ	1,500	279,000	70	240,000	519,000	(482,791)
スギ	3,000		70	479,000	758,000	(705,116)
ケヤキ	3,000		78	508,000	787,000	(732,093)

伐採跡地であり、枝条が概ね整理されており、また、雑草木の侵入も少なかったため、地拵えが安価であった。植栽費については、概ねスギ 1,500 本植えの標準単価の金額と同等であった。

本実証地では獣害対策として防護柵を設置し、同実証地のコウヨウザンの他に No.5 のセンドンも植栽している。そのため、2 実証地分を囲う形で防護柵を設置した。防護柵は 740m で、128,200 円の事業費と、926,000 円の資材費が発生した。設置は 19.1 人日を要した。

(6) 生産性

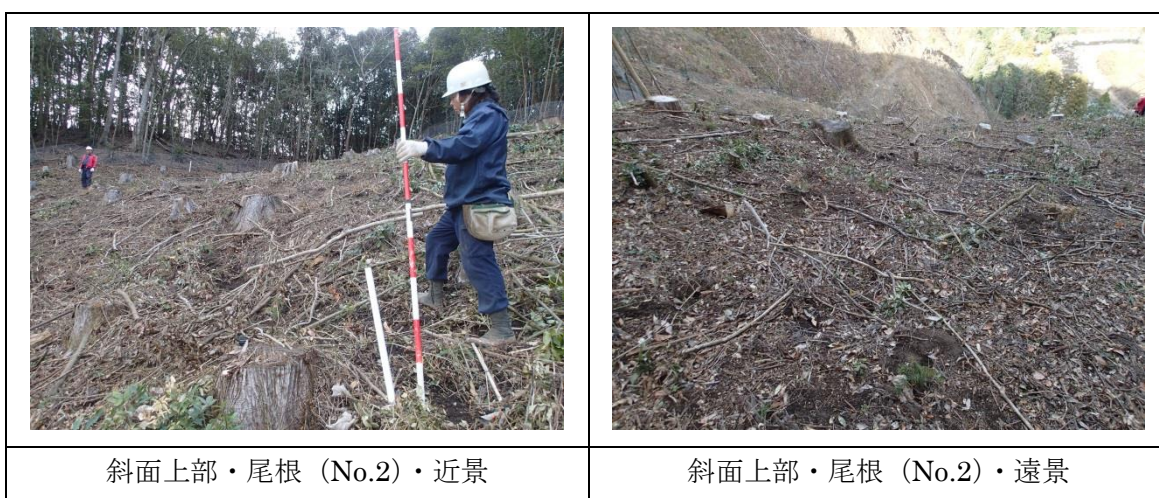
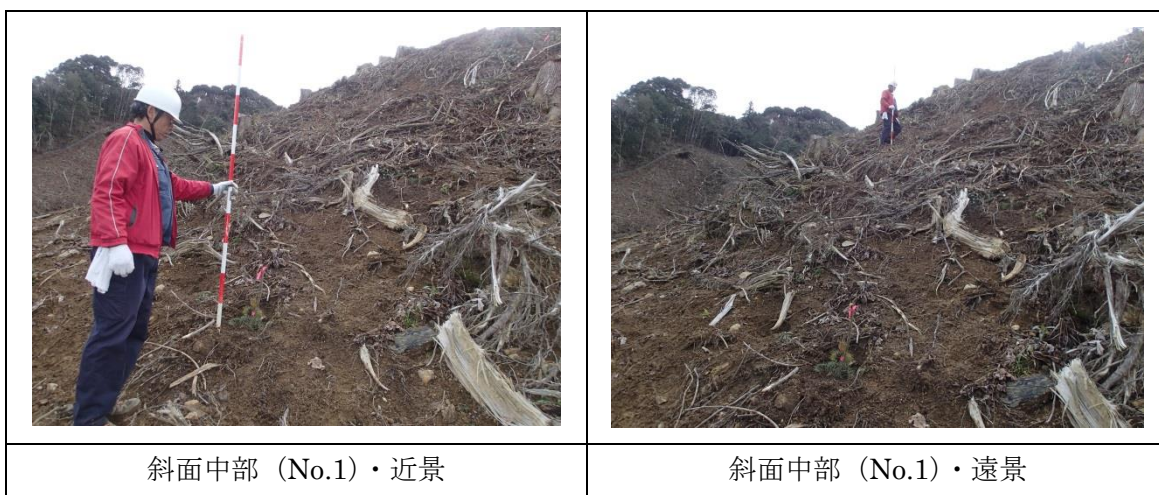
地域	面積 (ha)	傾斜 (°)	地拵え				
			地拵え総人工数 (人工)	地拵え生産性 (人日/ha)	地拵え 種類		
宮 崎 県	0.51	27-34	7.6	14.9	人力		
			植栽				
			植栽総人工数 (人工)	植栽本数 (本)	植栽面積 (ha)	植栽生産性 (本/人日)	植栽器具
			3.3	787	0.51	236	唐グワ

(注1) 作業時間は7.5時間で算出

(注2) 作業日報とヒアリングを基に整理

本実証地は、前述のコウヨウザン植栽地と比較すると植栽生産性が最も高い結果となった。他の2地域（富山県、広島県）と異なり、1年生の苗木のみの植栽であり、2年生と比べ小さいことや苗木袋等に大量に入ることが、2地域と比較して生産性が高くなった理由と考えられる。林野庁参考値の244本/人日と比較しても概ね同等の値であった。

(7) 現地写真

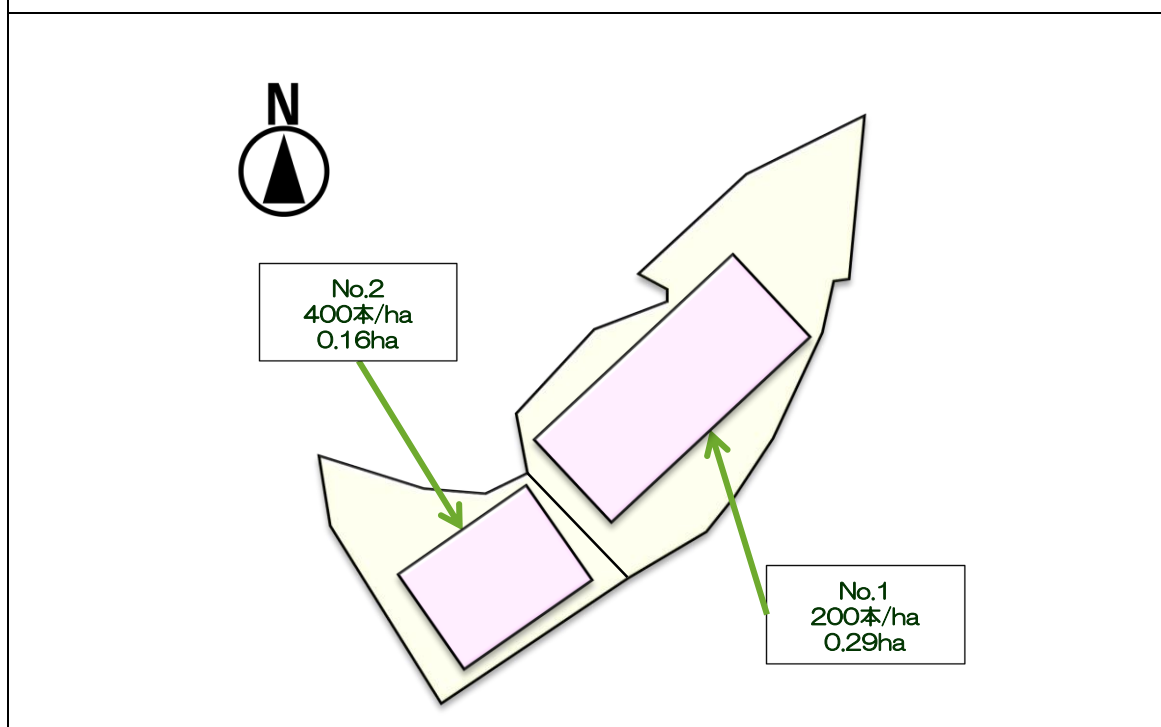
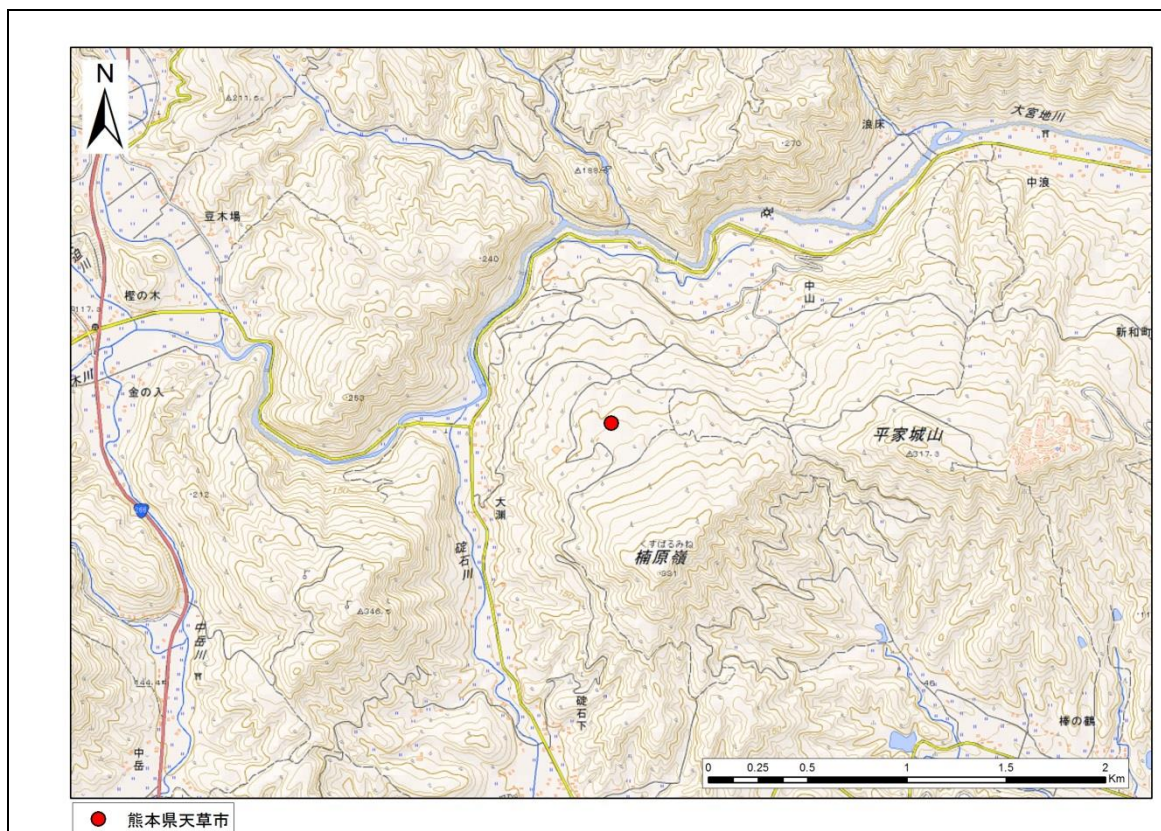




植栽に供された1年生苗

6.1.4. 熊本県 天草市 (センダン) (No.4)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

【前土地利用区分】畑(サツマイモ)

【非農地化通知】平成 29 年 12 月受理

【備考】サツマイモ畑の前はミカン畑

実証試験地	熊本県天草市新和町碓石（荒廃農地）		
苗木種	センダン 裸苗		
植栽密度	200 本/ha (No.1)	400 本/ha (No.2)	合計
植栽面積	0.29ha	0.16ha	0.45ha
植栽本数	49 本	56 本	105 本
気温/ 降水量	11.7℃（平均気温）/ 1798.7mm（年降水量）/ 325cm（年降雪量） （平年値、大朝）		
標高/ 傾斜/ 方位 （緯度経度）	No.1 : 215m / 3° / N (32° 22.809'、130° 09.069') No.2 : 215m / 0° / - (32° 22.770'、130° 09.026')		
土壌	-		
土地所有者	個人		
植栽実施者	株式会社 祐翔開発		
植栽日	平成 30 年 1 月 22 日		

本実証地は、荒廃農地を林地へ転用してセンダン植栽を実施した地域である。

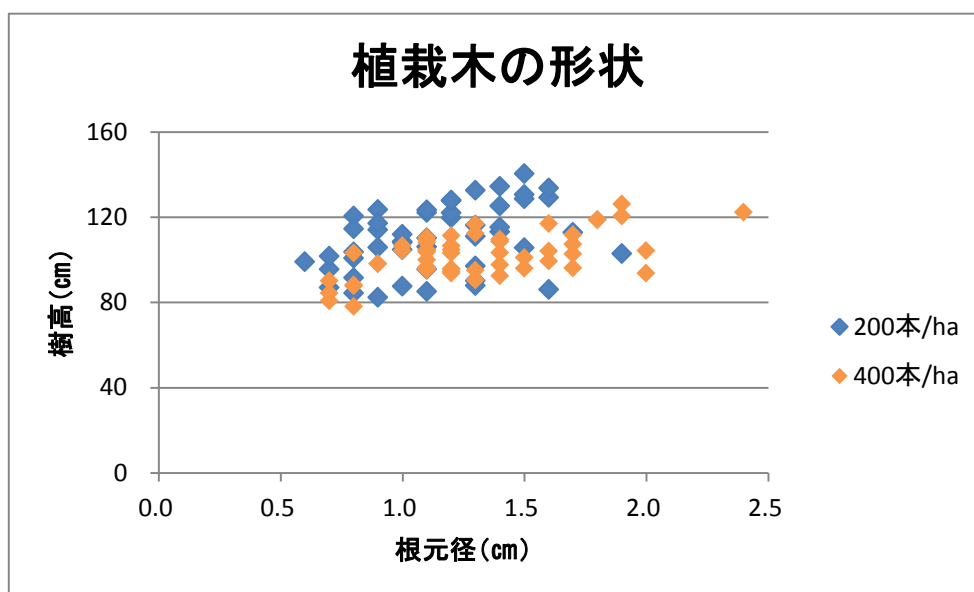
荒廃農地を林地へ転用する「非農地化通知」受領までの流れについては後述することとする。

(3) 調査プロット概要

密度調査区	プロット No.	植栽間隔	調査本数	備考
200 本/ha	No.1	7×7m	49 本	施肥有
400 本/ha	No.2	5×5m	56 本	施肥有
合計			105 本	

(4) 調査結果

地区	天草市 (荒廃農地)			
調査日	平成 30 年 1 月 29 日			
項目	根元径 (cm)	樹高 (cm)	根元径 (cm)	樹高 (cm)
調査本数	49		56	
植栽密度	200 本/ha (No.1)		400 本/ha (No.2)	
平均	1.1	110.0	1.3	102.1
標準偏差	0.3	15.5	0.4	10.2
最小	0.6	82.3	0.7	78.0
最大	1.9	140.3	2.4	126.0
形状比平均	101		84	



(5) 植栽コスト

ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税抜き〕を基に示す。

項目	200 本/ha				400 本/ha				
	量	単価(円)	経費(円)	備考	量	単価(円)	経費(円)	備考	
地拵え	1	ha	354,397	354,397	地拵えは 人力及び 機械	1	ha	354,397	354,397
苗木	200	本	110	22,000		400	本	110	44,000
植栽	200	本	320	64,000		400	本	320	128,000
計	1	ha	-	440,397		1	ha	-	526,397

前述と同様に熊本県の標準単価表を基に 400 本/ha、3,000 本/ha のコストを整理した。また、センダンはやチの代替材とも言われていることから、やチの 3,000 本/ha のコストを整理した。

なお、標準単価については、共通仮設費（7.5%）が含まれる。そのため、共通仮設費を除いたものを独自に算出した結果として参考値を記載した。

樹種	植栽本数	地拵え	苗木	植栽 (苗木代含む)	合計	合計:参考値 (共通仮設費除く)
	本/ha	円/ha	本/円	円/ha	円	円
センダン	400	284,000	110	75,000	359,000	(333,953)
センダン	3,000		110	852,000	1,136,000	(1,056,744)
やチ	3,000		150	781,000	1,065,000	(990,698)

荒廃農地ということもあり、アカメガシワ等の灌木類も繁茂していたため、地拵え費用が高くなったと考えられる。

(6) 生産性

地域	面積 (ha)	傾斜 (°)	地拵え				
			地拵え総人工数 (人工)	地拵え生産性 (人日/ha)	地拵え 種類		
熊本県	0.45	0	4.1	9.0	機械		
			植栽				
			植栽総人工数 (人工)	植栽本数 (本)	植栽面積 (ha)	植栽生産性 (本/人日)	植栽器具
			2.7	105	0.45	39	唐グワ

(注1) 作業時間は7.5時間で算出

(注2) 作業日報とヒアリングを基に整理

本実証地は、荒廃農地を林地へ転用しての植栽であったため、アカメガシワ等の灌木類が繁茂しており、地拵えは9.0人日/haの生産性となった。また、コウヨウザンと比べて、センダンの植栽本数は少なかったが、センダンは苗長が長いことと植栽のための穴を深く掘らなければならないことにより、39本/人日という生産性となった。なお、熊本県における植栽に係る歩留まりは、林野庁参考値を使用しており、244本/人日となっている。

(7) 非農地通知の取得までの流れ

本実証地における非農地通知取得までの流れを整理し、図 32 に示した。

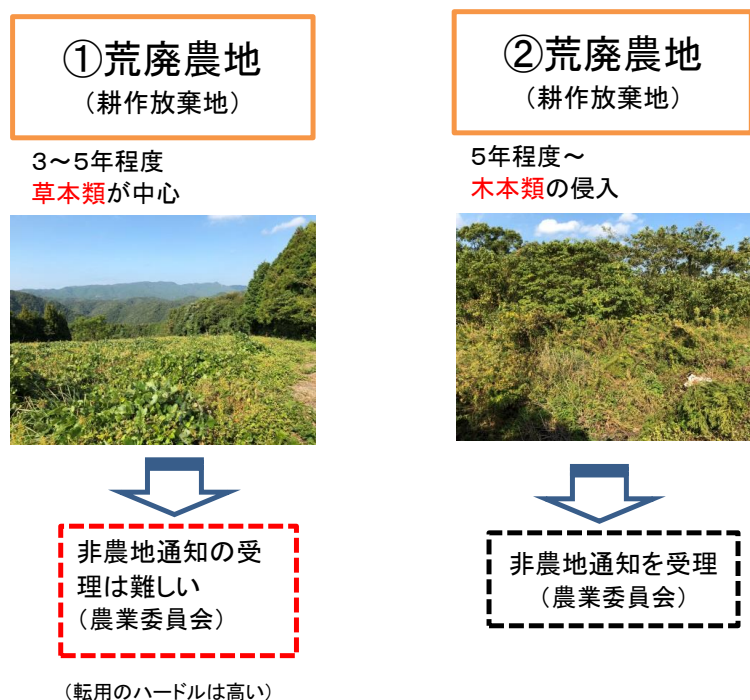


図 32 本実証地における非農地通知取得の流れ

本実証地のみ事例であることを前提として、非農地通知の取得の流れを整理する。

熊本県天草市にて荒廃農地にセンダンを植栽するためには、農業委員会から非農地通知を取得する必要があった。その通知取得には、今回の件では、対象地域への木本樹種の侵入・定着が有るか無いか一つの判断基準となったと思われる。草本類のみに覆われた状態では、農地としての活用が今後も可能であるとし「非農地通知」の発行は不可と判断されるように思われた。一方、木本類が侵入し森林状態となっていると判断されれば、非農地通知の取得が可能となるようである。本件に関しては、当該地の一部エリアに、樹高 3~4m 程度で樹齢 5~8 年生程度のアカメガシワやクサギ等を主とする木本樹種が侵入・定着し藪状になっていたことが、森林状態と見なされ、農地としての利用が見込めないと判断されたものと思われる。

荒廃農地における植栽が、通常の伐採跡地における植栽と比較しどのような得失があるか考える。まず、利点から列記する。①荒廃農地は農村の生活環境の中にあり、農道等の路網が整備され、地利条件が非常に良いことである。次いで、②過去の農作業等で一般的

に土壌の耕耘がなされている。また土壌中に石礫の混在が基本的でないことから、苗木植栽作業等が他と比較し容易である。加えて、③平坦地で各種作業が容易である。斜面地形にあっても、段々畑や棚田のように耕作地は平坦である。そして、④日照が比較的に良い条件下にある。換言すれば、森林地域のように、峡谷環境下での日照時間の制限や周辺森林が障害となって日照が遮られることはない。一方、欠点とは言えないが、留意点として以下の二点がある。①荒廃農地への木本樹種の侵入・定着があり（今回のケースでは非農地通知取得の要件）、植栽前の地拵え作業に加え事前の侵入雑草木の整理伐が必要となる。また、荒廃農地へ木本樹種が侵入していない場所でも、②耕作放棄の期間が長い分草本類は繁茂状態を呈しており、特にクズやイバラ等の生育が認められればツル切り・下刈りの作業が植栽後しばらくの間は必要となる。③植栽木が大きくなった時の日照問題を考え、事前に周辺農地の所有者とその対処法等を協議しておく必要がある。以上から、今回のケースで利点と欠点を考えると、土地の有効利用や早生樹林業における収益性向上の観点から、利点が勝ると思われる。

今回の天草市での実証植栽地は、元みかん園でその後にサツマイモ畑として使用されていた農地であり、植栽予定地脇まで道路が整備されていた。雑草木の整理伐やその後の地拵えは持ち込んだグラップルで行い、またセンダン苗の搬入も軽トラックで容易になされた。土地は平坦で地味も良く（写真：センダン伐根参照）、土壌中に石礫がなくセンダンの植栽作業はその分容易であった。今後、センダン植栽地で実施予定の芽かき作業（例えば脚立を使った作業）を考えると平坦な土地条件は非常に有利に働くと考える。

以下に、本件における手続き等を時系列で示しておく。

- ① H29.8.7 天草林業研究グループ連絡協議会の林業技術研修会にて当該早生樹事業の概要（荒廃農地への実証植栽）を説明。参加者は、林研グループ 10 名の他、天草地域森林組合、天草市農林整備課、熊本県天草広域本部林務課、熊本県指導林家。
- ② H29.08.23 天草広域本部林務課に当該事業の詳細を説明・荒廃農地の探索作業を開始
- ③ H29.09.13 天草広域本部林務課より広域本部農業・普及振興課へ事業説明
- ④ H29.11.15 荒廃農地の候補地を、天草広域本部林務課と視察
- ⑤ H29.12.10 荒廃農地の土地所有者より「非農地証明」の申請
- ⑥ H29.12.25 天草市農業委員会にて、非農地証明の申請を受理・承認
- ⑦ H30.01.04 荒廃農地にて植栽試験の設計を検討
- ⑧ H30.01.18 地拵え作業等を実施し植栽作業の準備
- ⑨ H30.01.26 センダン植栽完了
- ⑩ H30.01.29 センダン植栽試験地にて調査区設定と初回調査を実施。

(8) 現地写真



雑木に覆われた荒廃農地 (H29.11.15)



クサギ等の雑木の藪



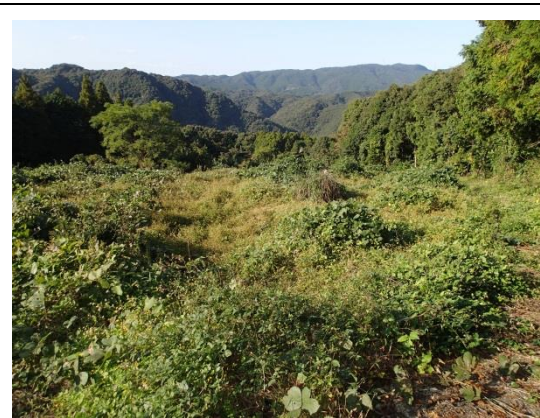
雑灌木とススキに覆われた荒廃農地



クズや草本等に覆われた荒廃農地



クズや草本等に覆われた荒廃農地



草本類にて覆われた荒廃農地



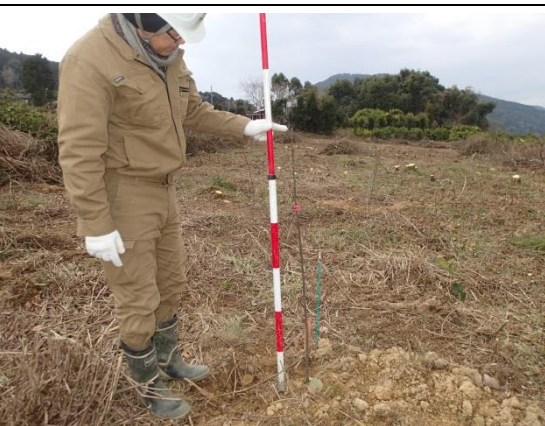
200 本/ha 調査区の設定 (No.1) H30.1.29



200 本/ha 区の植栽苗



400 本/ha 調査区の設定 (No.2) H30.1.29



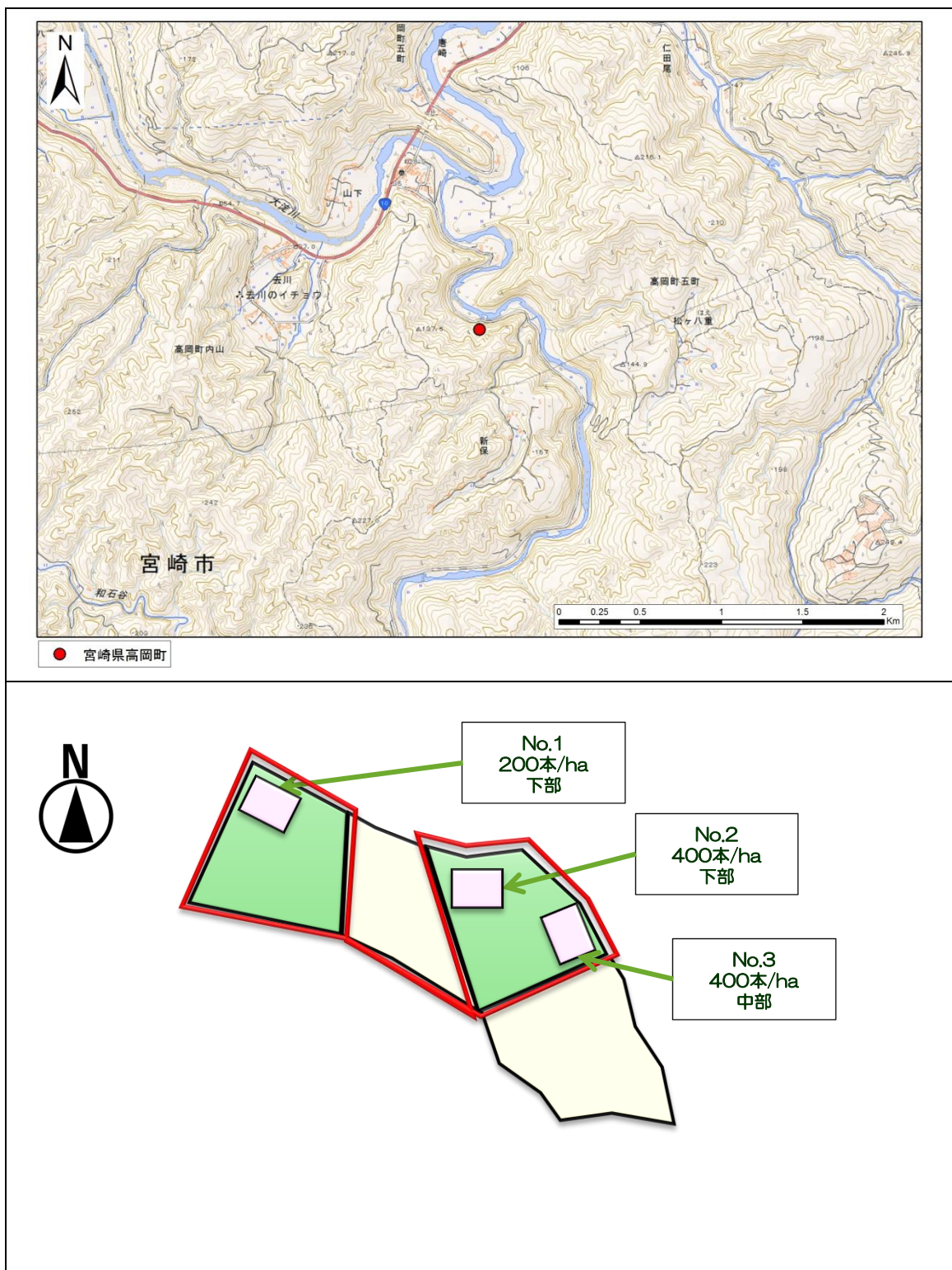
400 本/ha 区の植栽苗



植栽地にあったセンダンの伐根 (12 年生)
地際直径 (長径 41.6cm×短径 31.8cm)

6.1.5. 宮崎県 宮崎市 (センダン) (No.5)

(1) 位置図



(2) 植栽地の概要

【前生林】 スギ、一部ヒノキ、広葉樹

【前生林の林齢】 66年生

【伐採】 平成28年10月～平成29年3月

【前生林分の蓄積量】 2,880m³*

*本実証地を含む全地域（4.45ha）の伐採前に調査し算出された、当該地域内の蓄積量

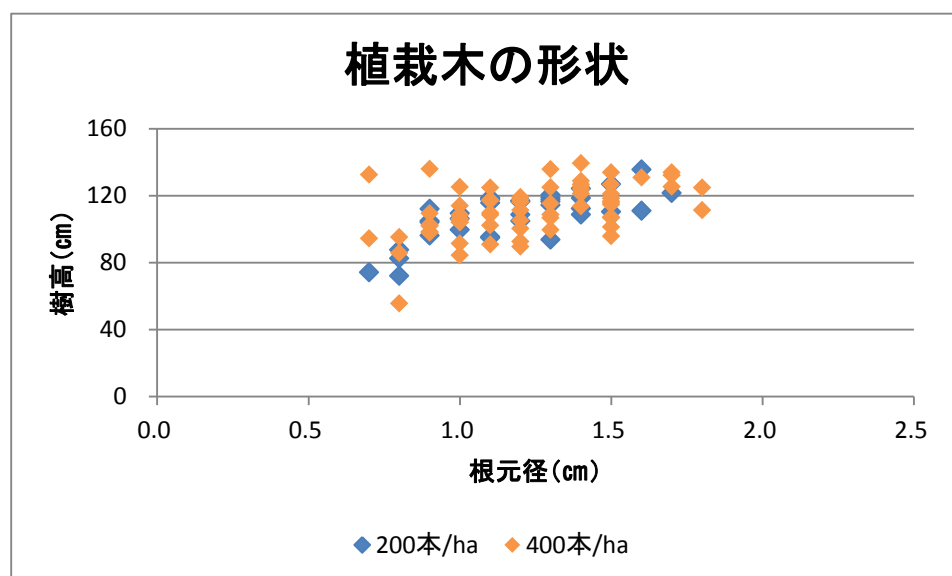
実証試験地	宮崎県宮崎市高岡町（国有林）			
苗木種	センダン 裸苗			
試験処理区 （植栽密度） （斜面位置）	No.1 200本/ha 平坦～斜面下部	No.2 400本/ha 平坦～斜面下部	No.3 400本/ha 斜面中部	合計
植栽面積	0.29ha	0.25ha		0.54ha
植栽本数	60本	100本		160本
気温/降水量	17.4℃（平均気温）/ 2508.5mm（年降水量）/ 0cm（年降雪量） （平年値、宮崎市）			
標高/傾斜/方位 （緯度経度）	No.1: 45m / 0～17°～30° / ENE～NW (31° 54.785'、131° 14.274') No.2: 52m / 18～23° / N (31° 54.769'、131° 14.313') No.3: 75m / 28° / N (31° 54.754'、131° 14.358')			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	九州森林管理局			
植栽実施者	宮崎地区国有林事業協同組合			
植栽日	平成29年12月25日			

(3) 調査プロット概要

試験処理区	プロット No.	プロット形	調査本数	備考
200本/ha 平坦～斜面下部	No.1	37.5×37.6m +飛地あり	36本	
400本/ha 平坦～斜面下部	No.2	29.7×28.7m +飛地あり	38本	
400本/ha 斜面中部	No.3	17.5×40.6m	30本	
合計			104本	

(4) 調査結果

地区	宮崎市 (国有林)					
調査日	平成 29 年 12 月 27 日		平成 29 年 12 月 28 日		平成 30 年 1 月 21 日	
項目 (cm)	根元径	樹高	根元径	樹高	根元径	樹高
調査本数	36		38		30	
植栽密度	200 本/ha 平坦～斜面下部		400 本/ha 平坦～斜面下部		400 本/ha 斜面中部	
平均	1.2	108.3	1.2	111.3	1.2	112.0
標準偏差	0.3	14.1	0.3	12.4	0.3	18.2
最小	0.7	72.0	0.8	89.4	0.7	139.1
最大	1.7	135.3	1.7	133.7	1.8	55.5
形状比平均	94		92		97	



(5) 植栽コスト

ha あたりのコストを実際に掛かった経費〔税抜き〕を基に示す。

項目	200 本/ha				400 本/ha				
	量	単価(円)	経費(円)	備考	量	単価(円)	経費(円)	備考	
地拵え	1	ha	79,810	79,810	地拵え は、人 力	1	ha	79,810	79,810
苗木	200	本	110	22,000		400	本	110	44,000
植栽	200	本	74	14,800		400	本	74	29,600
計	1	ha	-	116,610		1	ha	-	153,410

前述と同様に、宮崎県の標準単価表を基に 500 本/ha、3,000 本/ha のコストを整理した。また、センダンはやキの代替材とも言われているため、センダン及びやキの標準単価について整理した。

なお、標準単価については、共通仮設費（7.5%）が含まれる。そのため、共通仮設費を除いたものを独自に算出した結果として参考値を記載した。

樹種	植栽本数	地拵え	苗木	植栽 (苗木代含む)	合計	合計:参考値 (共通仮設費除く)
	本/ha	円/ha	円/本	円/ha	円	円
センダン	500	279,000	110	76,000	355,000	(330,233)
センダン	3,000		110	460,000	739,000	(687,442)
やキ	3,000		78	508,000	787,000	(732,093)

伐採跡地であり、枝条が概ね整理されており、また、雑草木の侵入も少なかったため、地拵えが安価であった。植栽費については、センダン 500 本植えの標準単価より安い価格となった。

本実証地では獣害対策として防護柵を設置し、同実証地のセンダンの他に No.3 のコウヨウザンも植栽している。そのため、2 実証地分を囲う形で防護柵を設置した。防護柵は 740m で、128,200 円の事業費と、926,000 円の資材費が発生した。設置は 19.1 人日を要した。

(6) 生産性

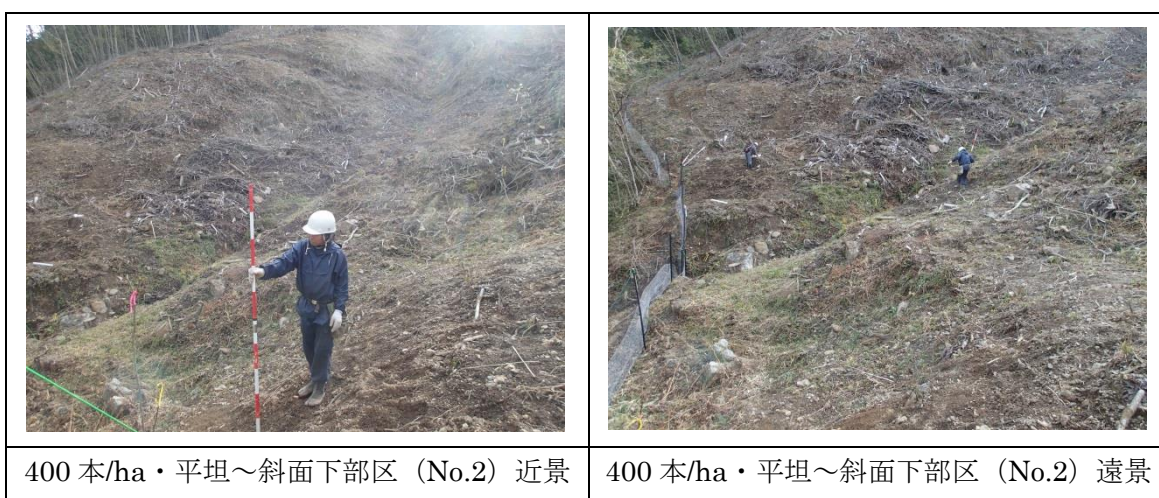
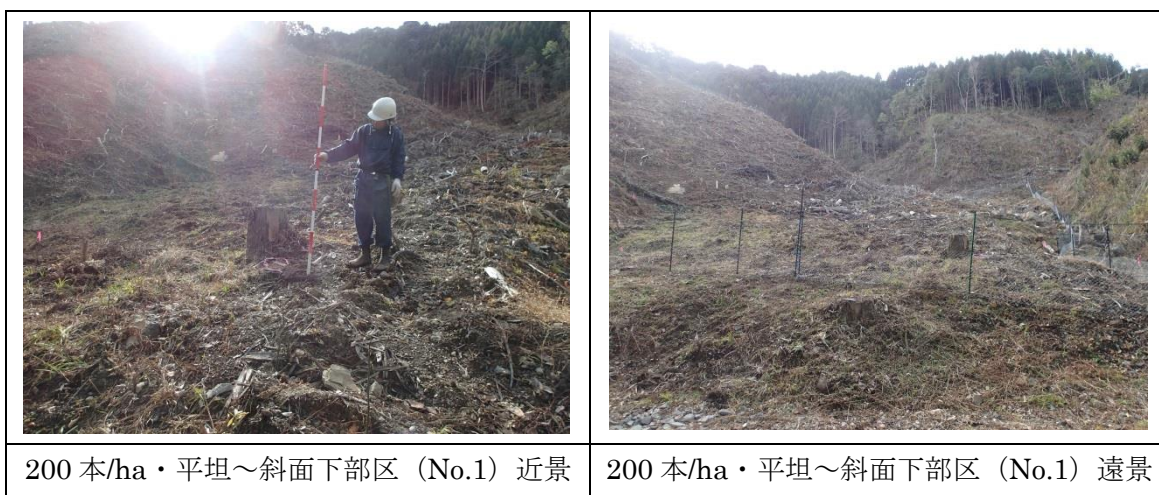
地域	面積 (ha)	傾斜 (°)	地拵え				
			地拵え総人工数 (人工)	地拵え生産性 (人日/ha)	地拵え 種類		
宮 崎 県	0.54	17-30	5.0	9.3	人力		
			植栽				
			植栽総人工数 (人工)	植栽本数 (本)	植栽面積 (ha)	植栽生産性 (本/人日)	植栽器具
			5.3	160	0.54	30	唐グワ

(注1) 作業時間は7.5時間で算出

(注2) 作業日報とヒアリングを基に整理

前述の熊本県天草市と同様に、植栽生産性は30本/haと低い値となった。傾斜や熟練度に限らず、穴を深く掘って植栽しなければならないセンダンは、平均して40本/ha以下の植栽生産性と考えられる。なお、本実証地は石礫地であったことも植栽作業に時間を要した1つの理由と考えられる。

(7) 現地写真





400 本/ha ・ 斜面中部区 (No.3) 近景



400 本/ha ・ 斜面中部区 (No.3) 遠景



植栽に供された裸苗



植栽に供された裸苗 (根系)

6.2. 全体のまとめ

本年度では全ての植栽地において、所有者（国有林含む）より早生樹植栽の理解を得られたことは、早生樹利用に対して前向きな理解が進んでいるのではないかと思われる。

また、熊本県天草市においては、県の助力もあり、荒廃農地へのセンダン植栽が実現し、耕作放棄地利用推進の一步となった。

富山県立山町においては、例年以上の寒波の影響もあり、調査予定日には既に 100 cm を超える積雪が観測されたため、植栽後の現地調査を断念せざるを得なかった。この点については、次年度以降は十分留意する必要がある。

本実証的植栽地では、シカやウサギ等により頂芽等の食害が発生する可能性を考慮し、広島県、宮崎県において防護柵を設置した。そのため、防護柵の資材費及び人件費が発生している。しかし、早生樹は成長が早いため 2～3 年で樹高が 1.2m を超える可能性が高いことから、頑丈な金属製の柵でなくても、十分耐えうる可能性が考えられる。

次項より、苗木、植栽作業等の生産性及びコストについて整理した。

6.2.1. 苗木の特性

平成 29 年度の植栽地は、仕様書の内容を基に、4 樹種の中から植栽が可能であったセンダンとコウヨウザンを選定した。ヤナギ類及びチャンチンモドキについては、苗木の手配が困難であったため、本年度は植栽を行わなかった。

植栽した苗木の形状について図 33、表 16 に示す。

➤ センダンの苗木について

センダンの苗木は、全て熊本県樹苗協同組合より手配した。根元径は平均 1.2 cm で、樹高は平均 108.1 cm であった。形状比は平均 93 であったが、低密度（200 本/ha、400 本/ha）での植栽により、今後肥大成長すると考えられる。また、センダンの初期保育にとって重要な「芽かき」を適期に実施する必要がある。

➤ コウヨウザンの苗木について

コウヨウザンの苗木は、全て広島県樹苗農業協同組合より手配した。根元径は、1 年生平均 0.5 cm、2 年生平均 0.8 cm、樹高は 1 年生平均 18.4 cm、2 年生平均 44.0 cm、形状比は、1 年生平均 42、2 年生平均 52 であり、センダンに比べて、形状比が低い傾向にあった。

➤ 両苗木について

センダン並びにコウヨウザンは、全て同一の事業者より手配をしており、形状に大きな差はなかった。そのため、今後の成長については、植栽地の地理的条件（斜面方位や土壌条件、気象条件等）や周辺の病虫獣害、植栽密度の影響により差が出てくると考えられる。

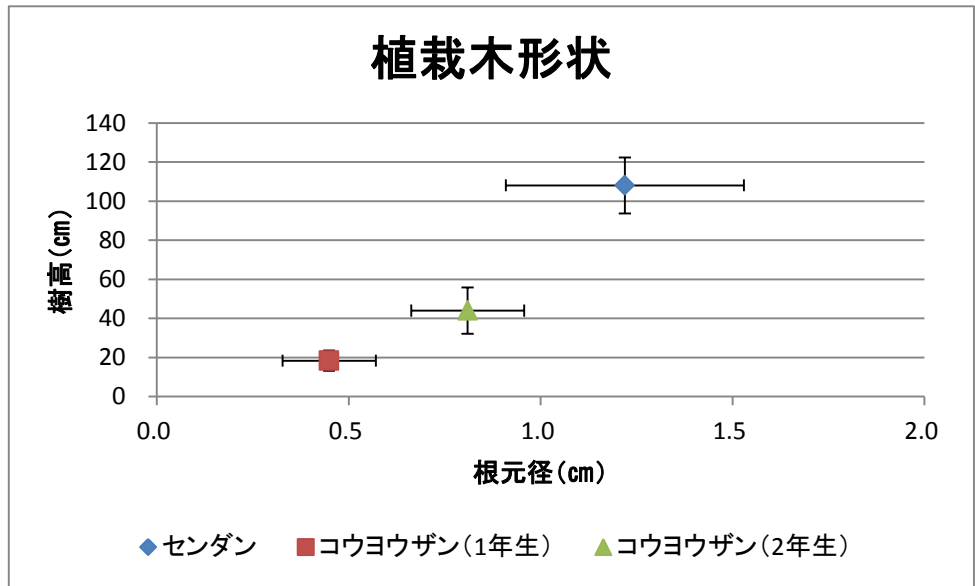


図 33 植栽した苗木の形状 (平均)

表 16 苗木の形状

	センダン(207本)		
	根元径 (cm)	樹高 (cm)	形状比
平均	1.22	108.1	93
標準偏差	0.31	14.3	22
最大	2.40	140.3	189
最小	0.60	55.5	47
	コウヨウザン		
	1年生(125本)		
	根元径 (cm)	樹高 (cm)	形状比
平均	0.45	18.4	42
標準偏差	0.12	5.3	12
最大	1.00	28.0	73
最小	0.20	3.5	12
	2年生(52本)		
	根元径 (cm)	樹高 (cm)	形状比
平均	0.81	44.0	54
標準偏差	0.15	11.8	11
最大	1.10	70.0	81
最小	0.60	19.0	27

6.2.2. 植栽作業等の生産性

全実証地の植栽作業等の生産性を表 17 に示した。

最も地拵えに人工を要したのは富山県（12.1 人工）で、最も要さなかったのは広島県（2.0 人工）であった。富山県では、前生林分の残材が多く残っていたことが、地拵えの時間を要したと考えられる。広島県では、若干の灌木と草本類のみを処理するだけであったことが時間を要さなかったと考えられる。そのため、実証地の前生林分伐採後の処理の違いが要因と考えられる。

熊本県は、荒廃農地に対して非農地通知を取得してセンダン植栽を実施した実証地である。元は農地であるため、交通の便は非常に良いが、木本樹種等の灌木処理を含めた地拵えであったため、9.0 人日/ha の地拵え生産性となったと考えられる。

コウヨウザンに比べてセンダンの植栽生産性が著しく低いのは、センダンの苗木は大きく深く掘削しなければいけないことが要因と考えられる。

表 17 植栽作業等の生産性一覧

地域	樹種	面積 (ha)	傾斜 (°)	地拵え			植栽				
				総人工数 (人工)	生産性 (人日/ha)	種類	総人工数 (人工)	本数 (本)	面積 (ha)	生産性 (本/人日)	使用器具
富山県	コウヨウザン	0.45	17-26	12.1	26.8	人力	4.1	720	0.45	174	唐グワ
広島県	コウヨウザン	0.43	20-27	2.0	4.7	人力	5.0	645	0.43	129	唐グワ
宮崎県	コウヨウザン	0.51	27-34	7.6	14.9	人力	3.3	787	0.51	236	唐グワ
熊本県	センダン	0.45	0	4.1	9.0	機械	2.7	105	0.45	39	唐グワ
宮崎県	センダン	0.54	17-30	5.0	9.3	人力	5.3	160	0.54	30	唐グワ

6.2.3. 植栽作業等のコスト

全実証地の植栽経費を表 18 に示した。

シカやウサギなどの獣害対策として、地拵えと植栽以外に、広島県と宮崎県の 3 地域については、防護柵を設置した。また、地域により諸経費（間接費や資材費）などに差があるため、表 18 では地拵え・苗木代・植栽費の 3 工程のみのコストを算出した。

最もコストが高かったのは、富山県であった。富山県は急傾斜かつ前生林分の残材処理が多かったことが地拵え費用が高価であった要因と考えられる。熊本県で地拵え費用が高価であった理由は、機械による地拵えであったためと考えられる。

表 18 植栽作業等コスト一覧

No.	地域	樹種	規格	工程①	内訳					工程②	内訳				
					数量	単位	単価(円)	経費(円)	備考		数量	単位	単価(円)	経費(円)	備考
1	富山県立山町	コウヨウザン	裸苗	地拵え(円/ha)	1	ha	400,000	400,000	地拵えは、人力	地拵え(円/ha)	1	ha	400,000	400,000	地拵えは、人力
				苗木(円/本):1年生	1,600	本	77	123,200		苗木(円/本):2年生	1,600	本	166	265,600	
				植栽(円/本)	1,600	本	94	150,000		植栽(円/本)	1,600	本	131	210,000	
				計	1	ha	-	673,200		計	1	ha	-	875,600	
2	広島県北広島町	コウヨウザン	裸苗	地拵え(円/ha)	1	ha	57,813	57,813	地拵えは人力(刈払いのみ)	地拵え(円/ha)	1	ha	57,813	57,813	地拵えは人力(刈払いのみ)
				苗木(円/本):1年生	1,500	本	77	115,500		苗木(円/本):2年生	1,500	本	166	249,000	
				植栽(円/本)	1,500	本	86	128,291		植栽(円/本)	1,500	本	103	153,949	
				計	1	ha	-	301,604		計	1	ha	-	460,762	
3	宮崎県宮崎市	コウヨウザン	裸苗	地拵え(円/ha)	1	ha	83,800	83,800	地拵えは、人力	地拵え(円/ha)	1	ha	79,810	79,810	地拵えは、人力 植栽費は1年生の単価を利用
				苗木(円/本):1年生	1,600	本	77	123,200		苗木(円/本):2年生	1,600	本	166	265,600	
				植栽(円/本)	1,600	本	74	118,400		植栽(円/本)	1,600	本	74	118,400	
				計	1	ha	-	325,400		計	1	ha	-	463,810	
4	熊本県天草市	センダン	裸苗	地拵え(円/ha)	1	ha	354,397	354,397	地拵えは人力及び機械	地拵え(円/ha)	1	ha	354,397	354,397	地拵えは人力及び機械
				苗木(円/本)	200	本	110	22,000		苗木(円/本)	400	本	110	44,000	
				植栽(円/本)	200	本	320	64,000		植栽(円/本)	400	本	320	128,000	
				計	1	ha	-	440,397		計	1	ha	-	526,397	
5	宮崎県宮崎市	センダン	裸苗	地拵え(円/ha)	1	ha	79,810	79,810	地拵えは、人力	地拵え(円/ha)	1	ha	79,810	79,810	地拵えは、人力
				苗木(円/本)	200	本	110	22,000		苗木(円/本)	400	本	110	44,000	
				植栽(円/本)	200	本	74	14,800		植栽(円/本)	400	本	74	29,600	
				計	1	ha	-	116,610		計	1	ha	-	153,410	

7. 植栽・保育に関するガイドラインの作成に向けた検討

7.1. ガイドライン作成の目的

多様で健全な森林への誘導や林業の成長産業化に向けて、早く大きく成長する早生樹への期待が高まっており、主伐後の再生林の実施のほか、農地として再生利用が困難な荒廃農地の森林としての利用に当たっても、多面的機能を発揮させる観点から、早生樹の本格的な利用に向けた取組を進めることが重要となっている。そのような中、早生樹に関する研究事業や実証調査が盛んになってきているが、本格的に研究等が開始されて日が浅く、育苗、植栽立地、施業体系等不明な点が多い。また、研究情報等も一元的に整理されていない。

本事業では、3年間で実施する実証的な調査等を通して得られた結果を基に、早生樹利用による森林整備のための、植栽・保育に関するガイドラインを作成することを目的としており、本年度は、ガイドライン作成に向けた検討を行うこととした。

7.2. 考察

最終年度（平成31年度）にガイドラインを作成するために、本年度は全体的なガイドラインとりまとめのイメージを整理した。併せて、本年度は、本事業における早生樹の位置づけ、樹種毎の留意点及び荒廃農地における植栽について取りまとめた。

7.2.1. 全体的なとりまとめ

全体的なとりまとめとして、以下を検討することとする。

- 対象者
 - ✓ 都道府県などの行政における施策担当者を対象として、記載内容を検討
- ガイドラインの内容
 - ✓ 早生樹利用のメリット、デメリット、留意点（施業上、利用上等）の記載内容を検討
 - ◇ 苗木生産と需給の現状と課題
 - ◇ 植栽・初期保育・その後の育林
 - ◇ 利用など（流通している材の規格や要望のある規格）の現状と課題
 - ✓ コストと生産性について、実証的植栽試験の結果を基に記載内容を検討

本事業で作成するガイドラインの対象者については、森林施業に係る計画を長期的な視野で立案実行可能な方と想定し、その想定される人物が理解・選択・実行が可能となる内容として取りまとめることを検討している。

ガイドラインの記載項目については、次年度でも内容の精査が必要となるが、大きな枠

組みとして、苗木・植栽・保育・コストと生産性・利用等の観点でとりまとめ、早生樹利用に関するメリット・デメリット・留意点をいう区分で整理していく必要があると考える。また、4樹種（ヤナギ類、センダン、コウヨウザン、チャンチンモドキ）については、本事業の調査結果を基に、可能な限り、樹種特性や立地適応性や初期保育を体系的に整理する必要があると考える。

7.2.2. 早生樹の位置づけ

早生樹の位置づけとして、本事業における「早生樹」の定義を設定する必要がある。そこで、文献調査結果を活用して、早生樹を定義しているものを抽出して以下に整理した。

- 横尾謙一郎（2002）『センダンの枝の成長特性について』
 - ✓ 成長が早く収穫までの期間が比較的短い
- 松村ら（2006）『チャンチンモドキの肥大成長と比重』
 - ✓ 高炭素固定能を有する
- 岩崎ら（2012）『早生樹－産業植林とその利用－』
 - ✓ 工業用原木の生産を目的に高い材積成長速度をもつ樹種で、5年弱から20年程度で収穫期を迎える
- 大分県農林水産研究指導センター（2015）『早生樹を用いた短伐期林業の手引き』
 - ✓ 初期の樹高成長量、伐期までの材積成長量が大きな樹種
- 近畿中国森林管理局（2017）『早生樹造林のための技術開発について』
 - ✓ 短伐期で用材の収穫が可能、高収益
- 松本純（2017）『早生樹を活用した短伐期林業に関する研究』
 - ✓ 初期成長量の大きい樹種、下刈り回数の削減が見込まれる
- 日本林業技術協会（2001）『森林・林業百科事典』
 - ✓ 成長の早い経済樹種で、通常、年平均成長量（MAI）が15～20t/ha以上のもの
 - ✓ 成長は早いが寿命が短く、病虫害の被害を受けやすい
 - ✓ 成長が早いため、土壌からの養分収奪も大きく、土壌を疲弊させる欠点を持つ可能性あり

早生樹の位置づけとして、「成長が早い」以外は、樹種や生産目標によって大きく異なる。検討委員会の委員からの意見としても、「伐期や収穫期等のキーワードを入れるかどうか」や「明確な連年成長量を記載する必要があるではないか」など、様々な意見があった。そこで、本事業の最終年度で作成するガイドラインでは、成長が早いことのみを早生樹の共通する項目として、樹種毎に位置づけを定義することで検討していくこととなった。

7.2.3. 樹種毎の留意点

(1) センダン

- 近年の研究結果によると、土壌水分や養分が豊富な谷筋や平地で成林し、斜面上部や尾根上等では成長が不良
- 芽かきにより通直な材の生産が可能
- 保育間伐回数を軽減するため、植栽密度は 400 本/ha にすることも可能
- 春（4 月～5 月）の芽かきと秋（10 月）の芽かきの、年間 2 回実施で、幹曲りの発生を軽減し、秋芽かきのみの場合は幹曲り
- 芽かきをしなければ、萌芽枝により幹が 2 俣以上になり、通直な材として利用できなくなる可能性が高い
- センダンこぶ病は、風当たりの程度をコントロールすることで、被害軽減の可能性
- ケヤキの代替材として注目されており、木目も綺麗で家具材として期待

(2) コウヨウザン

- 生育の適地は、照葉樹林帯、年平均気温 12℃以上、温かさ指数 90 以上、寒さ指数-15 以上の地域で植栽可能と推定
- 現存するコウヨウザン林分は、関東地方、近畿・東海地方から北陸地方にかけての地域に多く植栽されており、年降水量においては、約 1,000～3,000mm の範囲に植栽されているため、日本の気候では制限要因にはなっていないことが示唆
- 広島県庄原市における斜面上部と斜面下部の林分では、斜面下部の方が樹高・胸高直径は大きい。風害によるものと考えられる斜面上部の折れの平均高さは、斜面上部で 11.9±3.8m、斜面下部で 22.3±3.7m であり、折れ発生割合はそれぞれ、26%と 5%となっており、斜面下部の方の風害リスクが少ない可能性あり
- 2～3 回の萌芽更新が可能
- スギの成長量と比較されることが多い
- 広島県庄原市の事例では、52 年生の林分材積が 1,006m³/ha という結果あり。当該地域のスギ材積表と比較すると倍以上の材積量であり、静岡県南伊豆町の事例では、68 年生の林分材積が 597m³/ha という報告あり。当該地域のスギ材積表と比較すると半分以下の材積量となっており、コウヨウザン林分すべてが高い林分材積を有するわけではない。
- 育苗方法や管理方法等、不明な点も多く、コウヨウザン既存林分で 50 年生など林齢の高い林分が少ないため、全てのコウヨウザンにおいて林分材積がスギよりも高いという結果は報告されていない
- 材の強度（ヤング率）については、スギより高いという報告がある一方で、品質的に材質の低い未成熟材部分の存在も報告
- 実証試験を実施する必要がある樹種ではあるが、他方、中国では多く流通している樹

種

- 初期成長時において、ウサギによる食害が発生しており、獣害対策の必要あり
- 風害により幹折れや俣になる場合があり、スギやヒノキと異なり、折れたところより萌芽して箒状の樹形となる。そのため、尾根筋や斜面上部などではなく、風の弱い斜面下部などへの植栽が必要
- 萌芽更新により成林した高知県土佐清水市のコウヨウザン植栽地では、調査プロット内のコウヨウザンは全て株立ちしており、周辺を確認した結果、概ね株立ちしていた。そのため、萌芽更新により用材生産をする場合は、萌芽枝の整理が重要となってくる可能性あり

7.2.4. 荒廃農地における植栽

本年度の実証的植栽において、荒廃農地へセンダン植栽を実施した。前述した 6.1.4 (7)にあるように、農業委員会を通じて、正式に手続きを踏むことで非農地通知を取得することが可能であり、荒廃農地への植栽が可能となる。

荒廃農地へのセンダンの植栽については事例が多くなく、先駆的な事例の一つと考える。そこで、参考として本実証地の場合でのポイントを以下に整理した。

- 荒廃農地の植生（木本、草本）の状況確認
 - ✓ どのような種が繁茂しているかが重要
- 非農地通知交付申請書を提出
 - ✓ 土地所有者の情報と土地の正確な面積が必要
- 農業委員会による審議
- 非農地通知を取得

元は農地のため、林地と比較して車両が入り易い場所が多く、グラップルなどを使用した機械地拵えが容易に導入可能である。しかし、雑草木が繁茂している事業地では、木本樹種の整理伐も含めて実施する地拵え自体が容易とは言い切れない。

荒廃農地で実証的植栽を行った熊本県天草市 (No.3) の例では、地拵え経費では、354,397 円/ha (税抜) かかっており、熊本県の標準単価表の 284,000 円/ha (税抜、共通仮設費 7.5% 込) と比較すると、地拵えが容易ではなかったことが想像できる。

また、平坦地である熊本県天草市 (No.3) の地拵えの生産性は 9.0 人日/ha であり、雑草木繁茂状況が違うため単純に比較はできないが、実証的植栽地の急傾斜である宮崎県高岡町 (No.5) の人力地拵え生産性が 9.3 人日/ha であることから、地拵えに時間を要しており、容易ではなかったことが推測される。

植栽生産性は、39 本/人日であり、実証的植栽地の宮崎県高岡町 (No.5) では 30 本/人日であったので、植栽生産性に大きな差はないと言える。

荒廃農地は、林地と比較して交通の便が良い場合が多く、施業全般が実施しやすい環境であり、平地であれば下刈りや除間伐を実施する場合でも身体的な負担は低いと考えられる。

今後の課題

早生樹利用において期待されているもののひとつに「短伐期で高い生産力」というものがある。短伐期施業の導入が必ずしも高い生産力を生むとは限らないが、早く成長する早生樹では、スギやヒノキと比較して、植栽後から成林して林冠閉鎖する期間が短いことが予想される。しかし、短伐期施業については、過去に大規模な試験が実施されたが良好な結果は得られなかったことが報告されている。その研究は 1962 年より開始され、旧林業試験場（現森林総合研究所）と林野庁とが共同で実施した「合理的短期育成林業技術の確立に関する試験」である。この事業は「合短」と呼ばれ、短期間で単位面積当たりの収穫量の向上を目的（伐期短縮・生産力増強）として、全国 50 カ所に試験地が設定された。対象樹種は、カラマツ、コバノヤマハンノキ、アカマツ、スギ、アカシア類と、成長の早い樹種が対象とされた。試験期間は調査周期を 7 年おきと設定し、28 年又は 35 年間であった。それぞれの樹種毎に生産収穫目標を設定（15 年伐期又は 30 年伐期）し、丁寧な地拵え、施肥（一部樹種）、薬品による病虫獣害対策、下刈りを定量的に実施した。この結果、調査最終年とされていた 28 年目までに試験地としてデータ収集が可能な地域は 9 箇所であった。残りの 41 箇所については、諸被害（病虫獣害や気象害、ツル巻被害等）により試験途中でやむなく廃止された。この試験において、森林総合研究所研究報告第 379 号では、失敗原因を「計画実施のプロセスが短期間であったこと、短期育成試験地とし最適な条件を揃えられなかったこと」とし、長期試験における試験の初期設計の重要性を論じている。

そこで、本事業では、これらの試験結果を考慮して、試験地設計を地域や樹種にあったものとし、かつ、本事業終了後においても、適切に管理が実施されるように、所有者、施業実施者及び関係者に協力を求め、理解を得た上で、実証的植栽試験を実施していく必要がある。

また、本事業で実施したそれぞれの項目についての課題を以下にとりまとめる。

➤ 文献調査について

早生樹に関する文献は、本年度で概ね収集整理分析した。しかし、これから公表されるものや収集できなかった資料などが存在する。そのため、今後もデータ蓄積のための情報収集する必要があると考える。

➤ 既存植栽地の調査について

本年度は、センダン及びコウヨウザンの試験地を調査した。ヤナギ類については北海道が多く、チャンチンモドキについては現状では大分県、宮崎県のみで確認ができている。来年度は、センダン及びコウヨウザンの既存植栽地を追加調査し情報を蓄積するとともに、可能な範囲でヤナギ類及びチャンチンモドキの既存植栽地についても調査する必要があると考える。

➤ 種苗生産の実態把握調査について

種苗生産に関する情報は、本年度で概ね網羅された。しかし、調査時に、苗木生産及び育苗に関する課題が得られたため、実際の生産者や県の種苗組合に対して、個別にヒアリングをすることで更なる課題や他地域への参考となりうる情報が得られる可能性が高い。また、川上（生産者）～川中（植栽などの事業者）～川下（木材業界等のユーザー）の流れの中で、本年度については、川上側の情報のみ収集しているため、川中や川下側に対する情報収集も必要であると考ええる。

➤ 実証的植栽試験について

本年度の植栽樹種は、センダンとコウヨウザンであった。次年度においては、植栽地の初期保育（芽かきや下刈り等）を実施するとともに、新たに試験地を設けて、植栽することが望ましい。また、可能であればヤナギ類やチャンチンモドキについても検討する必要があると考ええる。

平成 29 年度
早生樹利用による森林整備手法検討調査委託事業
報告書

平成 30 年 3 月
(発行) 林野庁

(作成) 一般社団法人 日本森林技術協会
〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地
TEL (03) 3261-5281 (代表) / FAX (03) 3261-5393
<http://www.jafta.or.jp>

