

平成 26 年度

低コスト造林技術実証・導入促進事業

# 低コスト造林事例集



平成 27 年 3 月

林野庁



<b>東北地方</b>	<b>1</b>
1 東北地方 聞き取り調査－小比内山国有林（秋田県湯沢市）	2
1.1 事業地概要	2
1.2 現地作業	7
1.3 事例から見える『低コスト造林』に向けた要点	12
<b>関東地方</b>	<b>13</b>
2 関東地方 聞き取り調査－梅香沢国有林（茨城県城里町）	14
2.1 事業地概要	14
2.2 現地作業	19
2.3 事例から見える『低コスト造林』に向けた要点	26
<b>近畿中国地方</b>	<b>27</b>
3 近畿中国地方 実測調査－久賀山国有林（広島県福山市）	28
3.1 事業地概要	28
3.2 現地作業	33
3.3 従来型施業箇所	40
3.4 一括発注と従来型発注の比較	48
3.5 まとめ	49
<b>九州地方～北九州編</b>	<b>51</b>
	<small>さとよしにしのため</small>
4 九州地方 実測調査1－ <u>里美西ノ岳</u> 国有林（長崎県佐世保市）	52
4.1 事業地概要	52
4.2 現地作業	57
4.3 従来型施業箇所－対照地：篠栗町民有林（福岡県篠栗町）	65
4.4 一括発注と従来型作業の比較	71
4.5 まとめ	72
5 九州地方 聞き取り調査1－扇山国有林（大分県九重町）	73
5.1 事業地概要	73
5.2 現地作業	78
5.3 事例から見える『低コスト造林』に向けた要点	82
<b>九州地方～南九州編</b>	<b>83</b>
	<small>しらきかわち</small>
6 九州地方 実測調査2－ <u>白木川内</u> 国有林（鹿児島県出水市）	84
6.1 事業地概要	84
6.2 現地作業	89

6.3	従来型施業箇所一対照地：旧財部町民有林（鹿児島県曾於市）	97
6.4	一括発注と従来型発注の比較	104
6.5	まとめ	105
<b>7</b>	<b>九州地方 聞き取り調査2－旧末吉町民有林（鹿児島県曾於市）</b>	<b>106</b>
7.1	事業地概要	106
7.2	現地作業	111
7.3	事例から見える『低コスト造林』に向けた要点	114

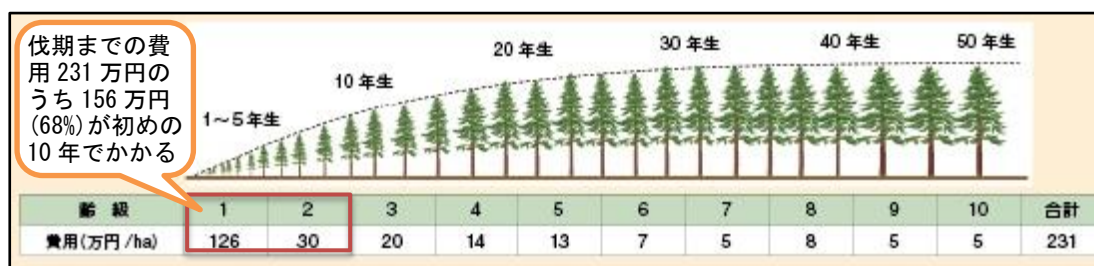
## ■ はじめに

本事例集は、平成 26 年度 低コスト造林技術実証・導入促進事業の成果として作成したものです。

国内の人工林が利用可能な成熟段階に入る中、森林の持つ災害の防止や水源のかん養などはたらしを高めながら、林業生産活動を営んでいくためには、次のような課題を克服することが重要となっています。

- ① 再造林面積の増大への対処
- ② 森林経営の採算性の向上
- ③ 国際競争力の強化

これらの課題の中でも、とりわけ①の再造林面積の増大への対応については、植付けから下刈りまでの植栽後 10 年間の造林・保育経費が、全工程の 7 割程度のコストがかかっていることから（下図）<sup>1</sup>、林業生産活動を持続的に進めていくためには、如何にこの再造林経費を削減し、森林経営の採算性の向上と国際競争力を持たせていくかが重要となっています。



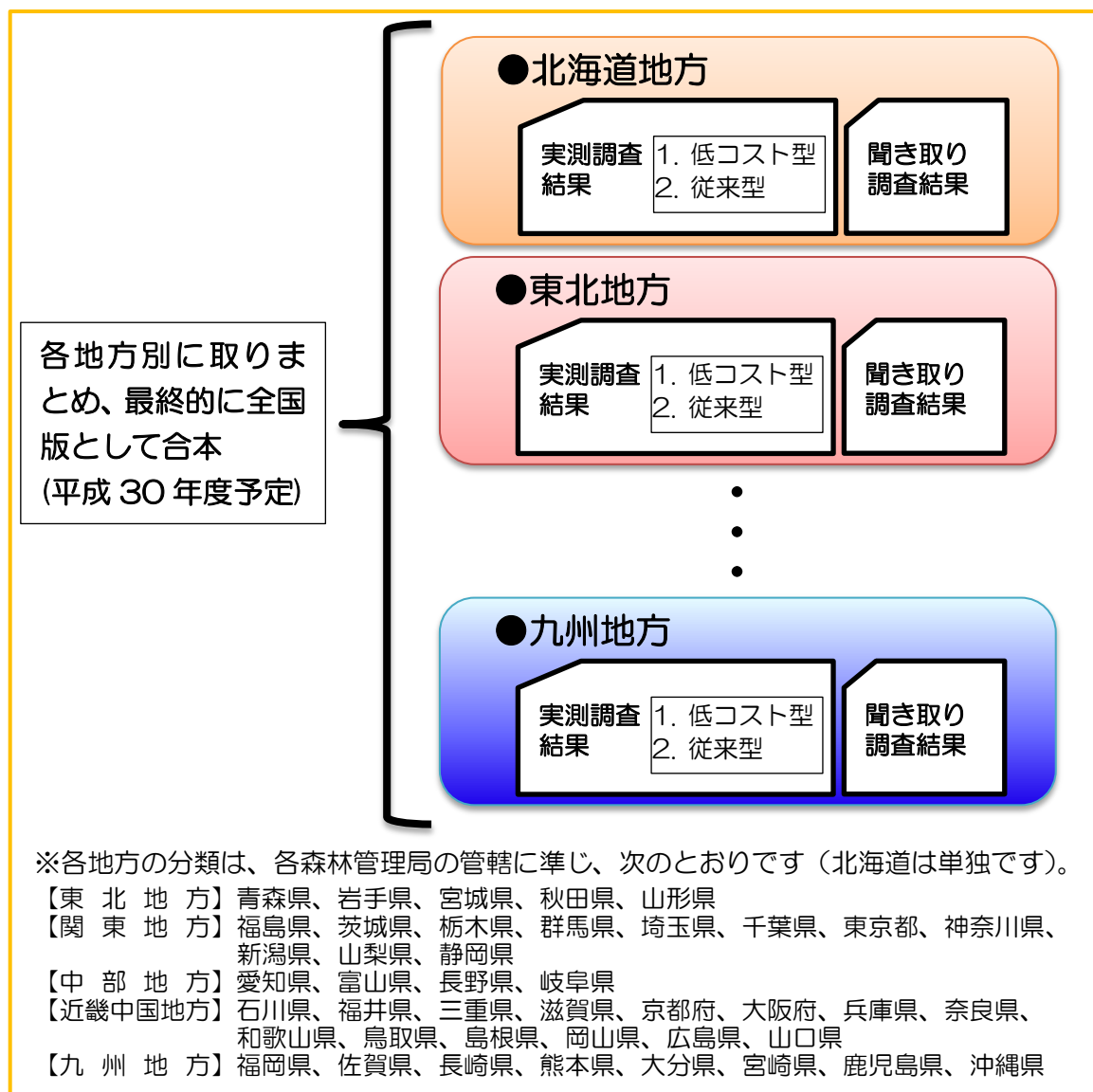
本事例集では、再造林経費の削減のための低コスト造林技術の中でも、とりわけその普及が期待される『伐採と地拵えの一体化』に焦点を当て、今までそれぞれの作業を分割して実施してきたこれまでの事例（以降、従来型）と比較することで、どの程度の効果が期待されるのかを中心に紹介しています。

また、我が国の森林は、地域によって様々な特性があることから、この事例集では全国の 5 地方の取組みを紹介しています。但し、山の扱いは“現場毎に異なる”ものなので、同じように取組んでも、同様の結果が得られるとは限りません。各事例の情報や作業実施時の諸条件などを十分に把握した上で、それぞれの現場の状況に応じて、各事例を活用されるようお願いいたします。

<sup>1</sup> 農林水産省(2011):平成 20 年度林業経営統計調査報告。

## ■ 本事例集の構成

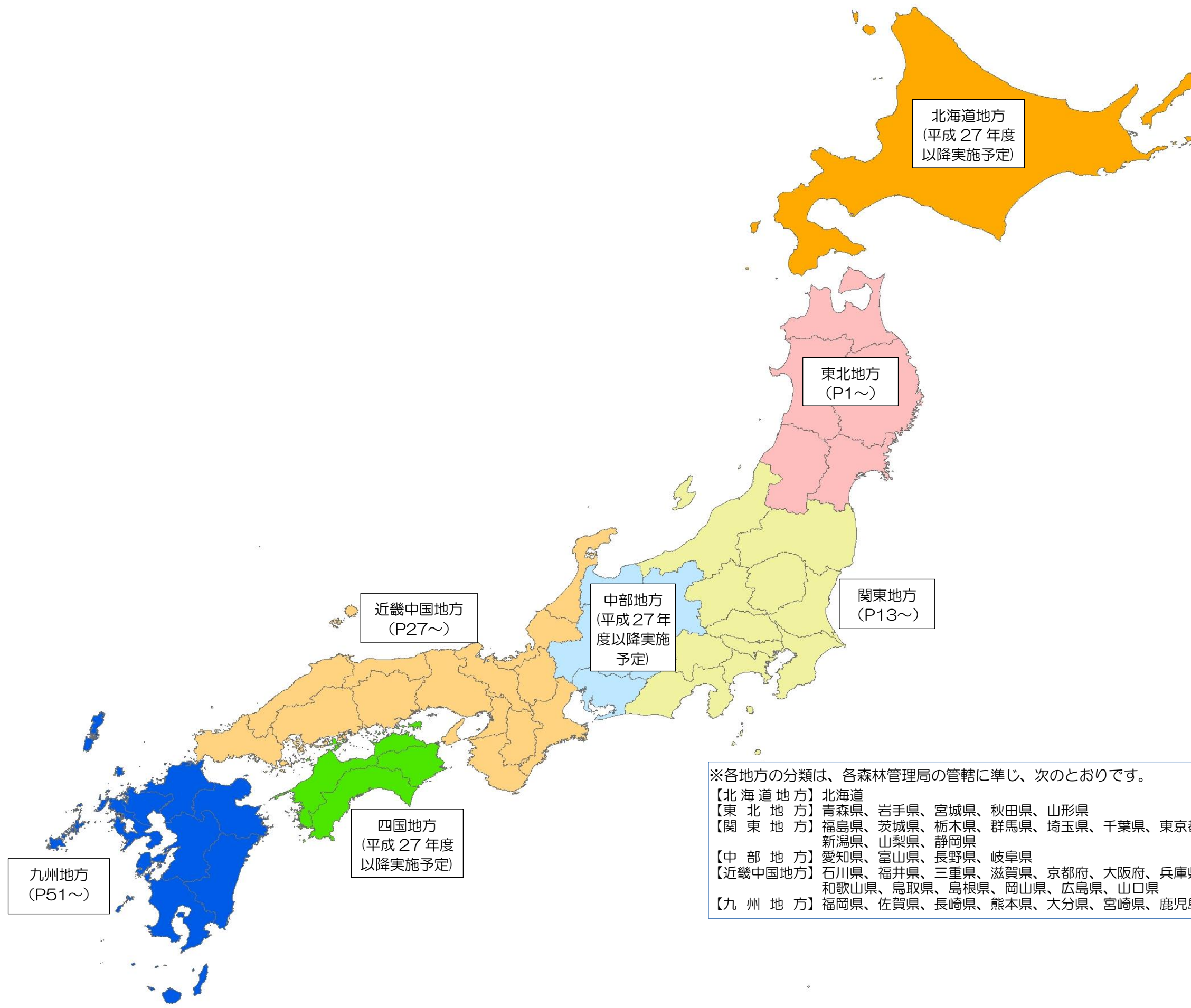
本事例集の構成は、最終的に下図のように、各地方別に取りまとめられた内容がまとまる予定です。



平成26年度の実施項目は、次のとおりです。

- 東北地方 聞き取り調査
- 関東地方 聞き取り調査
- 近畿中国地方 実測調査
- 九州地方 実測調査1
- 九州地方 実測調査2
- 九州地方 聞き取り調査1
- 九州地方 聞き取り調査2

なお、上記以外の地域・項目については、平成27年以降に順次、実施予定です。



※各地方の分類は、各森林管理局の管轄に準じ、次のとおりです。

【北海道地方】北海道  
【東北地方】青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県  
【関東地方】福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、静岡県  
【中部地方】愛知県、富山県、長野県、岐阜県  
【近畿中国地方】石川県、福井県、三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県  
【九州地方】福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県





# 東北地方



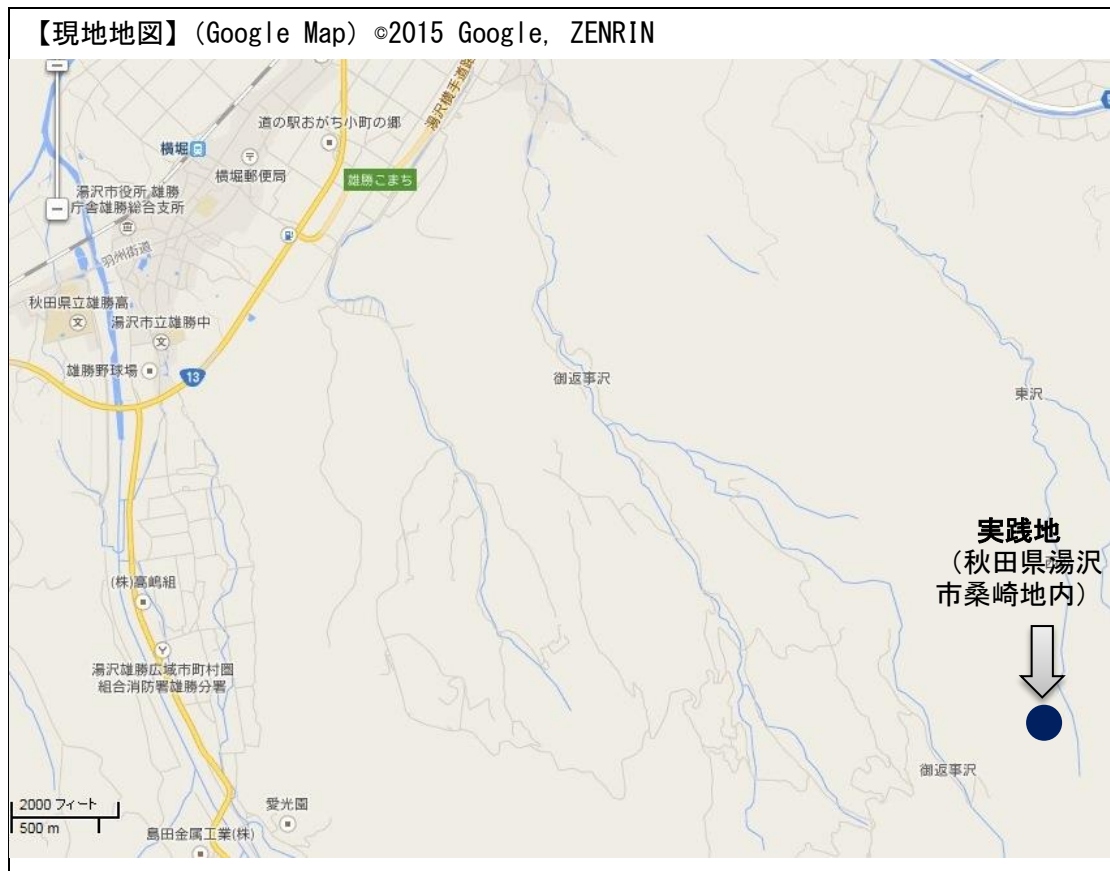
※東北地方には、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県が含まれます

# 1 東北地方 聞き取り調査—小比内山国有林(秋田県湯沢市)

## 1.1 事業地概要

項目	名称・データ等
事業形態	国有林における森林整備事業（誘導伐・密着造林型）
事業箇所	秋田県湯沢市桑崎字小比内山国有林 湯沢支署 20 そ林小班
対象面積	4.38 ha
標高	401～600 m
平均斜度	中（11～20°）
主な土壌	森林土壌
局所地形	山腹斜面
前生樹種	スギ
地表植生	かん木あり（ササなし）
獣害	特になし

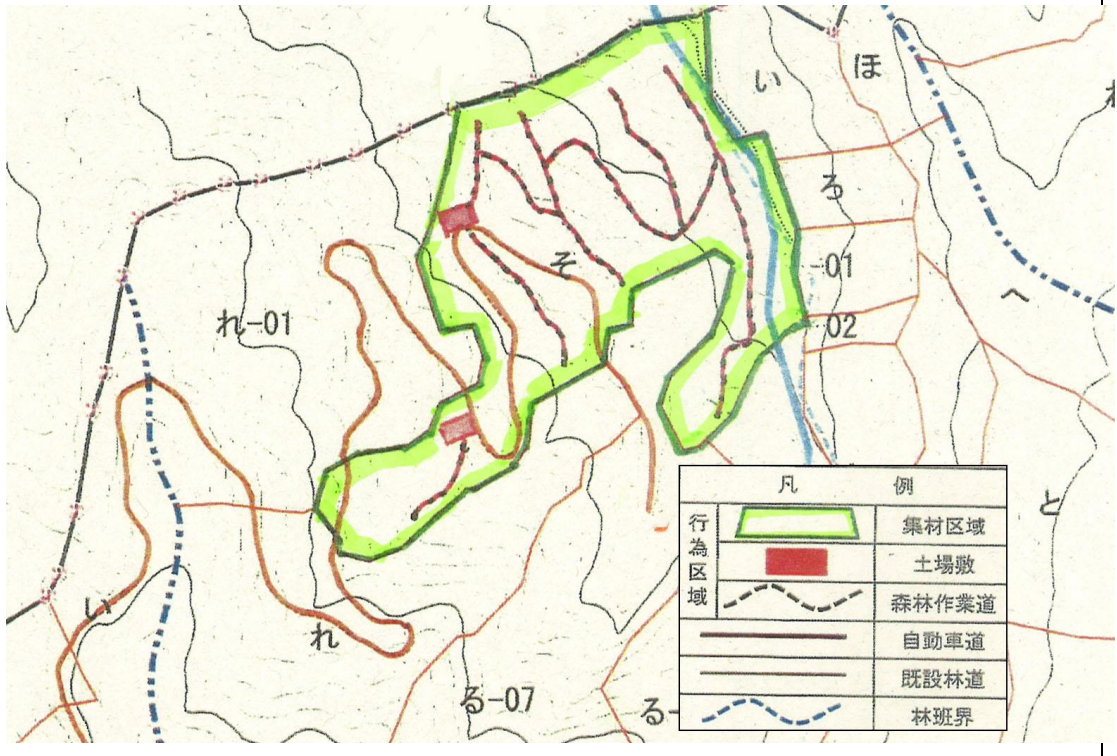
### 1.1.1 現地位置図



【衛星写真】（平成 26 年 8 月 3 日撮影、Google Earth）©2015 ZENRIN



【1/5000 基本図】



### 1.1.2 立地環境

秋田杉で有名な秋田県内の南東部に位置する湯沢市（旧雄勝町）は、岩手県、宮城県、山形県の県境に近い立地である。秋田県内陸部を南北に縦断する国道 13 号が近接しており、山形県最上地方に立地する製材所等へのアクセスは良好である。既設の横手湯沢道路の「雄勝こまち IC」と、東北中央自動車道の「尾花沢 IC」間の国道 13 号が整備されれば、東北各地へのアクセスが格段に向上することが期待されている。

低コスト造林技術に対しては、東北地方内では宮城県、岩手県に次いで先進的な取り組みを行う体制を整え、東北森林管理局秋田森林管理署湯沢支署管内では、平成 25 年度からモデル的な施業実施が開始されている。

#### 【現地の地形】

対象林小班まで通ずる林道の上側斜面は、概ね 20° 未満の緩斜地が多く、反対に林道の下側斜面は、20° 以上の急斜地が多い傾向である。標高は約 500m である。地質は一般的な森林土壌である。

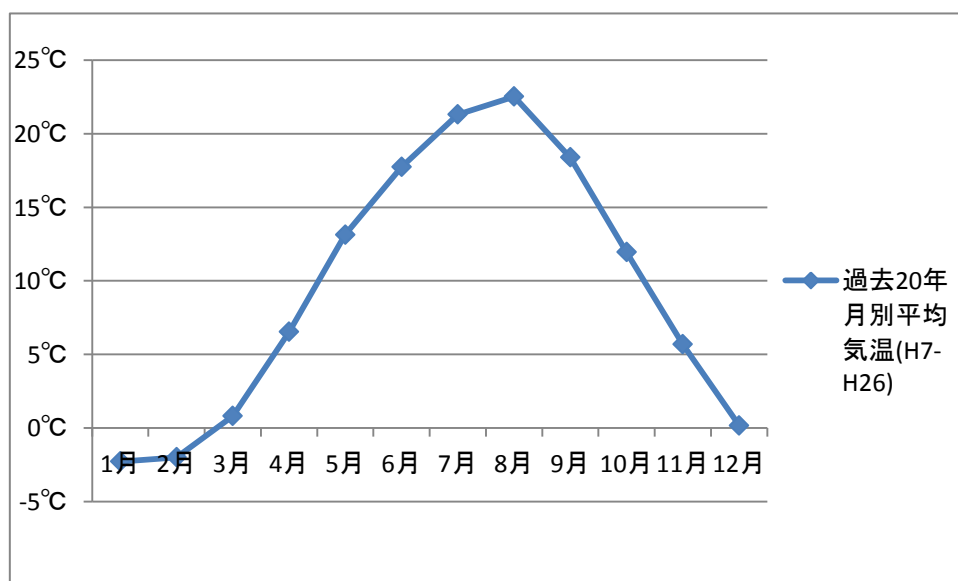
#### 【現地の気象】

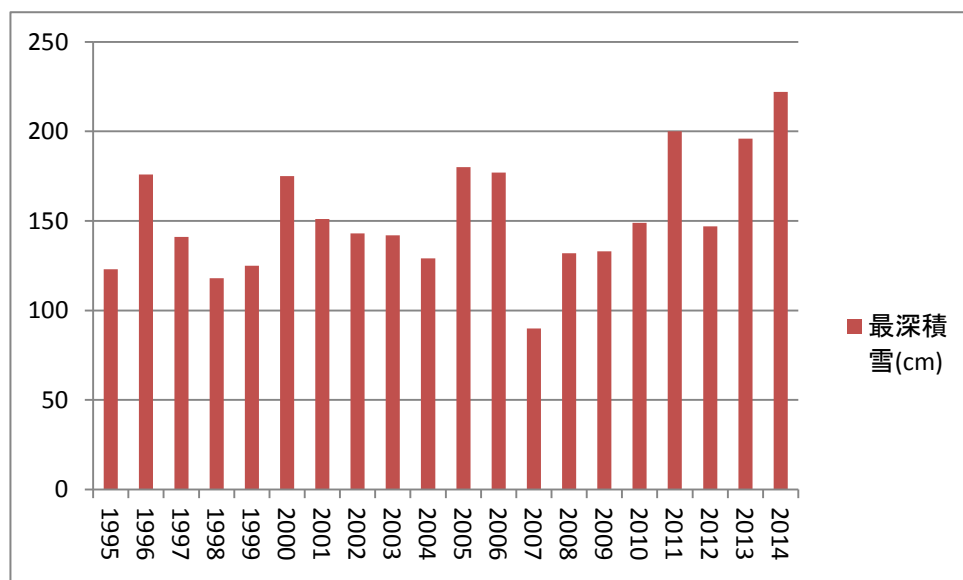
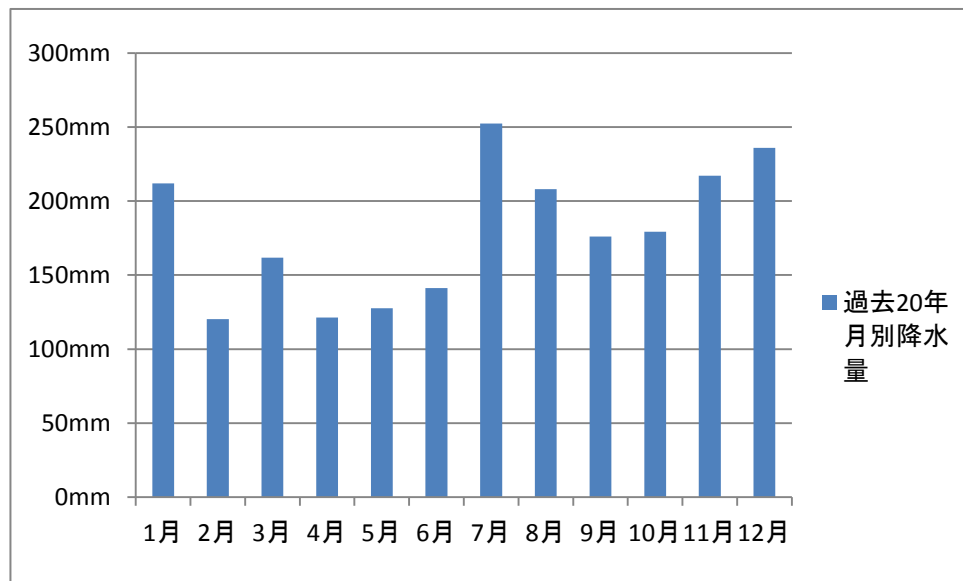
対象地に最も近いアメダス観測地点は、秋田県湯沢市内にある『湯の岱』（標高 335m）である。湯の岱における平成 7 年から 26 年までの年平均気温は 9.5℃で、内陸性の気候を示し、気温の差が大きいのが特徴である。特に 1 月と 2 月は共に氷点下で、寒さが厳しい。対象地の標高は、アメダス設置地点より約 170m 高いので、気温の低減率(-0.6℃/100m)を考慮すると約 1.0℃冷涼になるため、現地の年平均気温は約 8.5℃と考えられる。

年平均降水量は 2,152mm で、冬季の積雪期（11 月～1 月）や、梅雨時辺り（7 月～8 月）に降水量が多い傾向がある。

湯の岱における冬季の積雪深は、170cm を超える多雪の年が概ね 5 年サイクルで到来していたが、昨年度は 200cm を超える大雪となった。

以上から、植付けは土壌が凍結せず、積雪のない時期に実施するのが妥当である。

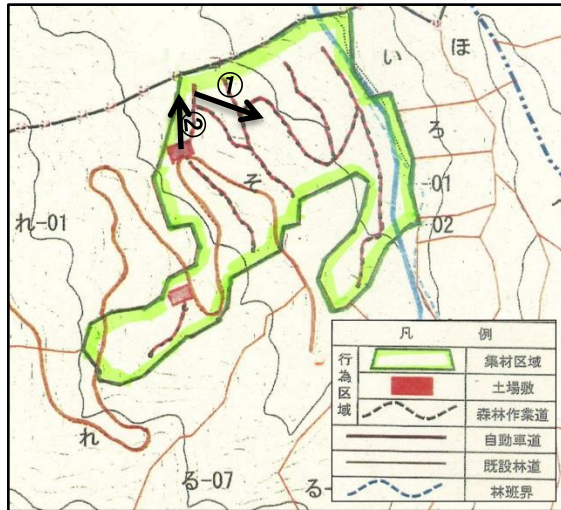




【前生樹種】

この地方では、スギが中心に植栽されており、当林分もスギ 100%で植えられていた。

1.1.3 現地写真



(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

①森林作業道から  
斜面下部の伐採  
現場及び作業道  
作設の状況




②斜面上部の緩斜  
地



## 1.2 現地作業


### 1.2.1 伐採作業

【伐採の事前作業】




先行刈払い  
刈払い機  
計 18 人工

※伐採時の作業効率性等を考慮し、伐採前に伐区内のかん木等を伐採。



イメージ写真

→



刈払い済みの  
広葉樹

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(18 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥270,000 （6 人セットで 3 日従事の場合）
- ・刈払機日額(燃料込) ¥1,260 × 6 台 × 3 日 = ¥22,680 （機械購入費 ¥78,000、償却 3 年、年間稼働日数 100 日、燃料費日額 ¥1,000）

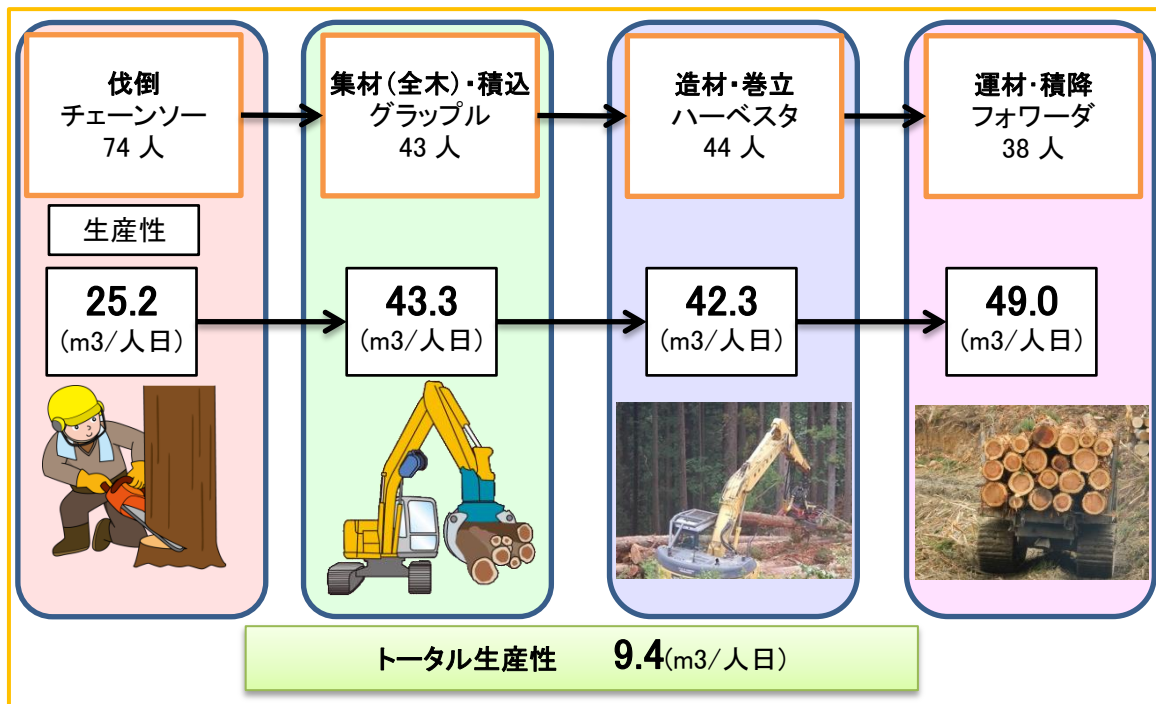


合計(推定) ¥292,680 (¥66,822/ha)

【伐採作業】

表 1.1 伐採に関する諸元（小比内山国有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 26 年 8 月 4 日～10 月 9 日
路網密度	200 (m/ha)
土場までの距離	平均 300 (m)
出材積・全人工	1,862 (m <sup>3</sup> ) (425(m <sup>3</sup> /ha))・199 人工
集積対象	素材、低質材（タンコロ、小径材）



【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(199 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥2,985,000

・¥9,942,000 (機械費+他経費)



合計(推定) ¥12,927,000 (¥2,951,370/ha)



【集積・枝条整理】



①タンコロや小径材は集積対象



②造材発生時の枝条は、森林作業道に敷設



③集材後の林床は、広葉樹小径木や伐倒時の梢端等が散乱



④残置の枝条は、機械で散らす

〔集積・枝条整理時のポイント〕

1. 全体的に傾斜が緩い為、作業道脇への全木集材や造材作業のポイントが作りやすい。
2. コスト的に見合う低質材（タンコロ、小径材等）の需要がある場合、搬出用に集積するため、林地残材は少なくなる（写真①、③）
3. ハーベスタ造材で大量に発生する枝条は、森林作業道の路面の攪乱防止の為、路面に敷設（写真②）。但し、事業終了後に車両が通行可能な状態にする必要がある場合もあるので、監督員との協議が重要となる。
4. 全木集材の後の林床には、先行刈払い時に、刈払い機が切断できなかった径の広葉樹や、伐採時に折れる梢端部などが散乱する（写真③）。
5. 林地に残置された末木枝条などは、集積する場合と散らす場合に分類される。

## 1.2.2 植付け作業

表 1.2 植付けに関する諸元（小比内山国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 26 年 10 月 6 日～10 月 19 日
苗種	スギコンテナ苗（実生）
植栽面積	4.38 (ha)
植栽本数・植栽密度	10,950 (本)・2,500 (本/ha)
植栽器具	改良型スペード（オリジナル）



①搬出時のフォワーダを、苗運搬に活用



②コンテナ苗の梱包状況



③自社開発のオリジナル植栽器具



④汎用プラスチック容器が苗袋の代用



⑤オリジナル植栽器具による植付け



⑥効率性のために、苗箱を置く拠点の配置と、作業者が持つ苗の数が重要

[植付け時のポイント]

1. 伐採作業時に使用した機械を活用することで、労働強度の軽減に資する(写真①)。
2. 裸苗と異なり、コンテナ苗は、根鉢部分の嵩張りと重量感がネック(写真②、④、⑥)。
3. 既存の植栽器具に、完全なものはないため、作業者の要望を満たすオリジナル植栽器具を開発するような姿勢が重要(写真③、⑤)。
4. コンテナ苗の重量が許容できる1人当たりの最大本数を、如何にして持ち運ぶかがポイント(写真④)。
5. フォワーダ等で林地に運び入れたコンテナ苗は、効率的に植付けられるよう要所に配置することが重要(写真⑥)。
6. 植栽本数を出役人工で単純に除した労働生産性は、**353 本/人日**となる。但し、作業者全員が終日植付けに従事している訳ではないので、この値は過小評価であることに留意。

**【所要人工・経費例】**（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(31 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥465,000(推定)

・コンテナ苗 ¥160 × 10,950 本 = ¥1,752,000

・フォワーダ日額 (¥22,600+燃料 500 × 130 円) = ¥29,100(推定) (機械経費及び燃料は、既往報告<sup>1</sup>や他社実績より算出)



**合計(推定) ¥2,246,100 (¥512,808/ha)**

**【所要総人工・経費総額例】**

・**人工**: 先行刈払い 18 人工 + 伐倒搬出 199 人工 + 植付 31 人工

・**経費**: 先行刈払い ¥292,680 + 伐倒搬出 ¥12,927,000 + 植付 ¥2,246,100



**人工合計 248 人 (56.6 人/ha)**

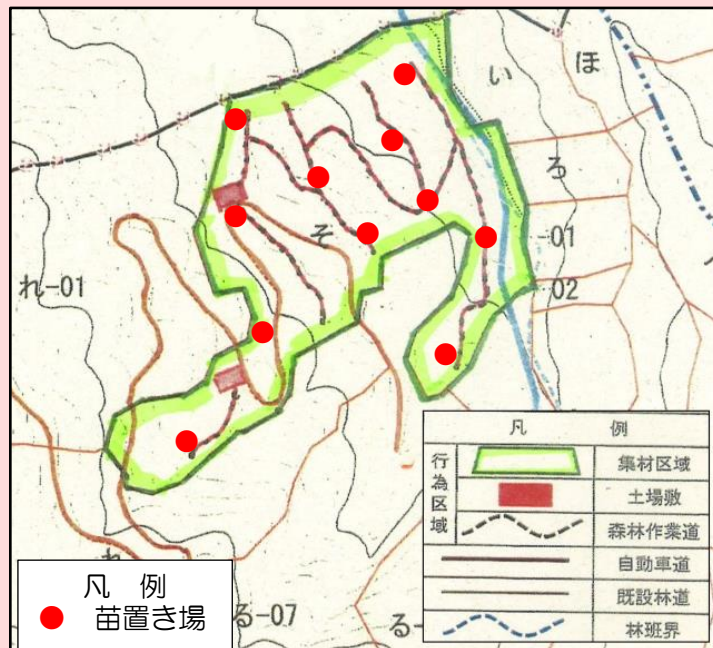
**経費合計(推定) ¥15,465,780 (¥3,531,000/ha)**

### 1.3 事例から見える『低コスト造林』に向けた要点

1. （伐採作業前）先行刈払いを全面的に実施し、伐採工程の効率化を図る。
2. （伐採時）搬出先があることを前提に、低質材（タンコロ、小径材等）を集積対象とすることで、林地残材が減り、地持え労力・コストが軽減化できる。
3. （集材時）全木集材にすることで、林地の残材量を減少可能となる。
4. （植付け時）素材生産に使用した機械を、苗運搬に活用できる。
5. （植付け時）現場の要望を取り入れた“オリジナルの植栽器具”を開発した。

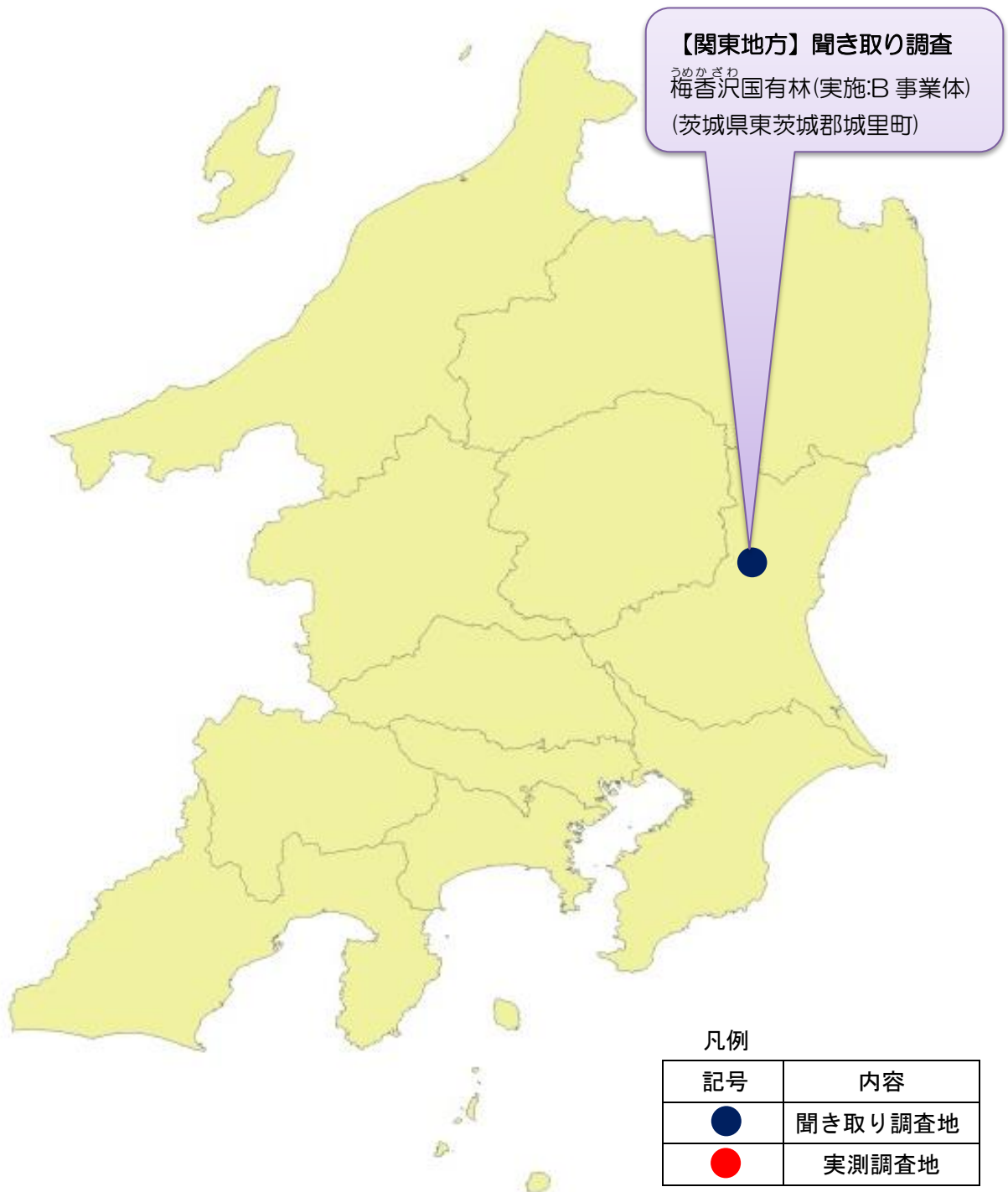


6. （植付け時）植付け作業者の負担とならないように、手元に多くの苗を持つ工夫が必要である。
7. （植付け時）植付け作業者が効率的に苗を補充できるよう、苗をまとめて置く場所の配置計画が重要である。



（苗をまとめて置く場所の例）

# 関東地方



※関東地方には、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、静岡県が含まれます

## 2 関東地方 聞き取り調査—梅香沢国有林(茨城県城里町)

### 2.1 事業地概要

(同一林小班内を、年度で分割発注)

項目	名称・データ等
事業形態	国有林における森林整備事業
事業箇所	茨城県東茨城郡城里町錫高野梅香沢国有林 茨城署 25 ろ林小班
対象面積	(H25 事業箇所) 2.16 ha、(H26 事業箇所) 1.86 ha
標高	0~200 m
平均斜度	やや急 (21~30°)
主な土壌	森林土壌
局所地形	山腹斜面
前生樹種	スギ、ヒノキ
地表植生	タケニグサ、アオキ、カヤ (ササなし)
獣害	特になし

#### 2.1.1 現地位置図

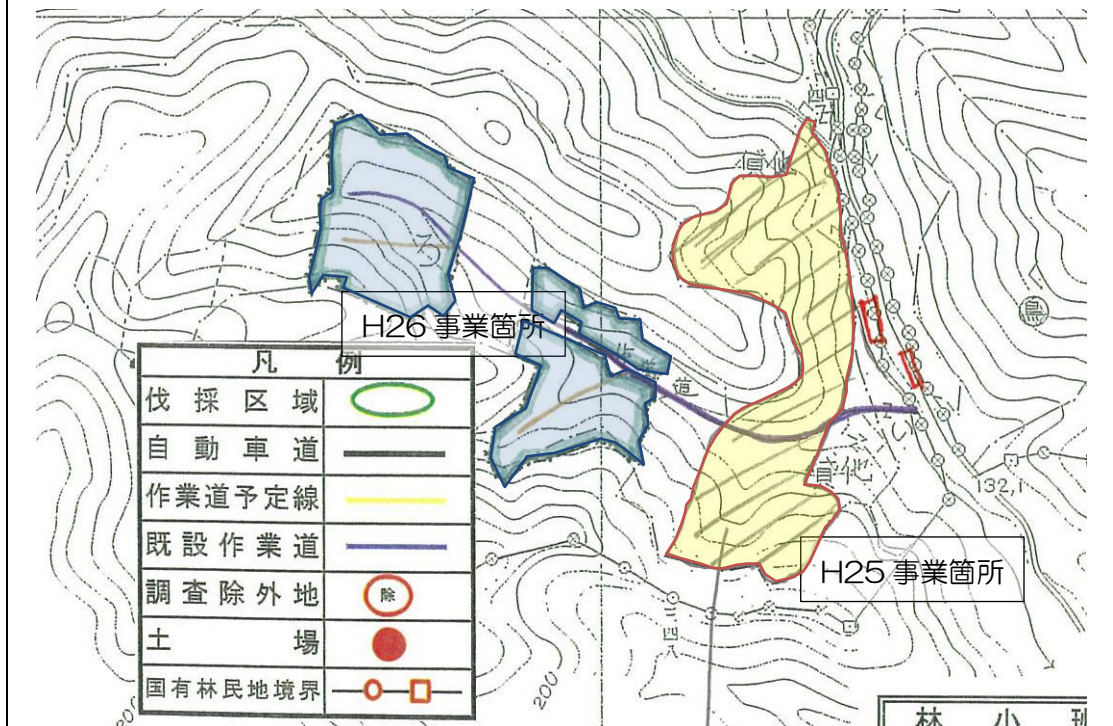
【現地地図】(Google Map) ©2015 Google, ZENRIN



【衛星写真】（平成 26 年 3 月 22 日撮影、Google Earth）©2015 ZENRIN



【1/5000 基本図】



## 2.1.2 立地環境

茨城県中央部西側に位置する城里町は、栃木県境に近い町である。施業地付近には、県道 39 号がとおり、県道 51 号を乗り継ぐと栃木県内に容易にたどり着ける。一方、県道 39 号を東にさらに行くと、国道 123 号が交差しており、県内神栖市や栃木県矢板市などの大型木材加工場へのアクセスも、良好である。

低コスト造林技術については、地元の森林総合研究所が局署と協働で、コンテナ苗植栽や一貫作業に関する試行を行っており、特に茨城森林管理署が管轄する城里町内では、平成 25 年度から低コスト造林技術の試験地を設定し、実証・解明に努めているところである。

### 【現地の地形】

城里町東部は、那珂川沿岸に開けた沖積平野地帯となっているが、施業地の位置する中西部は、八溝山系の南縁部の標高 200m 前後の丘陵地帯となっている。那珂川支流の多くの河川が起伏の激しい地形を作り出し、標高は低いものの、急峻な斜面を有する山々が連なっている。現地は概ね 21° から 30° 未満のやや急な傾斜地が多い傾向である。標高は約 0-200m である。地質は一般的な森林土壌である。

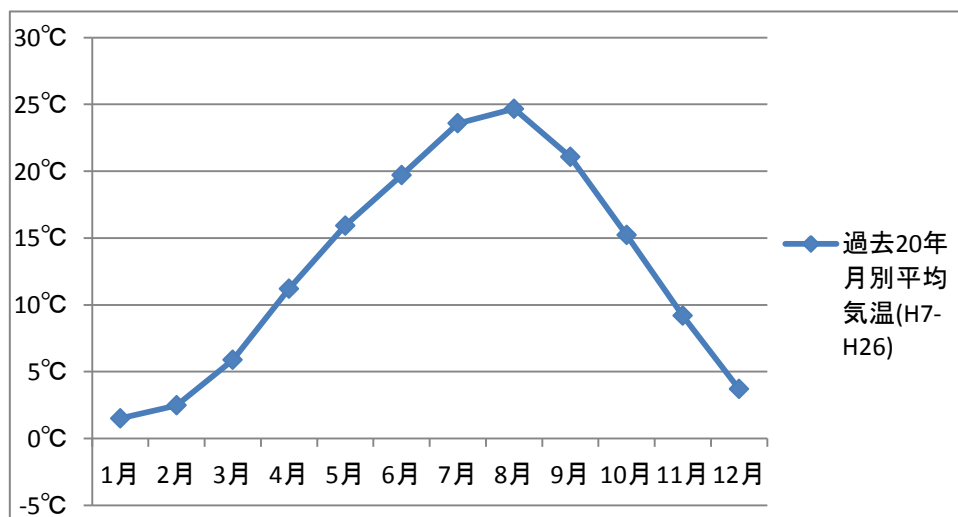
### 【現地の気象】

対象地に最も近いアメダス観測地点は、茨城県常陸大宮市内にある『常陸大宮』（標高 95m）である。常陸大宮における平成 7 年から 26 年までの年平均気温は 12.8℃で、いわゆる太平洋岸気候区に属し、夏は高温多湿で蒸し暑く、冬は晴れた日が続いて乾燥する。対象地の標高は、アメダス設置地点より約 100m 高いので、気温の低減率（-0.6℃/100m）を考慮すると約 0.6℃冷涼になるため、現地の年平均気温は約 12.2℃と考えられる。

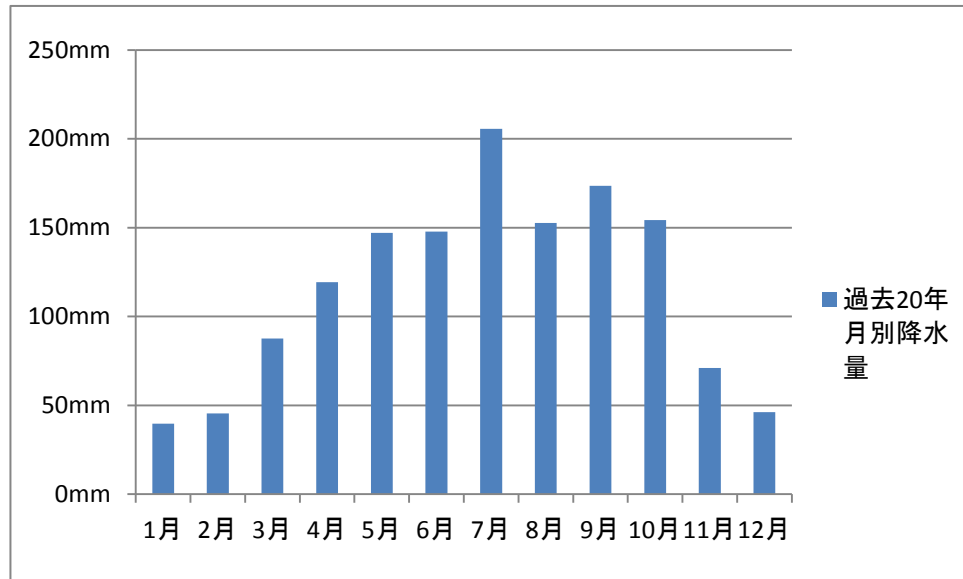
年平均降水量は 1,390mm で、11 月から 2 月の月降水量は 100mm 以下と少なく、冬の乾燥が厳しい傾向がある。

なお、常陸大宮における冬季の積雪深は未観測である。

以上から、植付けは土壌が適潤となる 3 月以降に実施するのが妥当である。



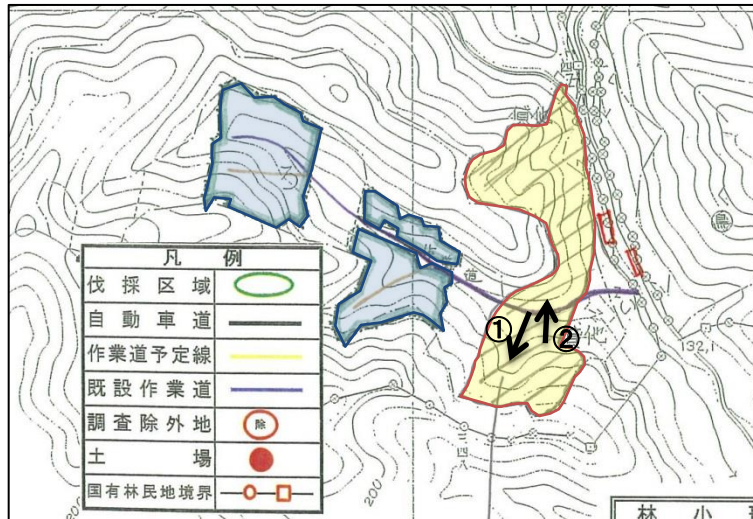




【前生樹種】

茨城県北部を中心にスギ・ヒノキ高齡級材の生産地となっており、当施業地付近でもスギ・ヒノキが中心に植栽されている。

### 2.1.3 現地写真



(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

①森林作業道から斜面上の伐採現場の状況。標高は高くないが、斜度が急である。



②斜面上部から既設作業道の向かいの林地を見下ろす。



## 2.2 現地作業

### 2.2.1 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い  
刈払い機  
(人工不明)



イメージ写真

※伐採時の作業効率性等を考慮し、伐採前に伐区内のかん木等を伐採。

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(推定 9 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥135,000 (推定) (3 人セットで 3 日従事の場合)

・刈払機日額(燃料込) ¥1,260 × 6 台 × 3 日 = ¥22,680 (機械購入費 ¥78,000、償却 3 年、年間稼働日数 100 日、燃料費日額 ¥1,000)



**合計(推定) ¥157,680 (¥73,000/ha)**

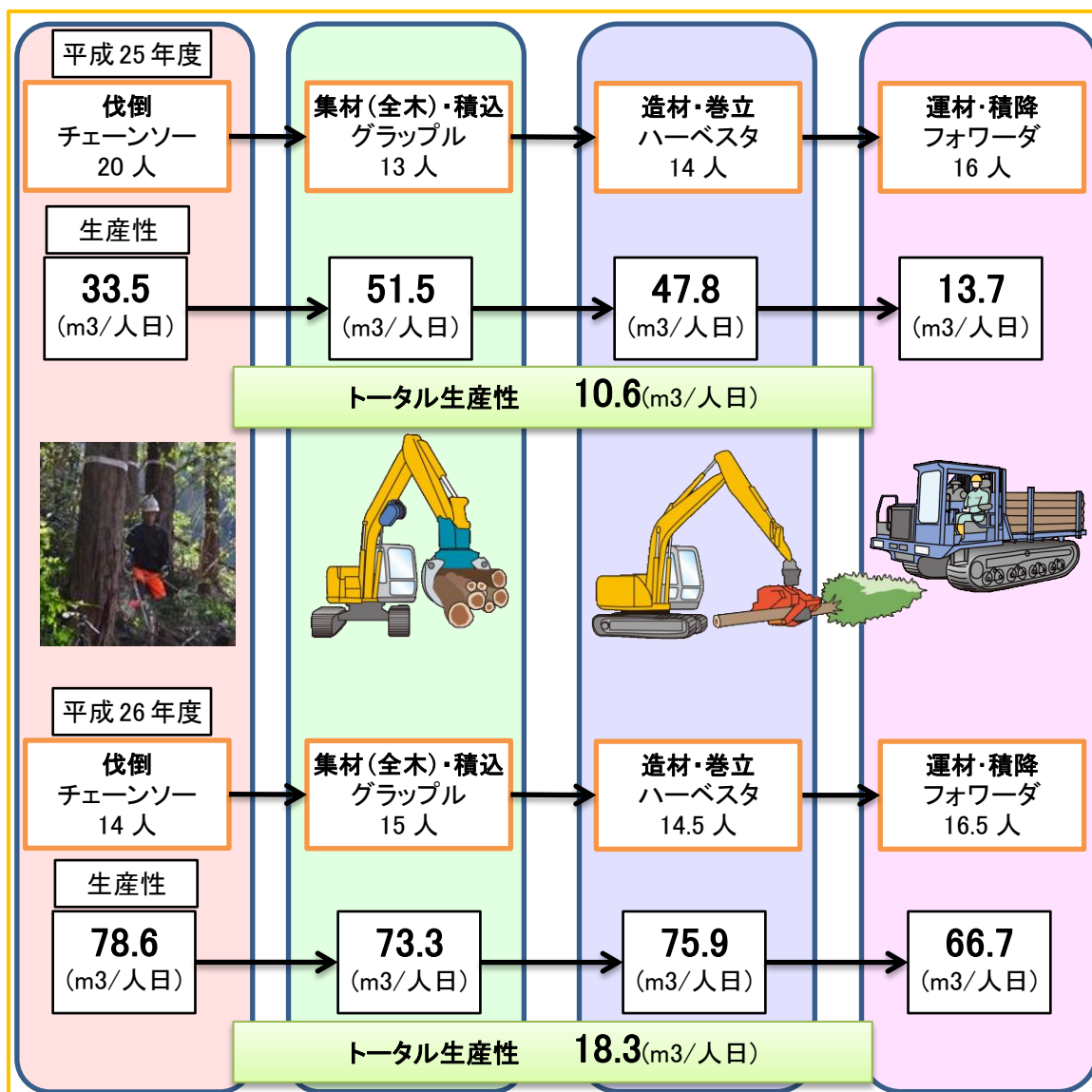
【伐採作業（平成 25 年度）】

表 2.1 伐採に関する諸元（梅香沢国有林：平成 25 年度）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 25 年 9 月 17 日～9 月 28 日
路網密度	190 (m/ha)
土場までの距離	平均 250 (m)
出材積・全人工	669 (m <sup>3</sup> ) (310m <sup>3</sup> /ha) ・ 63 人工

表 2.2 伐採に関する諸元（梅香沢国有林：平成 26 年度）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 26 年 7 月 14 日～8 月 4 日
路網密度	150 (m/ha)
土場までの距離	平均 300 (m)
出材積・全人工	1,100 (m <sup>3</sup> ) (591m <sup>3</sup> /ha) ・ 60 人工



【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・[H25 年度] (63 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥945,000
- ・[H26 年度] (60 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥900,000
- ・[H25 年度] チェーンソー日額 (¥2,100+燃料 ¥2,560) × 20 日+グラップル日額 (¥15,900+燃料 500×130 円) × 13 日+ハーベスタ日額 (¥27,800+燃料 500×130 円) × 14 日+フォワーダ日額 (¥26,700+燃料 500×130 円) × 16 日 = ¥1,395,800(推定)
- ・[H26 年度] チェーンソー日額 (¥2,100+燃料 ¥2,560) × 14 日+グラップル日額 (¥15,900+燃料 500×130 円) × 15 日+ハーベスタ日額 (¥27,800+燃料 500×130 円) × 14.5 日+フォワーダ日額 (¥26,700+燃料 500×130 円) × 16.5 日 = ¥1,446,390(推定)

(機械経費及び燃料は、既往報告<sup>i</sup>や他社実績より算出)



合計(推定) (H25) ¥2,340,800 (¥1,083,704/ha)

合計(推定) (H26) ¥2,346,390 (¥1,261,500/ha)

【地拵え】

表 2.3 地拵えに関する諸元（梅香沢国有林：平成 25 年度）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 25 年 9 月 17 日～10 月 12 日
地拵え方法	人力 40%、機械 60%で混在
特に機械地拵え	森林作業道沿いの両端約 7m 範囲のみ実施。斜度は約 30°
作業人工	人力：31 人、機械：6 人
労働生産性（人力+機械）	40.5（人/ha）

表 2.4 地拵えに関する諸元（梅香沢国有林：平成 26 年度）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 26 年 7 月 24 日～8 月 12 日
地拵え方法	人力 40%、機械 60%で混在
特に機械地拵え	森林作業道沿いの両端約 7m 範囲のみ実施。斜度は約 30°
作業人工	人力：17 人、機械：6 人
労働生産性（人力+機械）	28.2（人/ha）



[地拵え時のポイント]

1. 伐採作業を行っている時から、伐採作業時に使用したグラップルによる機械地拵え、または人力地拵えを始め、効率性が高い。
2. 機械地拵えは、生産性が高く、労働負荷も軽減され、効果が認められた。
3. 機械地拵えは、林内傾斜や路網配置により作業可能範囲が制限されるため、機械の特性や路網配置計画が重要となる。

## 2.2.2 植付け作業

表 2.5 植付けに関する諸元（梅香沢国有林：平成 25 年度）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 25 年 10 月 1 日～10 月 22 日
苗種	スギコンテナ苗（リブ式・スリット式：120cc） ヒノキコンテナ苗（リブ式・スリット式：120cc） 裸苗（スギ・ヒノキ）
植栽面積	2.16（ha）
植栽本数・植栽密度	コンテナ苗 3,670（本）・裸苗 530（本） 植栽密度 1,940（本/ha）
植栽器具	唐鋤、スペード、プランティングチューブ

表 2.6 植付けに関する諸元（梅香沢国有林：平成 26 年度）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 26 年 7 月 30 日～8 月 21 日
苗種	スギコンテナ苗（スリット式：120cc） ヒノキコンテナ苗（スリット式：120cc） 裸苗（スギ・ヒノキ）
植栽面積	1.86（ha）
植栽本数・植栽密度	コンテナ苗 2,940（本）・裸苗 660（本） 植栽密度 1,940（本/ha）
植栽器具	唐鋤、スペード、プランティングチューブ



①スギコンテナ苗（スリット式、120cc）  
（H25）

②スギコンテナ苗（スリット式）の植付け  
（H25）



③スギコンテナ苗（スリット式、120cc）  
（H26）



④スギコンテナ苗（スリット式、120cc）  
の植付け（H26）

〔植付け時のポイント〕

1. 伐採作業時に使用したフォワーダを苗運搬に活用することで、労働強度の軽減に資する。
2. コンテナ苗の重量が許容できる 1 人当たりの最大本数を、如何にして持ち運ぶかがポイント。
3. フォワーダ等で林地に運び入れたコンテナ苗は、効率的に植付けられるよう要所に配置することが重要。
4. 平成 25 年の秋植え個体には、2 月の寒風害等と思われる枯死木が見られた。
5. 平成 26 年の夏植えは、炎天下の下、作業者の負担が大きかった（写真④）。
6. 植栽本数を出役人工で単純に除した労働生産性は、平成 25 年度が **280 本/人日**、平成 26 年度が **129 本/人日** となった。但し、植え付けた苗種や、使用した植栽器具の全てを合算した値であることに留意。

【所要人工・経費例（平成 25 年度）】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(15 人工) × (日額人件費 **¥15,000**) = ¥225,000
- ・コンテナ苗 ¥200 × 3,670 本 + 裸苗 ¥100 × 530 本 = ¥787,000
- ・フォワーダ日額(燃料込) **¥10,000** + 雑費 **¥10,000** = ¥20,000



合計(推定) **¥1,032,000** (¥477,777/ha)

【所要人工・経費例（平成 26 年度）】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(28 人工) × (日額人件費 **¥15,000**) = ¥420,000
- ・コンテナ苗 ¥200 × 2,940 本 + 裸苗 ¥100 × 660 本 = ¥654,000
- ・フォワーダ日額(燃料込) **¥10,000** + 雑費 **¥10,000** = ¥20,000



合計(推定) **¥1,094,000** (¥588,172/ha)



【所要総人工・経費総額例（平成 25 年度）】

・人工：先行刈払い 18 人工＋伐倒搬出 63 人工＋植付 15 人工

・経費：先行刈払い ¥157,680＋伐倒搬出 ¥2,340,800＋植付 ¥1,032,000



人工合計 96 人（44.4 人/ha）

経費合計（推定） ¥3,530,480（¥1,634,481/ha）

【所要総人工・経費総額例（平成 26 年度）】

・人工：先行刈払い 18 人工＋伐倒搬出 60 人工＋植付 28 人工

・経費：先行刈払い ¥157,680＋伐倒搬出 ¥2,346,390＋植付 ¥1,094,000



人工合計 106 人（57.0 人/ha）

経費合計（推定） ¥3,598,070（¥1,934,446/ha）

## 2.3 事例から見える『低コスト造林』に向けた要点

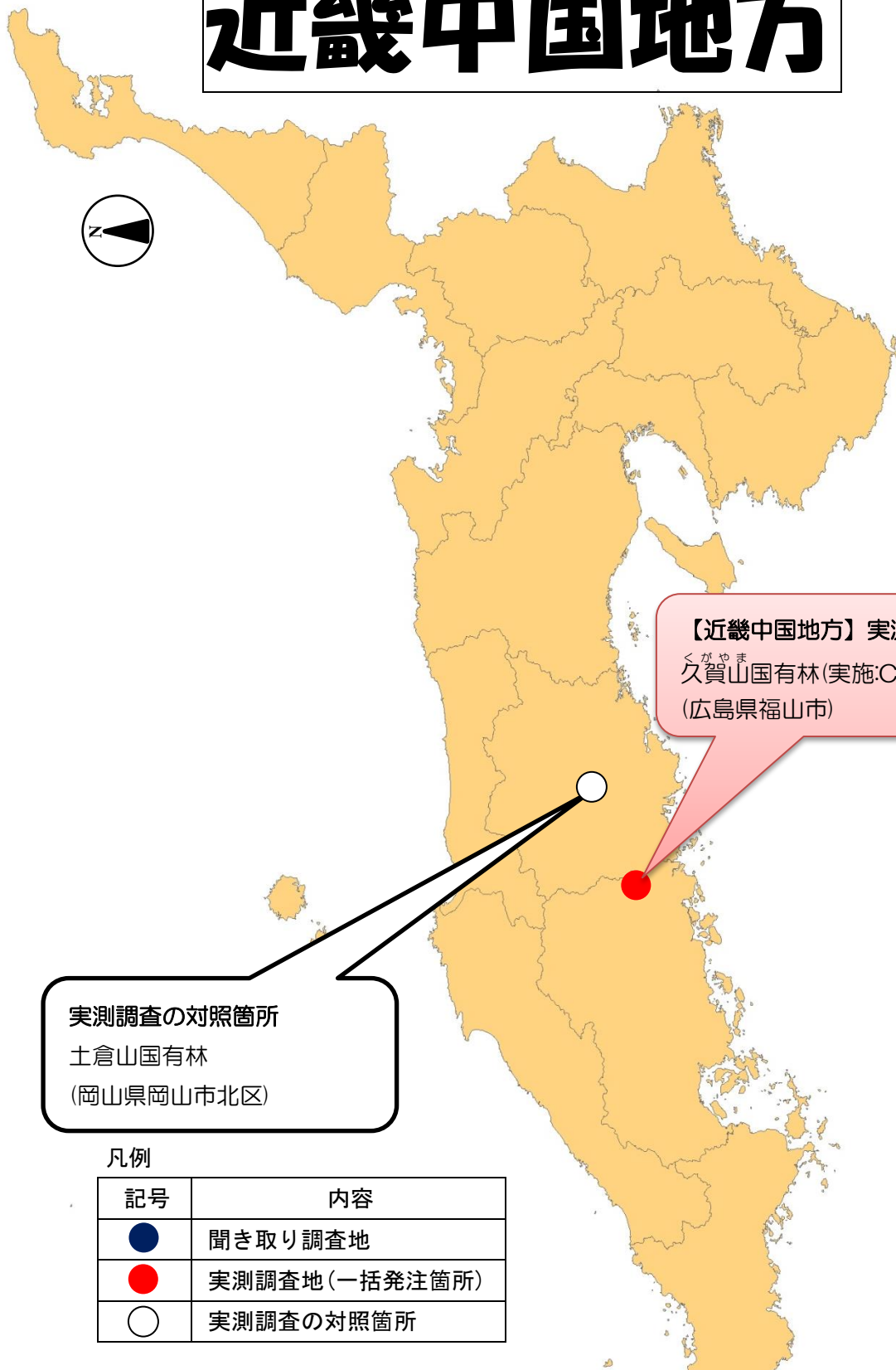
1. （伐採作業前）先行刈払いを全面的に実施し、伐採工程の効率化を図る。
2. （伐採時）路網に少しでも近づけるよう伐倒方向を調整し、路網上のグラブルのアームが届くようにすることが重要。特にロングリーチグラブを導入できれば、機械集材範囲が拡がり効率的である。



3. （地拵え時）機械地拵えは、効率性と労働負荷の両面から有利である。如何に機械地拵えが可能な範囲を増やせるか、林地傾斜や路網配置を考慮しながら、機械の特性や路網配置を念頭に置き、計画を立てることが重要となる。
4. （地拵え時）機械地拵えは、路網から約 7m 範囲しか作業ができず、他は人力で行うこととなり、労働負荷が大きい。
5. （植付け時）素材生産に使用した機械を、苗運搬に活用できる。
6. （植付け時）冬期の厳しい環境に耐えられない場合が想像されるため、秋植えは避けるか、より丁寧な植付けをする必要があるかもしれない。



# 近畿中国地方



※近畿中国地方には、石川県、福井県、三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県が含まれます

### 3 近畿中国地方 実測調査—久賀山国有林(広島県福山市)

#### 3.1 事業地概要

(計 31 林小班分をパッケージで発注。主伐は当地のみ)

項目	名称・データ等
事業形態	国有林における森林整備事業
事業箇所	広島県福山市久賀山国有林 広島署 778 へ 1 林小班
対象面積	(契約面積) 5.15 ha、うち対象箇所 0.86 ha
標高	390～480 m
平均斜度	急 (31° ～)
主な土壌	森林土壌
局所地形	山腹斜面
前生樹種	(斜面上部) ヒノキ、(斜面下部) スギ
地表植生	かん木あり (部分的にササあり)
獣害	特になし

#### 3.1.1 現地位置図

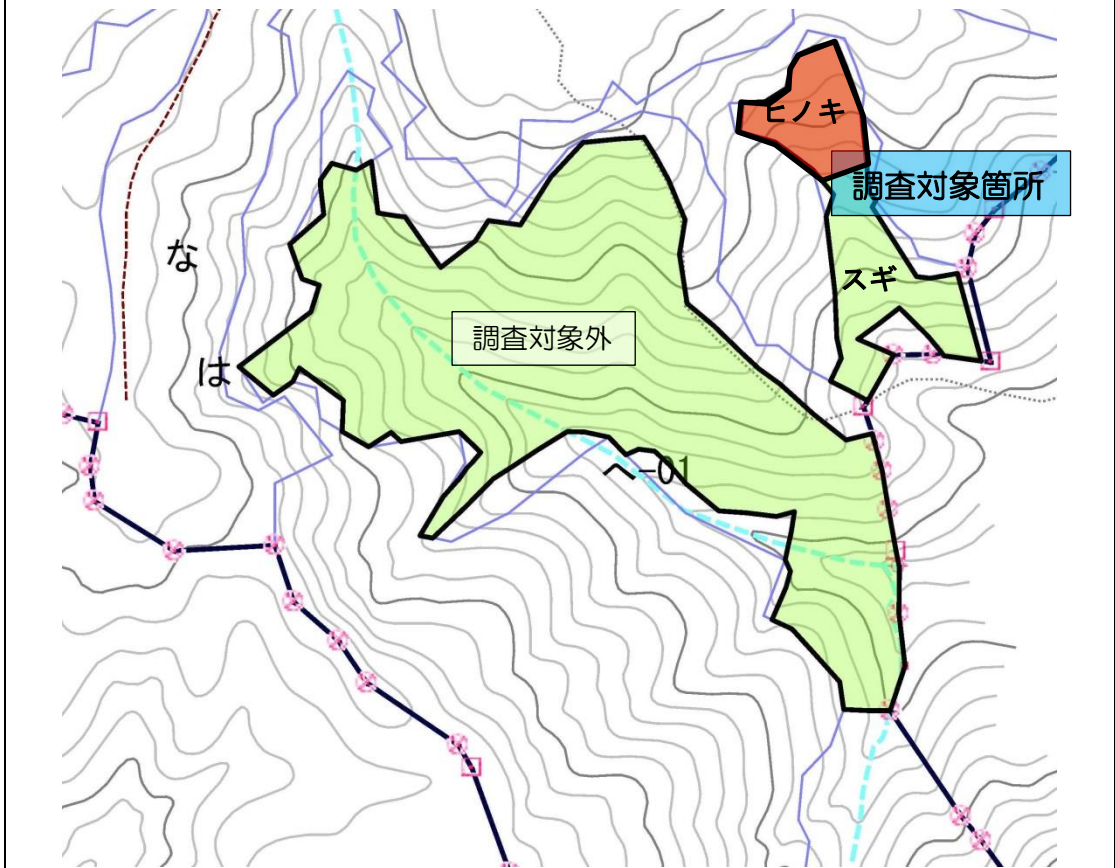
【現地地図】 (Google Map) ©2015 Google, ZENRIN



【衛星写真】(平成26年6月1日撮影、Google Earth)©2015 ZENRIN、©2015Cnes/Spot Image



【1/5000 基本図】



### 3.1.2 立地環境

広島県東部に位置する福山市は、岡山県境に位置し、海辺から中国山地が南に張り出した高原地形まで、概ね標高は0～500mとなっている。施業地付近は、福山市の最北部に当たり、標高は410～510m程であり、地勢としては福山市北部に隣接する高原の町、神石高原町に近似している。施業地付近には広島県東部を南北に貫く国道182号がとおるが、国道から施業地までは、県道104号や418号、久賀山林道や一般道など、何れも狭隘な道路を通行する必要がある。木材市場は福山市内にあり、国道182号まで搬出できれば、その後のアクセスは良好である。

#### 【現地の地形】

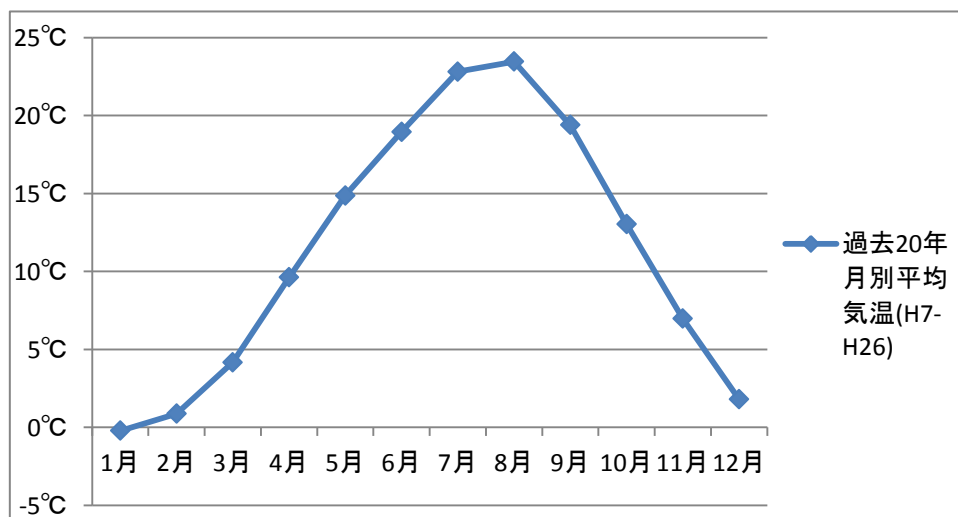
福山市北部の山野峡は、中国山地から延びる準平原である吉備平原の縁辺部が、高梁川水系の矢川などの河川により刻まれた侵食谷である。山野峡が位置する福山市山野町から、神石高原町の標高約500mの高原地形までの、斜度約38°の急斜面上に施業地がある。標高400～500m程度の高原地形の縁辺部は、当施業地のように31°以上の急斜面が広がっている。土壌は適潤性褐色森林土が主で、他にその他中生層がある。

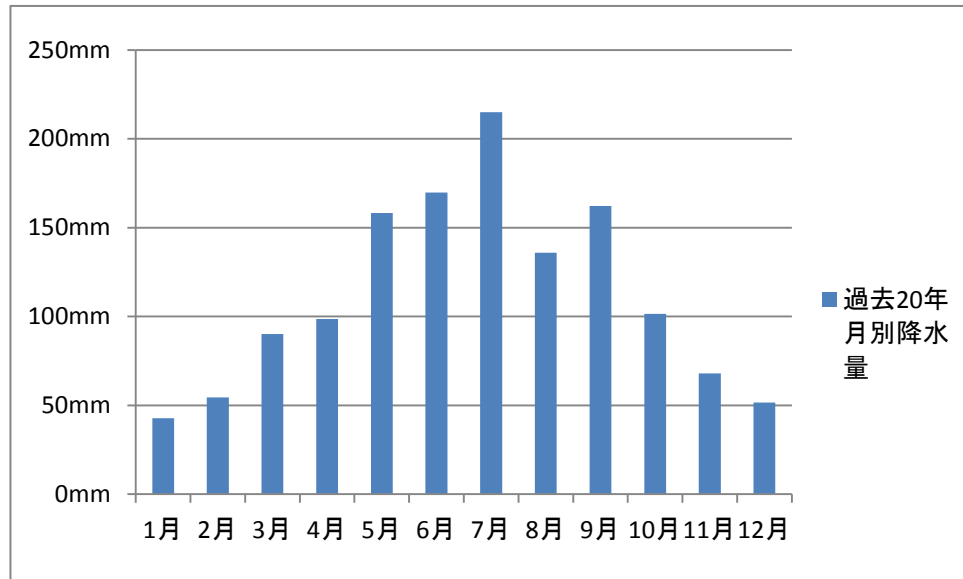
#### 【現地の気象】

対象地に最も近いアメダス観測地点は、広島県神石高原町内にある『油木』（標高510m）である。油木における平成7年から26年までの年平均気温は11.3℃で、いわゆる瀬戸内海式気候区に属する。瀬戸内海に面する県の中では、平地が少なく山地が多いため、降水量が多い。夏季は昼夜の温度差が大きく、比較的湿度の少ない爽やかな気候となる。冬季は山沿いのため寒さが厳しい時があり、朝は氷点下15度程まで下がることもある。対象地の標高は、アメダス設置地点とほぼ同じ約500mなので、気温の低減率は考慮していない。

年平均降水量は1,350mmで、11月から3月の月降水量は100mm以下と少なく、冬は乾燥する一方、梅雨時の6、7月及び秋雨前線が活発化する9月に、やや降水量が多い傾向がある。なお、油木における冬季の積雪深は未観測である。

以上から、当地における植付け適期は、土壌が適潤となる3月上旬からとなっている。

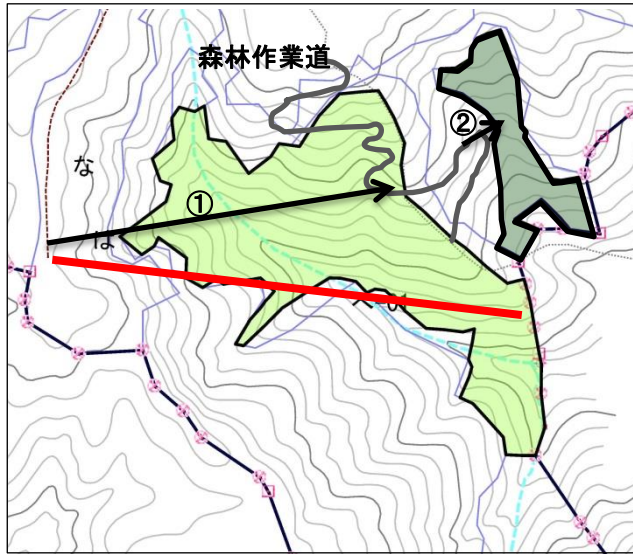




【前生樹種】

広島森林管理署福山森林事務所管内では、ヒノキやアカマツが中心に植えられているが、当施業地では斜面上部にヒノキ、斜面下部にスギが植栽されていた。

### 3.1.3 現地写真



（図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。）

①森林作業道上から架線集材地を望む。対象地は見えないが、アクセスの森林作業道が見える。



②森林作業道上から見た、対象伐区のスギ・ヒノキ林。





## 3.2 現地作業

### 3.2.1 仕様書における特筆すべき事項等

当該事業は、伐採・搬出から植付けまでの作業が『一括請負事業』で行われた。業務遂行上の特約事項や、仕様に関する主な部分を以下に列記する。

#### 【技術提案に関する特約事項】

植付作業を効率的に行うための皆伐作業の工夫として、

- ・枝払いはなるべく引き寄せ後に行う。
- ・払った枝は、植栽時の支障とならないように筋状に集積し、なるべく低くする。
- ・造材は、作業道で行い、払った枝は、作業道の路肩部分に筋状に集積する。

#### 【特記仕様書】

1. 本契約にかかる伐採方法は、久賀山国有林 778 へ 1 林小班は皆伐であること。
6. 久賀山国有林 778 へ 1 林小班の皆伐箇所の植付については、伐採・搬出から植付までの作業が一括請負事業で行われるため、伐採・搬出後に監督職員による現地確認を受けること。林地残材等の整理が必要と認められる場合は、林地整理を行った上で植付に着手すること。

#### 【植付仕様書】

2. 植付樹種、植付本数は次のとおりとする。

植付樹種	1ha 当たりの植付本数(本/ha)
スギ	1,800
ヒノキ	1,900

3. 植付は等高線方向に沿って行う。
4. 無地拵又は全刈存置地拵箇所の植付は、原則として方形植とし、列間及び苗間距離は、スギ 2.35m、ヒノキ 2.30m とする。
10. 苗木の運搬及び植付の際は、苗木袋等を使用し苗木が乾燥しないよう注意する。

### 3.2.2 伐採作業

#### 【伐採の事前作業】



先行刈払い

**実施せず**

※対象伐区の林床に、侵入した植生はほとんどない為、先行刈払いは未実施。



#### 【所要人工・経費例】

・(0 人工) × (日額人件費 ¥13,100) = ¥ 0



**合計 ¥ 0**

【伐採作業】

対象地は、右図のとおり斜面上部がヒノキ林分、斜面下部がスギ林分になっており、両林分の間には森林作業道が開設された。ヒノキ林分は、斜面下方に伐倒した後、グラップルでの直接把持またはスイングヤードの単木曳きで集材した。一方のスギ林分は、植付面積を確保するため、林地に新規の森林作業道は作設せず、エンドレス索による架線集材を行った。

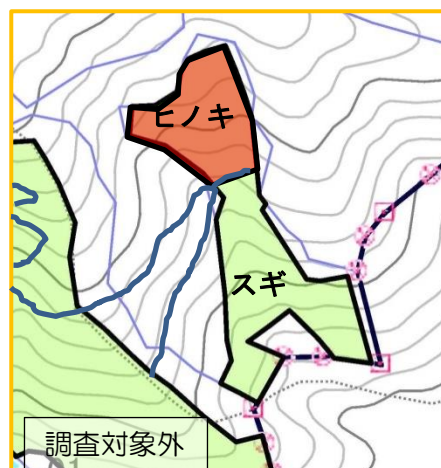
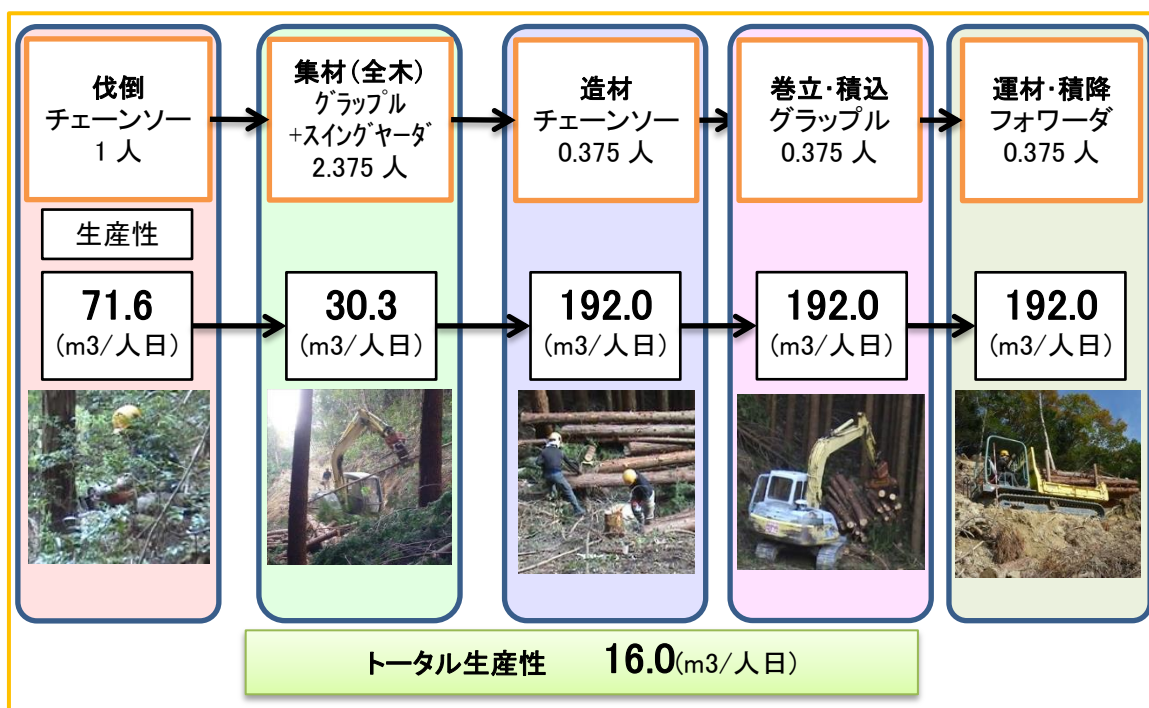


表 3.1 ヒノキ林分の伐採に関する諸元（久賀山国有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 26 年 11 月 19 日～11 月 20 日
路網密度	38 (m/ha)
土場までの距離	620 (m)
出材積・全人工	72 (m <sup>3</sup> ) (408m <sup>3</sup> /ha)・4.5 人
伐採対象	素材、一部チップ材



【所要人工・経費例】

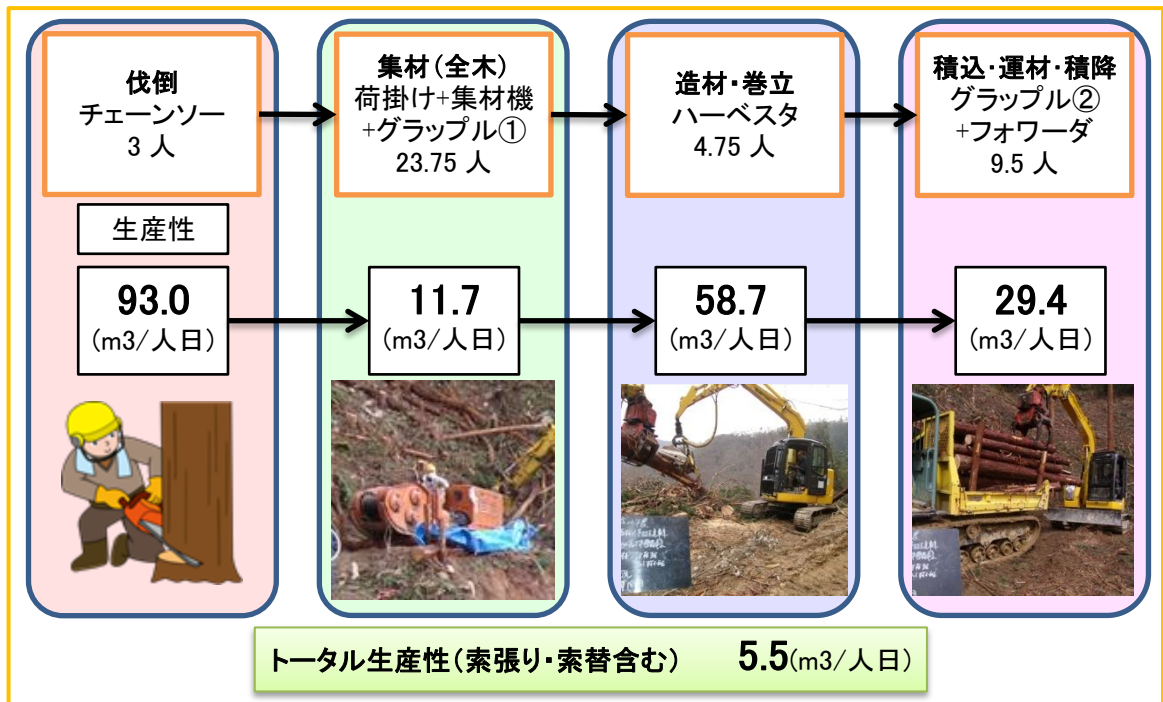
- ・(4.5 人工) × (日額人件費 ¥13,100) = ¥58,900
- ・燃料代: (軽油 ¥130 × 191.3ℓ) + (混合油 ¥180 × 13ℓ) + (チェーンオイル ¥380 × 2.5ℓ) = ¥28,153
- ・機械費: (チェーンソー ¥2,133 × 2 日) + (グラップル ¥16,666 × 2 日) + (スイングヤード ¥18,666 × 2 日) + (フォワーダ ¥14,666 × 1 日) = ¥89,596



合計 ¥176,649 (¥1,027,029/ha)

表 3.2 スギ林分の伐採に関する諸元（久賀山国有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 27 年 1 月 27 日～2 月 20 日
路網密度	38 (m/ha)
土場までの距離	620 (m)
出材積・全人工	279 (m <sup>3</sup> ) (408m <sup>3</sup> /ha)・51 人工
集積対象	素材、一部チップ材



【所要人工・経費例】

・(41 人工) × (日額人件費 ¥13,100) = ¥537,100

・燃料代: (軽油 ¥130 × 1,935ℓ) + (混合油 ¥180 × 30ℓ) + (チェーンオイル ¥380 × 6ℓ) = ¥259,230

・機械費: (チェーンソー ¥2,133 × 3 日) + (グラップル① ¥18,666 × 11 日) + (集材機 ¥2,000 × 11 日) + (ハーベスタ ¥10,666 × 11 日) + (グラップル② ¥16,666 × 11 日) + (フォワーダ ¥14,666 × 11 日) = ¥695,703



合計 ¥1,492,033 (¥2,182,611/ha)

【集積・地拵え】

事業を受託したC事業体は、架線による地曳集材後の造材時に大量発生した末木枝条や、地曳時に林地に堆積したスギ枝条、そして数年前に発生した風害による風倒木の処理について、スムーズな植付けの障害になるだけでなく、今後の保育作業の観点から、仕様書にはない『地拵え』を“技術提案に関する特約事項”として実施した。



①造材時の大量枝条箇所は、植付け対象外



②人力とチェーンソーによる地拵え



③林床に散在した風倒木も集積



④筋置にした地拵え後の林地

【集積・地拵え時のポイント】

1. （技術提案に関する特約事項）『森林作業道上で行ったハーベスタ造材時に発生した枝条は、路肩部分に筋状に堆積する』とし、監督職員との協議で、枝条堆積箇所は植付け箇所としない（写真①）。
2. 材が柔らかいスギの全木地曳集材を行ったため、集材後の林地には折れたスギ枝条が大量に堆積していた（写真②、④）。
3. 植付けの効率性や保育時の作業性や誤伐防止の観点から、全面の筋置地拵えを人力で実施（写真②）。
4. 数年前の風倒木が林地に散在していたため、地拵え対象として筋置した（写真③）。
5. 規定の間隔で植付け可能なように、筋置の配置を調整（写真②、④）。
6. 礫質な林地であったため、移動可能な礫も地拵え対象とした（写真③）。

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(11.5 人工) × (日額人件費 **¥13,100**) = **¥150,650**(推定)

・(チェーンソー日額¥2,133+燃料費¥200) × 12 人工 = **¥27,996**

**合計(推定) ¥178,646 (¥207,728/ha)**



### 3.2.3 植付け作業

表 3.3 植付けに関する諸元（久賀山国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 27 年 3 月 4 日～3 月 10 日
苗種	ヒノキコンテナ苗（300cc：愛媛県産）
植栽面積	0.86（ha）
植栽本数・植栽密度	1,634（本）・1,900（本/ha）
植栽器具	ディブル



①植付け後のヒノキコンテナ苗（300cc）



②植栽器具はディブル



③出荷時の袋を持ち移動



④裸苗用の苗袋を活用した苗の小運搬



③コンテナ苗の林内小運搬は人力（1 袋に 25 苗）



④苗の集積場からは、小型運搬車で補給

[植付け時のポイント]

1. 植付け適期は3月からで、それ以前は冬期となり相応しくない。
2. 植付け時は、作業員がコンテナ苗の出荷時の袋（1袋に25苗入り）をそのまま持ち運ぶ。
3. 対象地には部分的に多量の礫が存在したため、ディブルで植穴を掘るのに時間が掛かる場合が見られた。場所により唐鍬を選択できるような準備があると良い。
4. ディブルを使用する際は、ペダルを踏み込みやすくするため、斜面上部から下部に向かって作業をすれば効率性が向上すると思われる。
5. ヒノキコンテナ苗は、根鉢容量が300ccで150ccよりかなり重く感じる（写真⑤）。
6. コンテナ苗の重量が許容できる最大本数を、如何にして持ち運ぶかがポイント。
7. 苗の保管場所から対象地までの約600mは、小型運搬車により苗を運搬（写真⑥）。
8. 小型運搬車で林地に運び入れたコンテナ苗は、裸苗用の苗袋を活用し、効率的に植付けられるよう要所に配置することが重要（写真③、④、⑤）。
9. 植栽本数を出役人工で単純に除した労働生産性は、**172本/人日**となった。但し、植付け中に、ササを剪定鋏で切ったり、伐倒されたかん木を手鋸で切ったりと、丁寧に地表整理をした時間を含めた値であることに留意。

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(9.5 人工) × (日額人件費 **¥13,100**) = **¥124,450** (推定)

・コンテナ苗 ¥153 × 1,634 本 = **¥250,002**



**合計(推定) ¥374,452 (¥435,409/ha)**

【所要総人工・経費総額例】

・人工: 伐倒搬出 45.5 人工 + 地拵え 11.5 人工 + 植付 9.5 人工

・経費: 伐倒搬出 ¥1,668,682 + 地拵え ¥178,646 + 植付 ¥374,452



**人工合計 66.5 人 (77.3 人/ha)**



**経費合計(推定) ¥2,221,780 (¥2,583,465/ha)**

【植付け功程調査結果】

作業員タイプ	植栽器具	植栽本数(調査中)	功程別合計値(秒)								実績			理想	
			移動	間隔計測	地表面整理	植穴掘り	植付	踏固め・確認	その他	総時間	1本当たりの植栽時間(秒)	1時間当たりの植栽可能本数	1日(7h)当たりの植栽本数	1時間当たりの植栽可能本数	1日(7h)当たりの植栽本数
10年以上	ディブル	64	666	540	664	1037	1149	597	377	5030	78.6	45	315	49	343
10年以上(岩石地)	ディブル	87	974	940	1082	1603	1240	443	268	6550	75.3	47	329	49	343
10年目	ディブル	33	259	212	339	154	212	258	126	1560	47.3	76	532	82	574
10年以上(コンテナ苗は初めて)	ディブル	85	1147	839	360	2097	1079	344	314	6180	72.7	49	343	52	364
合計			3046	2531	2445	4891	3680	1642	1085	19320	平均 71.8	217	1519	232	1624

植付けの工期調査の結果、上表の通りとなった。

作業員の習熟度、地表面のササ生育状況、礫の分布状況など、様々な要因で植付けの時間に差が出た。

今回の植付け箇所は、山腹斜面のほぼ中央部に森林作業道が通るのみで、その他の場所からは直接対象地内に車両で乗り入れることはできない。また苗の集積場所から約600m離れているので、当地では小型運搬車を利用して、コンテナ苗を搬入した。

植付け工期別の所要時間を精査すると、当地の作業員は全員が尺棒を持たずに、『移動』と『間隔計測』をほぼ同時に行っていた。したがって、各人の両工期に掛かった時間は等分したため、ほぼ近似した値となっている。

また、作業員タイプが‘10年以上’と‘10年以上（岩石地）’となっているのは、同一人物が植付けを行ったが、林地の状況が異なったため、結果を分割して表示した。やはり岩石地では、同一人物でも『地表面整理』と『植穴掘り』に時間が掛かっている様子が表れている。加えて、作業員タイプが‘10年以上（コンテナ苗は初めて）’に分類されている作業員は、文字通りコンテナ苗植栽が初めてであり、植付け箇所が礫質であったことから、『植穴掘り』と『植付』に多くの時間を費やしていた。

上表の実績欄のとおり、工期調査の結果、1人の7時間作業で概ね300本強のコンテナ苗が植付けられているが、作業員タイプが‘10年目’の1人だけ、500本を超える数値となった。これは植穴を片手でほぼ一刺しで掘っていたのが大きな要因であり、腕力が強い、かなり特殊な事例と考えられる（右写真）。傾斜地であり、部分的に礫やササが多い状況からは、たとえ無駄な時間を省いたとしても、**1人7時間作業で概ね350本前後**が植付け可能本数であると言える。



他の植付け工期調査箇所に比べ、『踏み固め・確認』の時間が少ないが、実際に踏み固めた後に、植付けた苗を引く動作はほとんど見られなかったため、実際に活着したかどうかの追跡調査が重要と思われる。つまり、確認が不要であれば、植付け時間の短縮に繋がる可能性があり、それを評価するためにも追跡調査を実施したいところである。

植栽器具については、前述の通り、礫質の林地にディブルはあまり適さない場合があるため、唐鍬との併用が良いと考えられる。

### 3.3 従来型施業箇所

久賀山国有林で実施された、『伐採（皆伐）・搬出』から『植付け』までの作業は、一括請負事業で行われた。従来は、『伐採（皆伐）・搬出』と『植付け』に完全に分割された発注形態で、素材生産と造林の各事業が行われていた。

ここでは、一括発注の効果を比較検討するため、従来型の発注形態で行われた**皆伐施業地**をレビューしていくこととする。

#### 3.3.1 事業地概要

広島県福山市北部の久賀山国有林に近接した箇所、または林分の立地条件が類似している箇所で、従来型の発注形態で皆伐・搬出・植付けが行われ、なおかつ事業実施時の詳細データが残存していたのは、岡山県岡山森林管理署内の**土倉山国有林**（岡山市北区）であった。土倉山国有林における事業概要は下表のとおりである。

項目	名称・データ等
事業形態	国有林における素材生産事業、及び森林整備事業
事業箇所	岡山県岡山市土倉山国有林 岡山署 853 に、ち、ぬ林小班
対象面積	14.45 ha
標高	110～250 m
平均斜度	急（31°～）
主な土壌	森林土壌
局所地形	山腹斜面
前生樹種	ヒノキ、スギ
地表植生	かん木あり（ササあり）
獣害	特になし

【現地地図】（Google Map）©2015 Google, ZENRIN

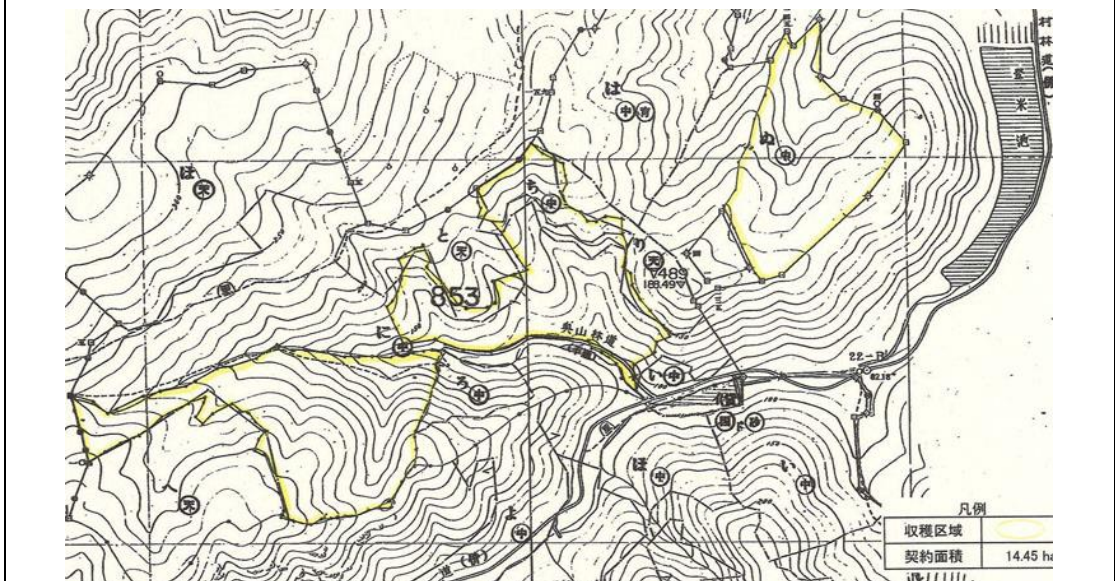




【衛星写真】(平成 26 年 5 月 29 日撮影、Google Earth) ©2015 ZENRIN、©2015 DigitalGlobe



【1/5000 基本図を 1/10,000 に縮小】



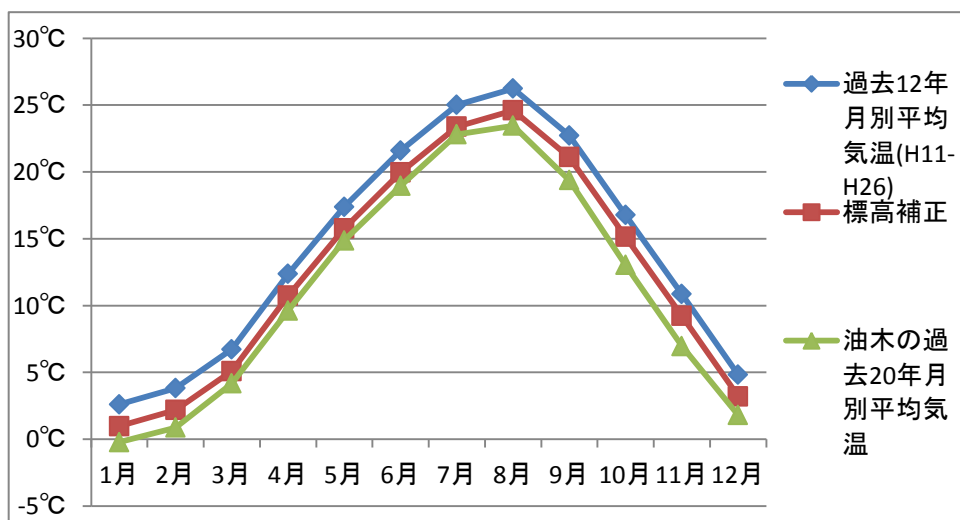
### A) 立地環境

岡山県岡山市北区に位置する土倉山国有林は、岡山空港の北東部にある標高 402m の土倉山周辺の国有林である。瀬戸内海からの直線距離は、概ね 23km 程で、久賀山国有林の約 25km に近似している。

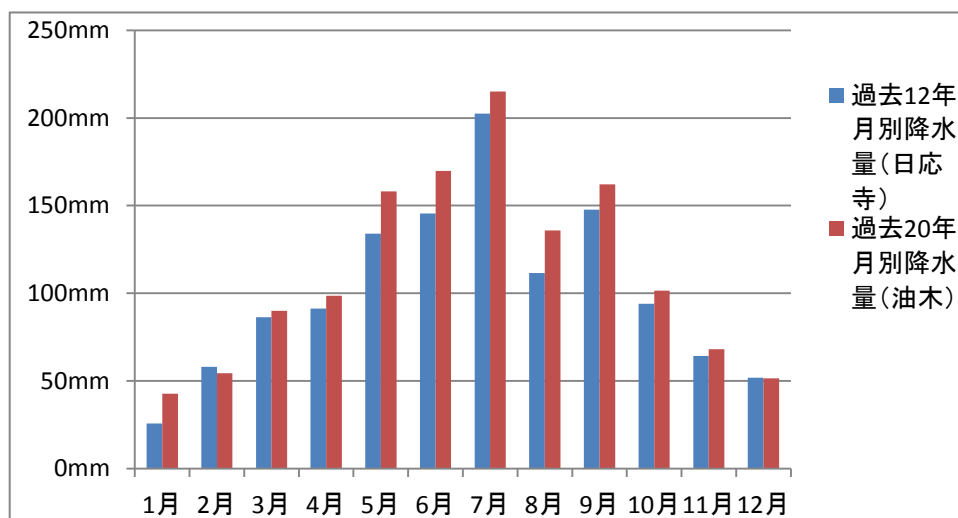
土倉山国有林周辺には、標高 400m 程度の山を最高に数座が散在しているが、突出した鋭峰はなく、標高 200m 程度を最高とする稜線が多い。傾斜は 31° 以上の急傾斜地が多い。久賀山国有林と比較すると、急傾斜地が多い環境は類似しているものの、標高は最大 200m 程低い。

#### 【土倉山国有林付近の気象】

土倉山国有林に最も近いアメダス観測地点は、岡山県岡山市北区内にある『日応寺』（標高 239m）である。日応寺における観測は平成 11 年（2003 年）に開始されたため、その時点から平成 26 年までの年平均気温の推移は、次のグラフのとおりである。



久賀山国有林に近い油木の標高が 510m なので、日応寺との標高 239m の差から気温の低減率で標高補正したグラフは、油木のグラフより約 1°C 低いものとなったが、気温変化が描く図形は、ほとんど油木のものと同じ形状のもので、日応寺と油木は概ね同程度の気温環境であると考えられる。

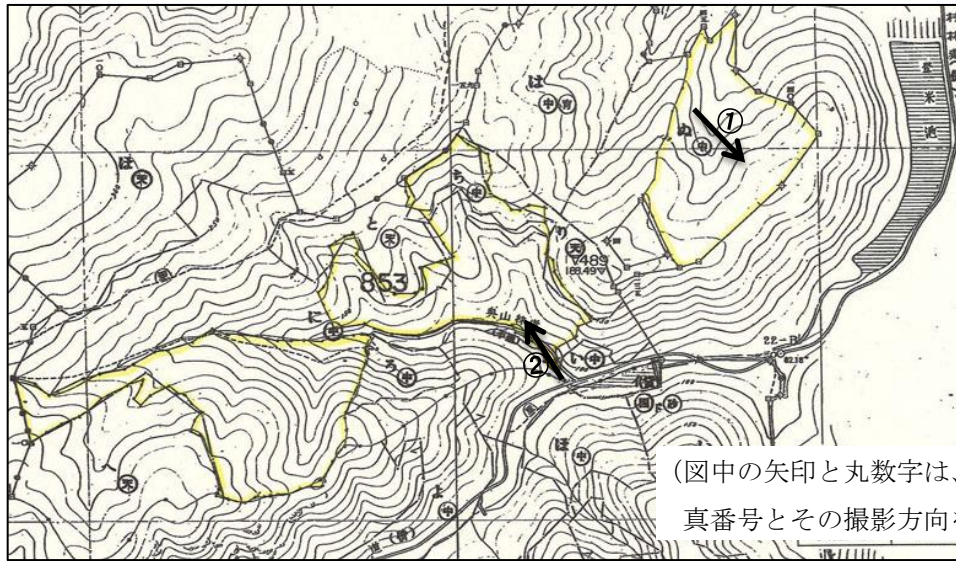


一方の日応寺の年平均降水量は1,210mmで、油木の1,350mmより年間140mm少ないものの、月別降水量を比較すると、降水パターンに大きな違いは見られず、降水量についても、日応寺と油木は概ね同程度の降水環境にあると考えられる。

【前生樹種】

土倉山国有林の皆伐前に植えられていた樹種は、スギ、ヒノキ、テーダマツの3種であったが、主な樹種がスギ・ヒノキであり、久賀山国有林の対象伐区と同様な状況であったと考えられる。

B) 現地写真



(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

①伐採後の放置  
期間に新界し  
た植生の状況  
(853 ぬ林小  
班)



②伐採直後の林  
地の状況  
(853 ち林小  
班)



### 3.3.2 現地作業(土倉山国有林)



#### A) 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い  
刈払い機  
計 31.5 人工

※伐採時の作業効率性等を考慮し、伐採前に伐区内のかん木等を伐採。


→


刈払い済みの林内

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(31.5 人工) × (日額人件費 ¥13,100) = ¥412,650 (推定)

・刈払機日額(燃料込) ¥1,260 × 31.5 日 = ¥39,690 (推定) (機械購入費 ¥78,000、償却 3年、年間稼働日数 100 日、燃料費日額 ¥1,000)

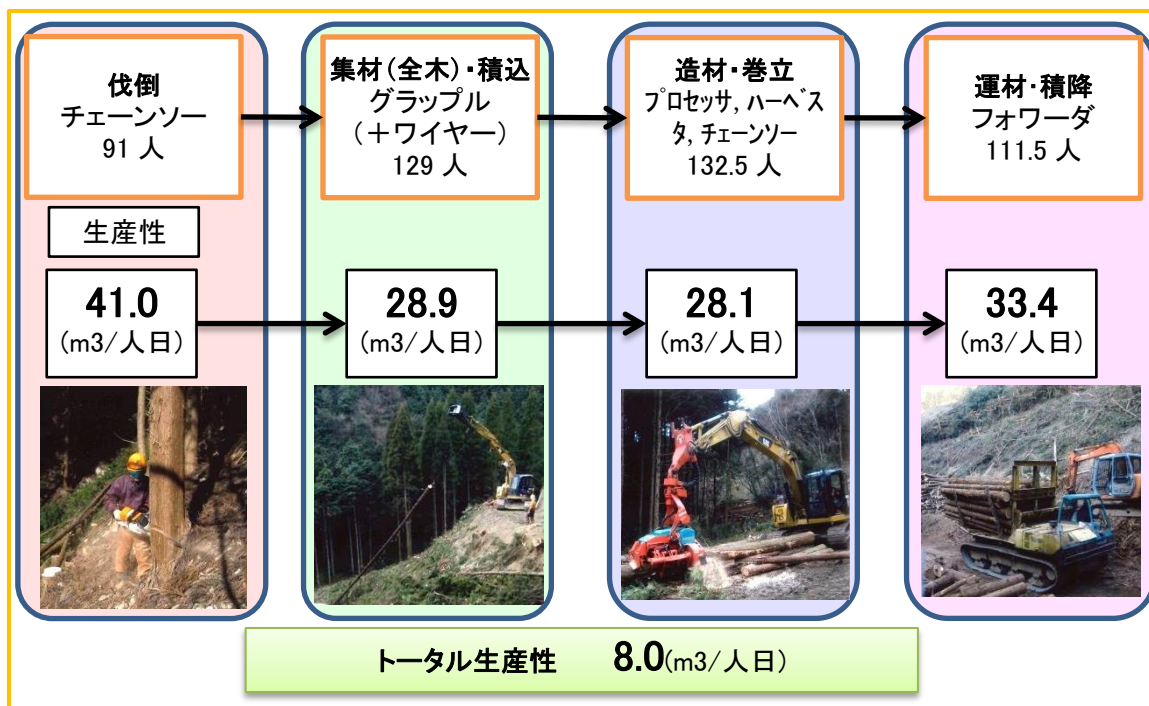


**合計(推定) ¥452,340 (¥31,304/ha)**

【伐採作業】

表 3.4 伐採に関する諸元（土倉山国有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 21 年 12 月 1 日～平成 22 年 3 月 15 日
路網密度	265 (m/ha)
土場までの距離	平均 400 (m)
出材積・全人工	3,727 (m <sup>3</sup> ) (258m <sup>3</sup> /ha)・616 人工
集積対象	素材のみ



【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(464人工+路網作設 50.5人工) × (日額人件費 ¥13,100) = ¥6,739,950(推定)
- ・チェーンソー (日額 ¥2,100+燃料 ¥2,560) × 110日 + ハーベスタ (日額 ¥27,800 × 58日 + 燃料 (500 × 130円) × 52日) + プロセッサ (日額 ¥24,300 × 46日 + 燃料 (500 × 130円) × 43.5日) + グラブ (日額 ¥15,900 × 110日 + 燃料 (500 × 130円) × 95日) + フォワーダ (日額 ¥19,600 + 燃料 500 × 130円) × 120日 = ¥9,362,050(推定) (機械経費及び燃料は、既往報告<sup>i</sup>や他社実績より算出)



合計(推定) ¥16,102,000 (¥1,114,325/ha)

B) 地拵え・植付け作業

表 3.5 地拵え・植付けに関する諸元（土倉山国有林）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成24年2月6日～3月3日
放置期間	約1年11カ月
地拵え方法	全刈筋置
植付け年月日	平成24年2月24日～3月12日
苗種	ヒノキ (コンテナ苗、セラミック苗、ポット苗、裸苗)
植栽面積	14.27 (ha) ※地拵え面積は 14.45ha
植栽本数・植栽密度	コンテナ苗 1,330 (本/0.67ha)、セラミック苗 2,800 (本/1.40ha)、ポット苗 4,000 (本/2.00ha)、裸苗 21,400 (本/10.20ha)
植栽器具	ディブル (コンテナ苗)、唐鍬 (セラミック苗、ポット苗、裸苗)



【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・（地拵え 310 人工）×（日額人件費 **¥13,100**）= **¥4,061,000**（推定）

・刈払機日額（燃料込）**¥1,260** × 130 台 = **¥163,800**（推定）（機械購入費 ¥78,000、償却 3 年、年間稼働日数 100 日、燃料費日額 ¥1,000）



**地拵え合計（推定） ¥4,224,800 （¥292,374/ha）**

・（植付け 145 人工）×（日額人件費 ¥10,000）= **¥1,450,000**

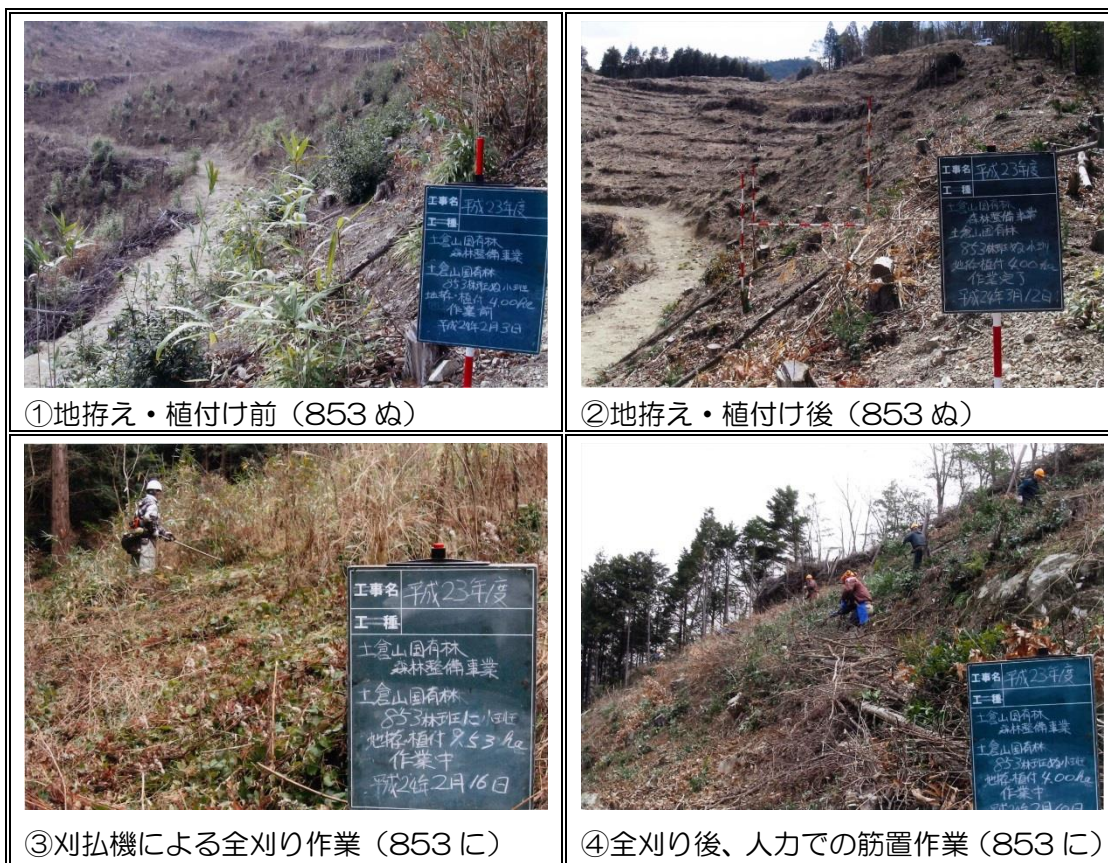
・（コンテナ苗 ¥170 × 1,330 本）+（セラミック苗 ¥150 × 2,800 本）+（ポット苗 ¥150 × 4,000 本）+（裸苗 ¥90 × 21,400）= **2,572,100**



**植付け合計 ¥3,172,100 （¥219,522/ha）**

### 3.4 一括発注と従来型発注の比較

平成 21 年 12 月から 22 年 3 月までの伐採の後、地拵え・植付けは平成 24 年 2 月から 3 月にかけて実施され、その間約 2 年、林地は放置された。その結果、場所により様相は異なるものの、概ね樹高 1~2m 程度のかん木や高茎草本等が侵入、繁茂した（写真①、②）。したがって、この現場で植付けを行う前には、刈払機による全刈り作業と（写真③）、その後の人力による筋置作業を行い（写真④）、植付け作業やその後の保育作業の効率性を高める必要があった。



①地拵え・植付け前（853 ぬ）

②地拵え・植付け後（853 ぬ）

③刈払機による全刈り作業（853 に）

④全刈り後、人力での筋置作業（853 に）

一括発注時には、伐採後に時間を空けずに植付けるため、大規模で丁寧な地拵えが不要または一部で済むと思われる場合が多い。

仮に、この現場において、伐採後に地拵えを一切行わずに植付けが可能であった場合、地拵えに **310 人工**と**刈払機の機械代**を含め、最大で**総額約 4,224,800 円**の経費を削減できた可能性があったことになった。

#### 【一貫作業による低コスト化の可能性】

・岡山県土倉山国有林を参考に、¥4,224,800 /14.45ha、つまりヘクタール当たり最大

**¥292,000** の低コスト化が可能と試算。

・但し、先行伐倒、植付け前の地表整理等で、相殺されることも考慮すべき。



### 3.5 まとめ

広島森林管理署管内の久賀山国有林と、岡山森林管理署管内の土倉山国有林の事例を比較検討した結果を、以下にまとめる。

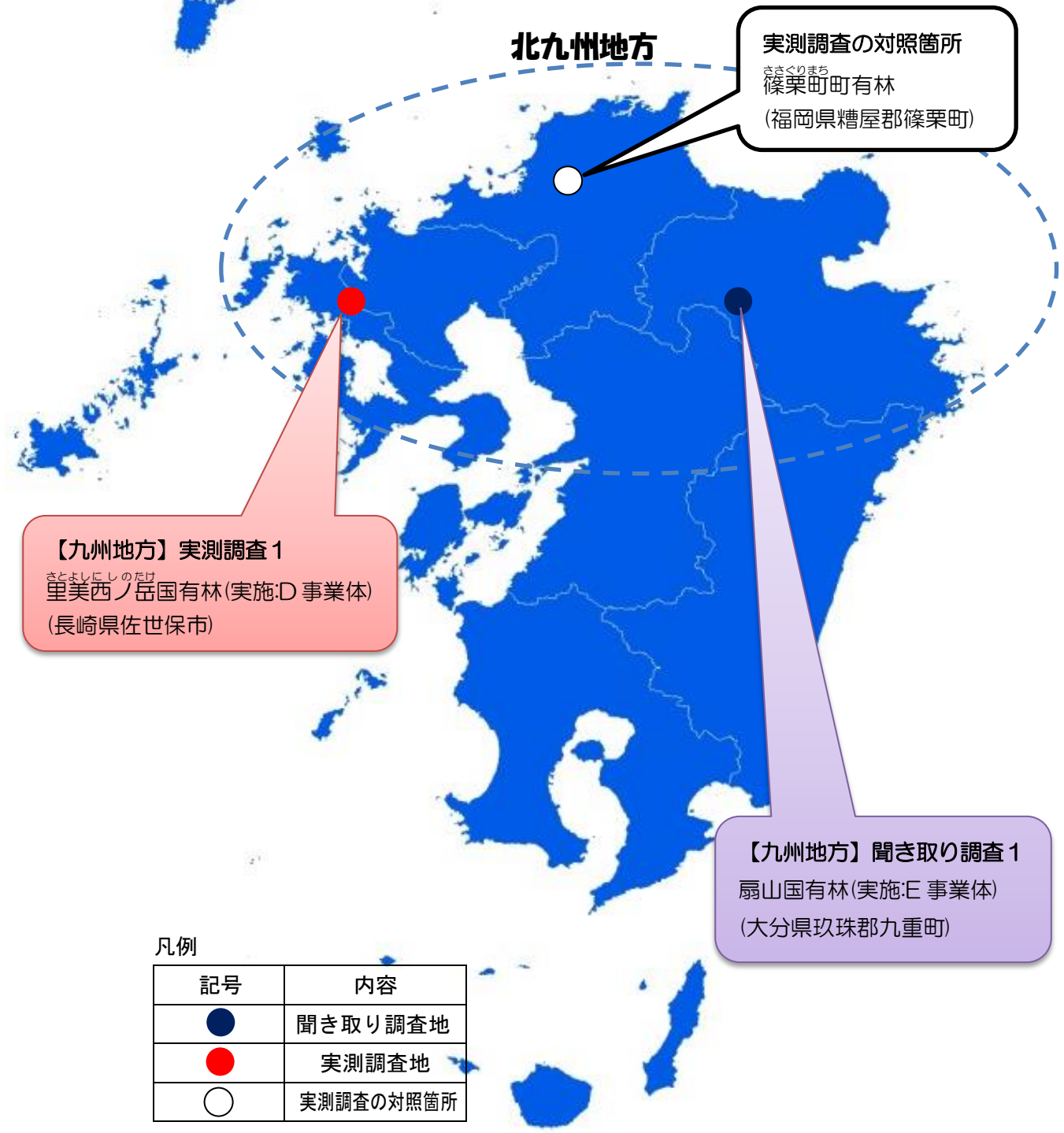


#### 【近畿中国地方 広島森林管理署における事例】

- 広島県福山市の久賀山国有林では、車両系と架線系の両者による作業システムで、伐採、集造材、搬出を行い、時間を空けずに植付け作業を行った。
- 植付け作業前には、植付け作業及び今後の保育作業の効率性を考慮し、全面における丁寧な筋置地拵えを実施した。
- 一方、環境が類似する岡山県土倉山国有林では、伐採後に林地を約 2 年間、放置した。
- 放置をせず、伐採後すぐに植付け作業を行った場合、最大で 292,000 円/ha のコスト削減が可能であったと試算された。
- 但し、作業の効率性や安全性を考慮して、先行伐倒や地拵えをする場合があり、それに係る人件費や機械費等が掛かり増しとなることを考慮すべきである。



# 九州地方 ~北九州編



※九州地方には、福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、熊本県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県が含まれ、特に北九州地方とは、福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、熊本県北部を対象とするイメージです

## 4 九州地方 実測調査1 - 里美西ノ岳<sup>さとよしにしのだけ</sup>国有林(長崎県佐世保市)

### 4.1 事業地概要

項目	名称・データ等
事業形態	国有林における森林整備事業 (誘導伐・密着造林型)
事業箇所	長崎県佐世保市里美西ノ岳国有林 長崎署 1102 に、 ほ、へ林小班
対象面積	3.97 ha
標高	390~480 m
平均斜度	中 (11~20° )
主な土壌	森林土壌
局所地形	山腹斜面
前生樹種	ヒノキ (一部にスギ混植)
地表植生	ササなし
獣害	隣接林班でイノシシ害あり

#### 4.1.1 現地位置図

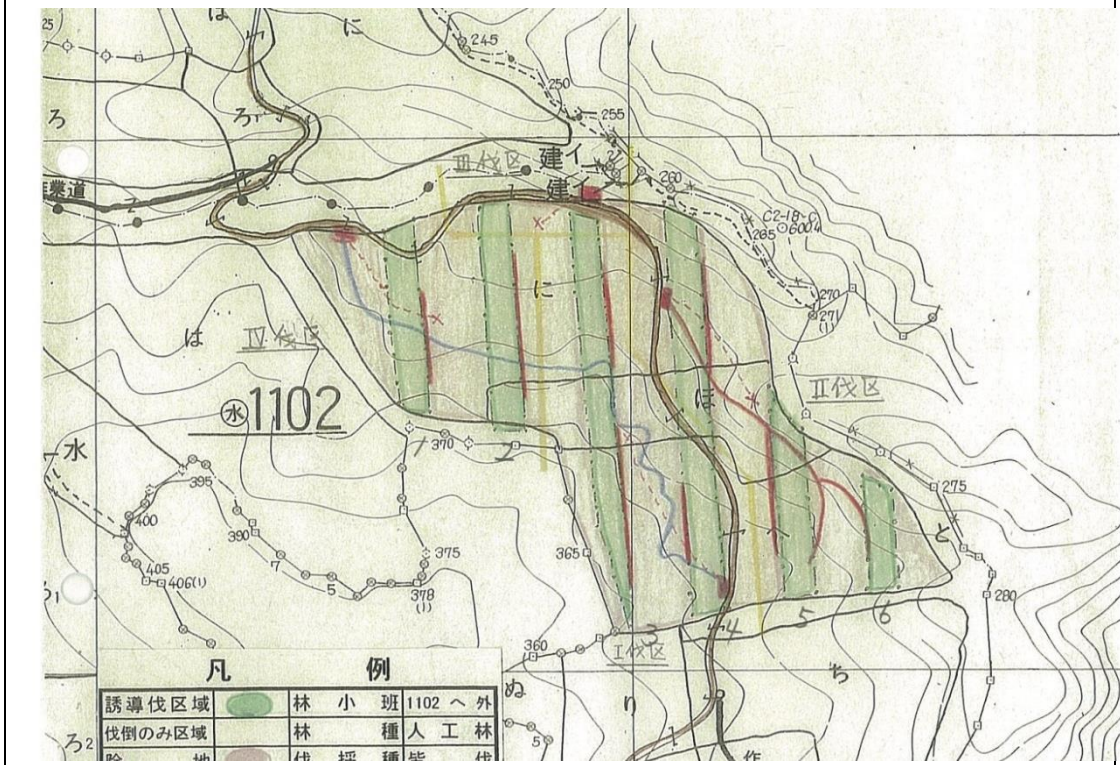
【現地地図】 (Google Map) ©2015 Google, ZENRIN



【衛星写真】（平成 26 年 11 月 23 日撮影、Google Earth） ©2015 ZENRIN



【1/5,000 基本図】



## 4.1.2 立地環境

九州地方の北部（以降、北九州地方）は概念的な区分で、本事例集では、概ね福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、熊本県北部辺りを指すこととする。北九州地方の交通網は、大きく南北に走る九州自動車道と、東西に横断する長崎自動車道—大分自動車道が主軸となり、幹線となる国道が各地を結んでいる。対象の里美西ノ岳国有林は、長崎県最西部に位置し、佐賀県境に接する立地である。佐賀県伊万里市の木材市場へは約 25km の距離である。また、最も近い西九州自動車道（武雄佐世保道路）の佐世保三川内 IC へは約 8km の距離となっており、九州各地へのアクセスは良好な立地環境と言える。なお、福岡県、佐賀県、長崎県のいわゆる北九州 3 県は、素材生産が盛んな九州中南部とは一線を画した状況で、低コスト造林技術に対しても、先進的な取り組み状況にはないのが実情である。

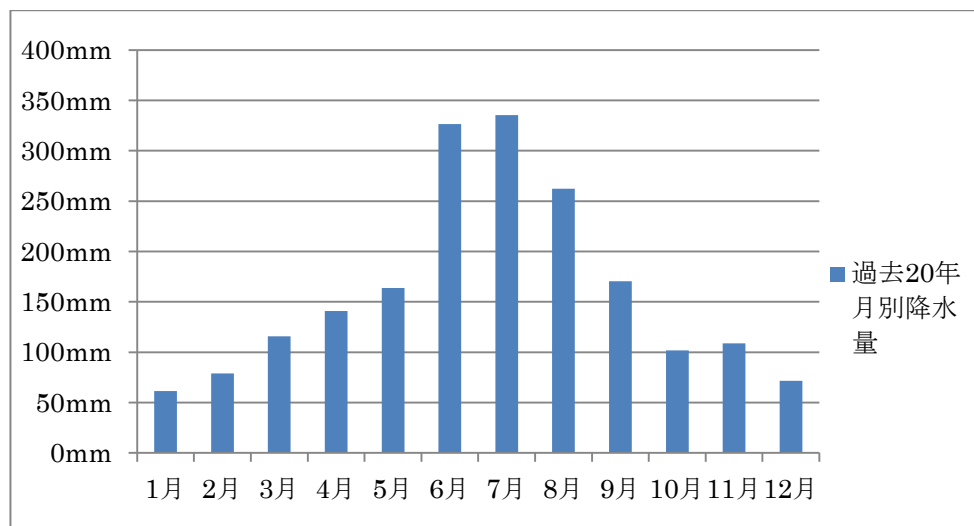
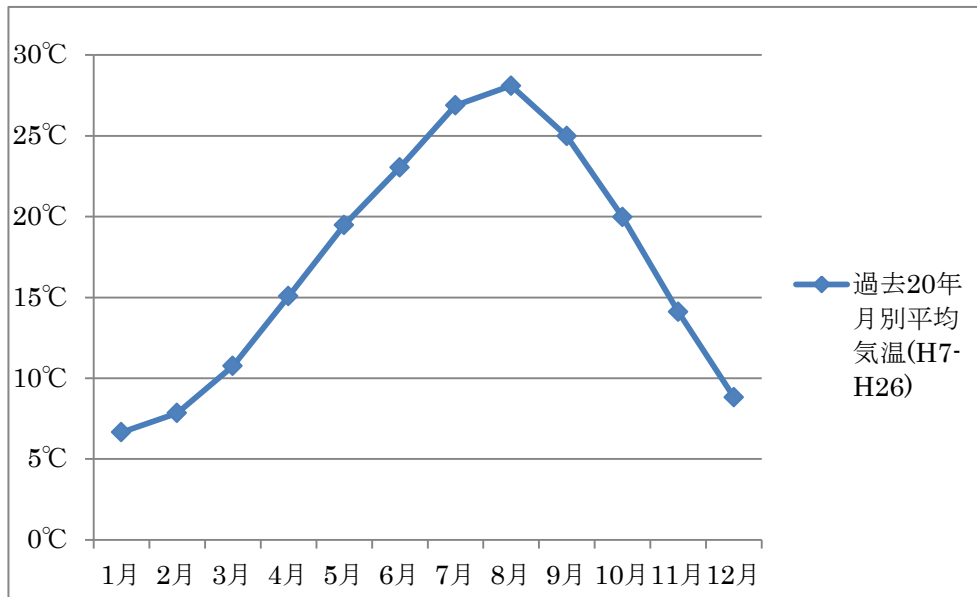
### 【現地の地形】

北九州地方では、斜度 30° 前後の比較的急な斜面が多いが、対象林小班周辺は、佐賀県境の稜線部から南西へ傾斜している山腹斜面で、20° 未満の傾斜の緩い地形が広がっている。対象地は、標高 570m 前後の場所が多い。地質は一般的な森林土壌であるが、一部に水流があったり、礫質のため土壌が薄かったりする箇所が見られる。

### 【現地の気象】

対象地に最も近いアメダス観測地点は、長崎県佐世保市内にある『佐世保』（標高 3.9m）である。佐世保の平成 7 年から 26 年までの年平均気温は 17.1℃である。佐世保は、一年を通して温暖で、冬も対馬暖流の影響で 0℃以下になることは少なく、曇天の日が多い。対象地の標高は、アメダス設置地点より約 570m 高いので、気温の低減率（-0.6℃/100m）を考慮すると約 3.4℃冷涼になるため、現地の年平均気温は約 13.7℃と考えられる。

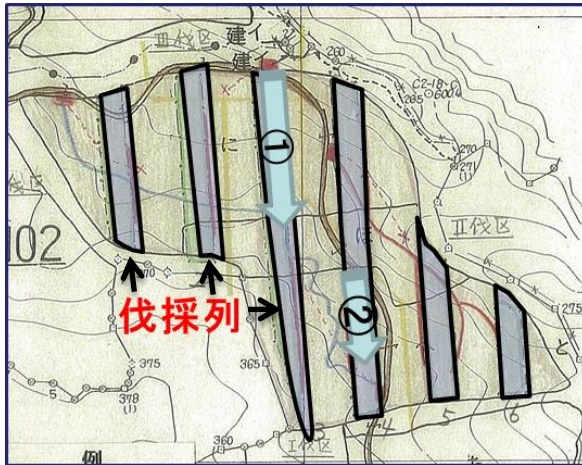
年平均降水量は 1,936mm で、梅雨時から夏季にかけての 6～8 月に降水量が特に多い傾向がある。北九州地方は、冬期には季節風が北西側から吹き寄せるため、降雪が見られ、時折積雪となることもある。



#### 【前生樹種】

この地方では、ヒノキが中心に植栽されており、当地もヒノキ：スギが6：1の割合で植えられていた。

### 4.1.3 現地写真



(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

①帯幅約 30m の  
帯状皆伐



②林道や作業道へ  
伐倒方向を調整  
(写真右側の残  
置林分に沿って、  
作業道が開設済  
で、作業道に向け  
て伐倒されている)





## 4.2 現地作業

### 4.2.1 仕様書における特筆すべき事項等

当該事業は、伐採・搬出から植付けまでの作業が『一括請負事業』で行われた。業務遂行上の特約事項や、仕様に関する主な部分を以下に列記する。

#### 【森林整備事業(誘導伐:密着造林型)仕様書】

##### 1. 伐倒及び集造材

- (1)区域内の主伐対象木は、全て伐倒すること。
- (2)下表の素材採材が可能なものを原則として搬出対象木(胸高直径がスギ 16cm 以上ヒノキ 14cm 以上)としているので、これに基づき通直材を採材・搬出すること。

樹種	長級(m)	径級(cm)	樹種	長級(m)	径級(cm)
スギ	3	14 上	ヒノキ	2	18 上
	4 上	14 上		3	14 上
		4 上		12 上	
		6 上		14 上	

##### 2. 伐倒及び集造材作業に当たっての留意事項

- (1)伐採洩れ、対象外の伐採がないよう留意すること。

#### 【特記仕様書】※森林作業道作設に係る

本事業で作設する路網は継続的に用いられる森林作業道とし、作設に当たっては本特記仕様書によること。

##### 2. 切土・盛土の均衡

- 切土と盛土を均衡させ、捨土を発生させないこと。

##### 3. 別紙保残木標準断面図を参考にして、伐開幅は必要最小限度とすること。

##### 4. 土工計画

土工計画の概要書として①～⑤を作成の上提出すること。また必要に応じて⑥及び⑦を添付すること。

##### ⑦その他

- 事業終了時において、登坂部分等に洗掘を防ぐための水切りを施工すること。

#### 【植付及び補植作業仕様書】

##### 3. 苗木の小運搬

- (1)仮植地から植付現場まで運搬する苗木は、当日の植付予定本数にとどめ、植え残った苗木は現地に仮植しておくこと。
- (2)運搬に当たっては、必ず、こも等で梱包し、苗木の乾燥を防止すること。

##### 4. 植付要領

##### (1)普通植栽

ア. 植付地点を中心に、50cm 四方に落葉等の地被物を取除き、中心に植穴を掘る。植穴は、直径 30cm、深さ 25cm を基準とし、傾斜地では山側を切り立てて深く掘ること。

イ. 植穴の底に中高となるよう腐植質の土壌を盛り、その上に苗木の根を四方に広げて置き、寄せておいた表層の土壌を植穴の 8 分程度入れ、苗木を引き上げるようにしながら根元を踏みしめ、更に土壌を加えて踏みしめること。

ウ. 苗木の根元が周囲よりやや高めになるように土を寄せ、更に落葉等の地被物で根元

を被覆しておくこと。

5. 作業場の留意事項

- (1) 植付ける際は苗木袋等を使用し、特に苗木の根部が乾燥しないように注意すること。
- (2) 植付地点が伐根あるいは岩石等で植付困難な場合は、適宜ずらして調整することとするが、その場合、できるだけ苗間方向で調整を行い、列間方向の調整は避けること。
- (3) 植穴の中の木の根、石礫等は取り除くこと。
- (4) 落葉等の地被物が植穴に混入しないように注意すること。

## 4.2.2 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い  
**実施せず**

※対象伐区の林床に侵入していたかん木等は、伐倒時に併せて伐採。



(伐採前)ヒノキ樹下にかん木等が生育



(伐採後)ヒノキと共に伐採

## 【所要人工・経費例】

・(0 人工) × (日額人件費 ¥12,600) = ¥ 0

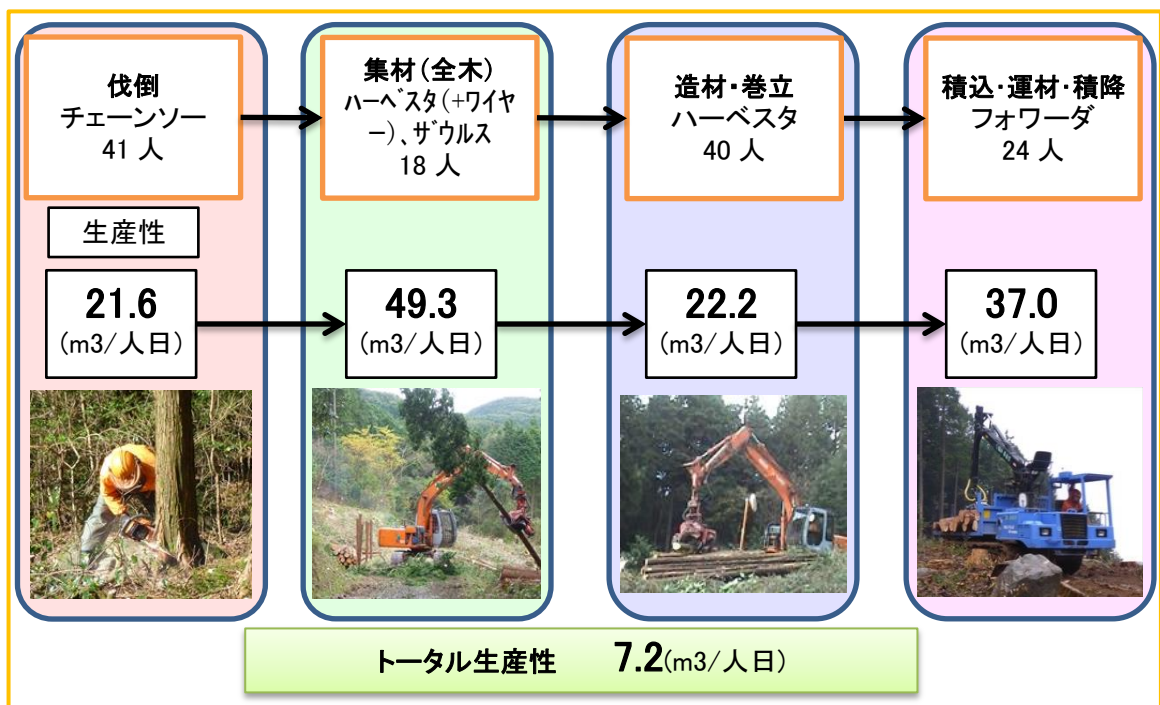


合計 ¥ 0

【伐採作業】

表 4.1 伐採に関する諸元 (里美西ノ岳国有林)

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 26 年 11 月 13 日～平成 27 年 2 月 21 日
路網密度	185 (m/ha)
土場までの距離	最長 350 (m)
出材積・全人工	887 (m <sup>3</sup> ) (223m <sup>3</sup> /ha) ・ 123 人工
伐採対象	素材のみ



【所要人工・経費例】 (赤字は推定部分、他は実績を示す)

- ・(123 人工) × (日額人件費 ¥12,600) = ¥1,549,800
- ・チェーンソー日額 (¥2,100+燃料¥2,560) × 41 日+ハーベスタ日額 (¥6,500+燃料 500 ×130 円) × 55 日+ザウルス日額 (¥13,400+燃料 500×130 円) × 3 日+フォワーダ日額 (¥22,600+燃料 500×130 円) × 24 日 = ¥1,664,160 (推定) (機械経費及び燃料は、既往報告<sup>i</sup>や他社実績より算出)



合計(推定) ¥3,213,960 (¥809,562/ha)

【地拵え】

伐採後に散在するかん木や枝条等の整理について、集造材時に使用したハーベスタとワイヤーを活用し、植付け前の地拵えを行い、労働強度の軽減に役立った。



①ハーベスタから、ワイヤーを伸長



②ワイヤーをかん木や枝条に巻き付け、ハーベスタに引き寄せ



③引き寄せ後、ワイヤーを外す。これを数回繰り返して、末木枝条を集積



④集積後は、ハーベスタで伐区外へ出す

【地拵え時のポイント】

1. 全木集材時に集積できるのは主伐対象木のみで、小径のかん木等は林内に散在したままであるため、植付け前には地拵えが必要となる。
2. なるべく機械が林地に進入しないように努め、機械の土壌圧縮の影響を避けていた。
3. 機械地拵えによる労働強度の軽減効果はあるが、1人によるワイヤー操作は、かなりの時間と労力を費やすことになる。

**【所要人工・経費例】 (赤字は推定部分、他は実績を示す)**

・(17 人工) × (日額人件費 ¥12,600) = ¥214,200

・ハーベスタ日額 (¥6,500+燃料 500×130 円) × 15 日 = ¥195,000(推定) (機械経費及び燃料は、既往報告<sup>1</sup> や他社実績より算出)



**合計(推定) ¥409,200 (¥103,073/ha)**

### 4.2.3 植付け作業

表 4.2 植付けに関する諸元 (里美西ノ岳国有林)

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 27 年 2 月 3 日～2 月 20 日
苗種	ヒノキ裸苗 (長崎県樹苗生産組合から購入)
植栽面積	3.97 (ha)
植栽本数・植栽密度	7,900 (本)・約 2,000 (本/ha) (に小班:1,980 本/ha、ほ及びへ小班:2,000 本/ha)
植栽器具	唐鋤



①出荷状況の苗。不織布で保護



②出荷後の裸苗。根が長く伸びている



③苗の生育面、植穴の効率性で行う根切り



④唐鋤による植付け



⑤苗の乾燥防止の為、枝条等で被覆



⑥散在する枝条等を、人力で整理(中央奥)

## [植付け時のポイント]

1. 対象地は帯状となっており、路網が整備されたため、車両駐車位置から植付け箇所までのアクセスは良好。さらに、苗袋を満載にすれば入る 100 苗は、作業員 1 人が午前と午後それぞれに植えられるペースであったため、途中で裸苗を補給することがなかった。
2. 植付及び補植作業仕様書にあるとおり、植付け前の苗の乾燥防止対策が重要 (写真①)。
3. コンテナ苗と異なり裸苗は根茎が露出しており、長く広がっている (写真②)。
4. 裸苗の植付け時の効率性アップや、植付け後の良好な成長のために、根切りを行わなければならない (写真③)。
5. 裸苗の植付けに唐鍬を使用。緩斜地では鍬を振り下ろす距離が長く、植付け時に屈む際、腰の屈曲度が大きく、作業員への負担は大きい (写真④)。
6. リュック式の苗袋を用いることで、最大 100 本程度の裸苗を楽に持ち運べるのがメリット。コンテナ苗の根鉢容量は大きいいため、裸苗のように一度に運べる数量は限られる (写真④～⑥)。
7. 植付及び補植作業仕様書にあるとおり、植付けた苗の根元には、落葉等の地被物で被覆 (写真⑤)。
8. 作業効率の向上のため、局所的に多く散在している枝条等は、一部の作業員が林地外へ整理 (写真⑥)。
9. 植栽本数を出役人工で単純に除した労働生産性は、**168 本/人日**となる。実際の植付け作業時間には、根切り作業も含まれる。

## 【所要人工・経費例】

・(47 人工) × (日額人件費 ¥12,600) = ¥ 592,200

・裸苗 ¥71 × 7,900 本 = ¥ 560,900



**合計 ¥ 1,153,100 (¥290,453/ha)**

## 【所要総人工・経費総額例】

・**人工**: 伐倒搬出 123 人工 + 地拵え 17 人工 + 植付 47 人工

・**経費**: 伐倒搬出 ¥3,213,960 + 地拵え ¥409,200 + 植付 ¥1,153,100



**人工合計 187 人 (47.1 人/ha)**

**経費合計(推定) ¥4,776,260 (¥1,203,088/ha)**

## 【植付け工期調査結果】

作業員タイプ	植栽器具	植栽本数(調査中)	工期別合計値(秒)								実績			理想	
			移動	間隔計測	地表面整理	植穴掘り	植付	踏み固め・確認	その他	総時間	1本当たりの植栽時間(秒)	1時間当たりの植栽可能本数	1日(7h)当たりの植栽本数	1時間当たりの植栽可能本数	1日(7h)当たりの植栽本数
10年以上1	唐鍬	57	846	605	720	2290	1006	2538	695	8700	152.6	23	161	25	175
3年目1	唐鍬	40	342	543	190	889	550	1733	433	4680	117.0	30	210	33	231
10年以上2	唐鍬	54	296	521	525	1586	757	1815	560	6060	112.2	32	224	35	245
3~4年目	唐鍬	50	285	733	854	851	849	1203	865	5640	112.8	31	217	37	259
10年以上3	唐鍬	27	204	470	322	299	534	538	93	2460	91.1	39	273	41	287
合計			1973	2872	2611	5915	3696	7827	2646	27540	平均 120.8	155	1085	171	1197

植付けの工期調査の結果、上表の通りとなった。

作業員の習熟度、地表面の枝条放置状況、礫の分布状況など、様々な要因で植付けの時間に差が出た。この表には含まれていないが、裸苗特有の『根切り』の工期もあり、更なる人工が掛かっている。

今回の植付け箇所は帯状の皆伐箇所、林道または森林作業道が各帯を横断しており、それら路網を活用して、裸苗を積載した車両が植栽地付近までアクセス可能であった。したがって、伐採時に使用した機械の利活用は、当地ではなかった。

植付け工期別の所要時間を精査すると、『踏み固め・確認』と『植穴掘り』に時間が掛かった作業員が多かった。『踏み固め・確認』は、植付及び補植作業仕様書に記載のとおり、植付け後の土壌や落葉等による被覆作業に時間が掛かっていた。一方の『植穴掘り』は、裸苗を植付けるのに十分な植穴を掘るに当たり、土中の礫や根茎への対応に時間が掛かるケースが多く見られた。



苗の乾燥防止の為に落葉・枝条等

上表の実績欄のとおり、工期調査の結果、1人の7時間作業で概ね160~270本程度の裸苗が植付けられることが判明した。無駄を省き、効率よく作業したとしても、1人7時間作業で180~290本程度の植付け可能本数なので、現状でかなり無駄のない状態と言える。



表土・土中からの礫

苗種と植栽器具が自由に選択できるのであれば、『踏み固め・確認』で時間の掛かっていた“土壌及び落葉等の被覆作業”を省力化すべく、コンテナ苗の植栽が有効であったと推察される。つまり、コンテナ苗の植付け径は、裸苗より小さいため、コンテナ苗の根元を被覆する土壌や落葉等が少量で済むと考えられる。

植栽器具については、前述の近畿中国地方の広島署管内のように、礫質の林地にディブルはあまり適さない場合があるため、唐鍬の使用が良いと考えられる。



### 4.3 従来型施業箇所－対照地:篠栗町民有林(福岡県篠栗町)

里美西ノ岳国有林で実施された、『伐採(皆伐)・搬出』から『植付け』までの作業は、一括請負事業で行われた。従来は、『伐採(皆伐)・搬出』と『植付け』に完全に分割された作業形態で行われていた。

ここでは、一括発注の効果を比較検討するため、**従来型の作業形態**で行われた同一地方の**皆伐施業地をレビュー**していくこととする。

#### 4.3.1 事業地概要

長崎県佐世保市西部の里美西ノ岳国有林に比較的近い箇所、または林分の立地条件が類似している箇所で、従来型の作業形態で皆伐・搬出・植付けが行われ、なおかつ事業実施時のデータが残存していたのは、福岡県糟屋郡<sup>ささぐりまち</sup>篠栗町内の**篠栗町有林**であった。篠栗町有林における事業概要は下表のとおりである。

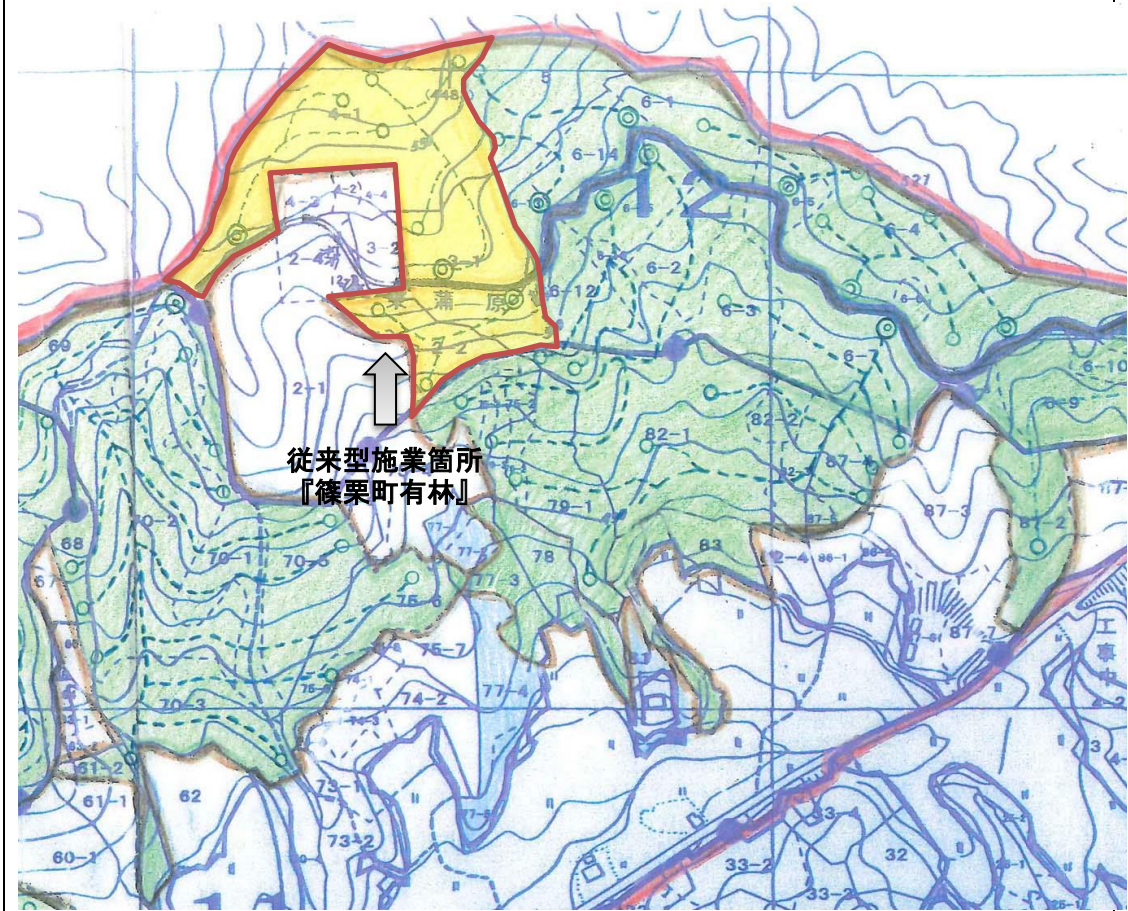
項目	名称・データ等
事業形態	町有林における森林整備事業(樹種転換)
事業箇所	福岡県糟屋郡篠栗町 12 林班
対象面積	3.55 ha
標高	490～570 m
平均斜度	やや急(21～30°)
主な土壌	森林土壌
局所地形	山腹斜面～尾根
前生樹種	ヒノキ(94年生)
地表植生	かん木あり(ササ類なし)
獣害	特になし



【衛星写真】 (平成 26 年 10 月 17 日撮影、Google Earth) ©2015 ZENRIN



【1/5000 基本図】



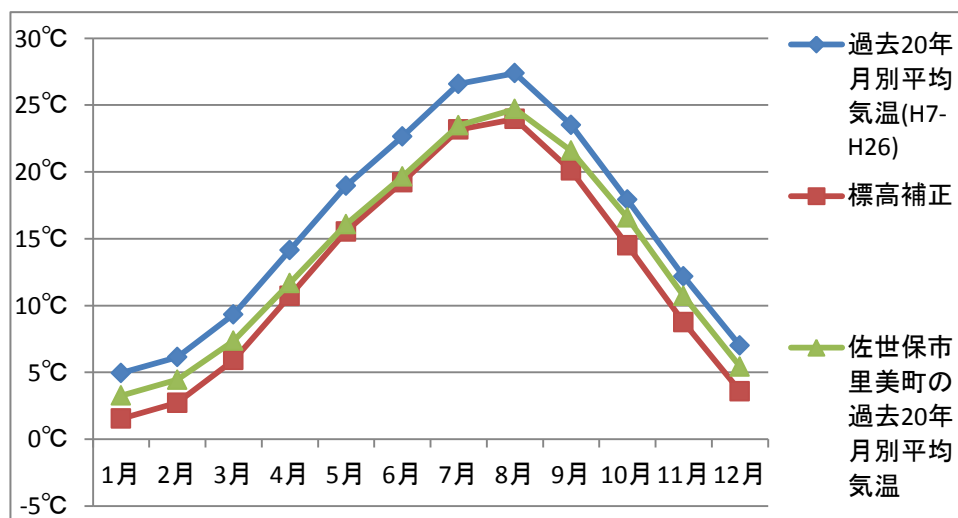
## A) 立地環境

福岡県糟屋郡<sup>ささぐりまち</sup>篠栗町に位置する篠栗町有林は、篠栗町の中心部に立地する篠栗町役場から町の最北部まで県道 92 号で約 9km の距離で到達できる。現場は、隣接する宮若市や久山町との町村界である。

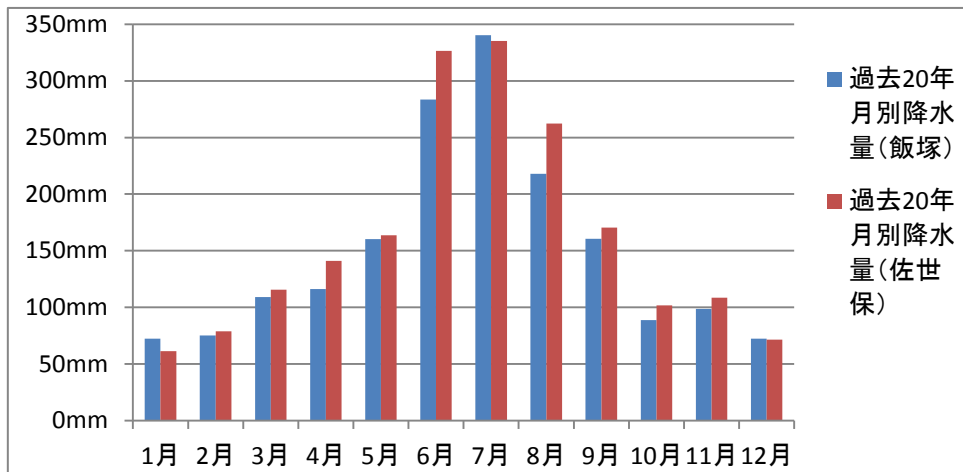
篠栗町の町村界は、福岡市へ続く北西方向を除き、概ね標高 500m 程の稜線に囲まれている状況である。その中で対照地は、隣接する<sup>みやわかし</sup>宮若市境の猫峠から続く林道でアクセス可能で、傾斜は 20° 前後の地形が多い。

## 【篠栗町有林付近の気象】

篠栗町有林に最も近いアメダス観測地点は、福岡県飯塚市内にある『飯塚』（標高 37.1m）である。飯塚における平成 19 年から平成 26 年までの年平均気温の推移は、次のグラフのとおりである。



篠栗町有林の標高は約 570m であり、観測地点『飯塚』の標高 37m より約 520m 高いため、気温の低減率で標高補正したグラフは、対象地の佐世保市里美町のグラフより、0.1~1.8℃低いものとなった。6月と7月は、ほぼ同じ平均気温であるが、秋冬の10月から2月にかけて、1.5~1.8℃低めの気温となった。しかし、気温変化が描く図形は、ほとんど佐世保市里美町のものと同じ形状で、里美西ノ岳国有林と篠栗町有林は概ね同程度の気温環境であると考えられる。

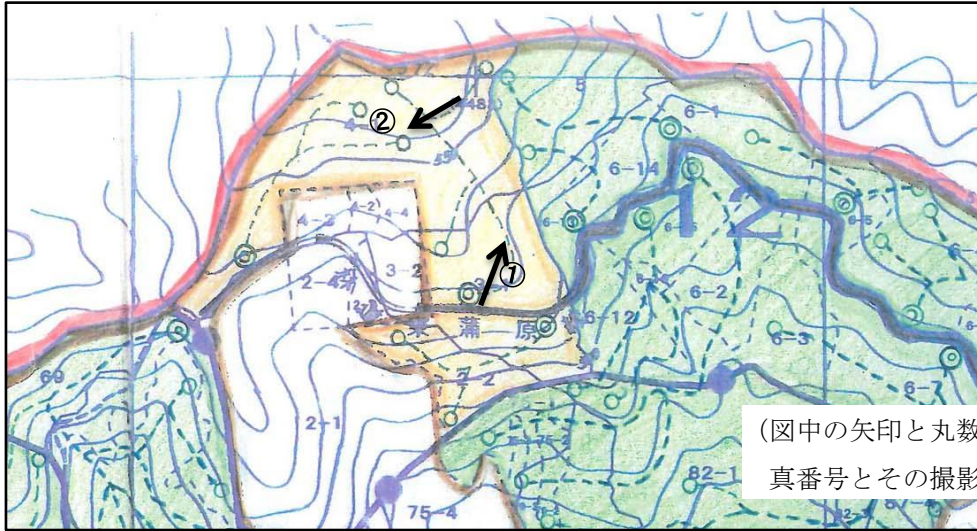


一方の飯塚の年平均降水量は1,800mmで、佐世保の1,940mmより年間140mm少ないものの、月別降水量を比較すると、降水パターンに大きな違いは見られず、降水量についても、飯塚と佐世保は概ね同程度の降水環境にあると考えられる。

【前生樹種】

篠栗町有林の皆伐前に植えられていた樹種はヒノキであり、里美西ノ岳国有林の伐区と同様な状況であったと考えられる。

B) 現地写真



(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

①伐採後のフォワーダによる運材



②ヤマザクラの植付け



### 4.3.2 現地作業(篠栗町有林)

伐採時、及び植付け時の詳細データがないため、地拵え時の人工、機械稼働数等を基に、地拵えの経費を算出することとする。

【地拵え作業】

表 4.3 地拵えに関する諸元 (篠栗町有林)

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 25 年 8 月 1 日～8 月 16 日
地拵え年月日	平成 25 年 9 月 30 日～11 月 27 日
放置期間	最長で約 4 ヶ月
対象面積	3.55 (ha)
地拵え方法	全刈筋置
機械 or 人力	機械地拵えと人力地拵えが混在
使用機械 (バケット容量)	グラップル:日立建機 ZX135 (5 m <sup>3</sup> )、コマツ PC55 (0.16 m <sup>3</sup> )、クボタ U35 (0.11 m <sup>3</sup> ) フォワーダ:モロオカ MST1100

#### 【所要人工・経費例】 (赤字は推定部分、他は実績を示す)

- ・(地拵え 59 人工) × (日額人件費 **¥15,000**) = **¥885,000** (推定) (16.6 人/ha)
- ・機械日額(燃料込)グラップル(ZX135)¥35,000 × 11 日+グラップル(PC55)¥15,000 × 1 日+グラップル(U35)¥15,000 × 2 日+フォワーダ ¥10,000 × 9 日 = **¥520,000**



**地拵え合計(推定) ¥1,405,000 (¥395,775/ha)**

#### 4.4 一括発注と従来型作業の比較

平成 25 年 8 月上旬の伐採の後、地拵えは 10 月上旬から本格的に実施され、その間、林地は最長で約 4 ヶ月放置された。伐採時に発生した末木枝条の散乱や、新たに侵入してきた植生により、場所により様相は異なるものの地表整理などを行う『地拵え』の必要性があり実施したところである。

地拵えは、機械による地拵えを実施し、‘全刈筋置’の手法で実施した。

一括発注時には、伐採後に植付けを行うことを念頭に作業を実施するため、自ずと林地に末木枝条が散乱しないよう配慮した作業スタイルを選択することになる。また、伐採後に時間を空けずに植付けるため、大規模で丁寧な地拵えが不要と思われる場合が多い。

仮に、この現場において、伐採後に地拵えを一切行わずに植付けが可能であった場合、地拵えに 59 人工と複数の機械代を含め、最大で総額約 1,405,000 円の経費を削減できた可能性があったことになった。

##### 【一貫作業による低コスト化の可能性】

・福岡県篠栗町有林を参考に、¥1,405,000 /3.55ha、

つまりヘクタール当たり最大 **¥395,000** の低コスト化が可能と試算。

・但し、先行伐倒、末木枝条が散乱しないような丁寧な集造材作業、植付け前の地表整理等で、相殺されることも考慮すべき。

## 4.5 まとめ

長崎森林管理署管内の里美西ノ岳国有林と、福岡県糟屋郡篠栗町内の篠栗町有林の事例を比較検討した結果を、以下にまとめる。



### 【北九州地方 長崎森林管理署における事例】

- 長崎県佐世保市の里美西ノ岳国有林では、緩い地形を活かし、車両系による作業システムで、伐採、集造材、搬出を行い、時間を空けずに植付け作業を行った。
- 植付け作業前には、植付け作業の効率性を考慮し、かん木等の地表整理を機械で実施した。
- 一方、環境が類似する福岡県篠栗町有林では、伐採時の末木枝条が散乱した状況、かつ伐採後に林地を最長約4ヶ月間、放置した。
- 伐採時の地表整理を丁寧に実施すること、及び伐採後の放置をせず、すぐに植付け作業を行った場合、最大で395,000円/haのコスト削減が可能であったと試算された。
- 但し、作業の効率性を考慮して、先行伐倒や地拵えをする場合や、末木枝条が散乱しないような丁寧な集造材作業をする場合があり、それに係る人件費や機械費等が掛かり増しとなることを考慮すべきである。



## 5 九州地方 聞き取り調査1－扇山国有林(大分県九重町)

### 5.1 事業地概要

項目	名称・データ等
事業形態	国有林における森林整備事業（誘導伐・密着造林型）
事業箇所	大分県玖珠郡九重町扇山 <sup>おおきやま</sup> 国有林 大分西部署 1056 い、ろ林小班
対象面積	4.24 ha
標高	801～1,000 m
平均斜度	やや急（21～30°）
主な土壌	森林土壌
局所地形	山腹斜面
前生樹種	スギ
地表植生	かん木あり（ササなし）
獣害	ニホンジカ

#### 5.1.1 現地位置図

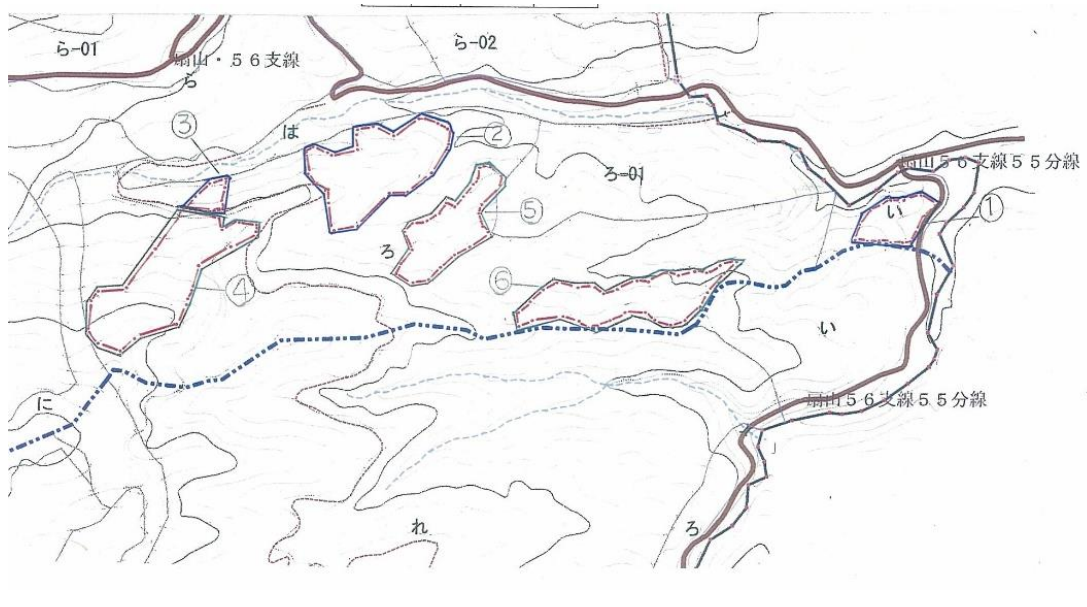
【現地地図】（Google Map）©2015 Google, ZENRIN



【衛星写真】（平成 26 年 12 月 30 日撮影、Google Earth）©2015 ZENRIN



【1/5000 基本図を 1/10000 に縮尺】



## 5.1.2 立地環境

扇山国有林は、大分県のほぼ中央部に位置し、由布市と玖珠郡九重町の町村界付近の立地である。現地から北東へ行くと、大分自動車道へ通ずる国道210号へアクセス可能である。湯布院ICから林業地の日田市へは、大分自動車道の利用で50km弱の距離であり、さらに九州自動車道を活用することで、九州内の他の木材市場や木材加工場へのアクセスも容易である。

### 【現地の地形】

瀬戸内海の別府湾に注ぐ大分川の最上流部に当たる当地は、標高1,200m前後の山々に囲まれており、それらの山々から発する大小の河川が発達している。林地は標高800mから900mに位置し、斜度は21～30°のやや急な山腹斜面に立地している。斜面方位は概ね北東斜面が多い。地質は一般的な森林土壌である。

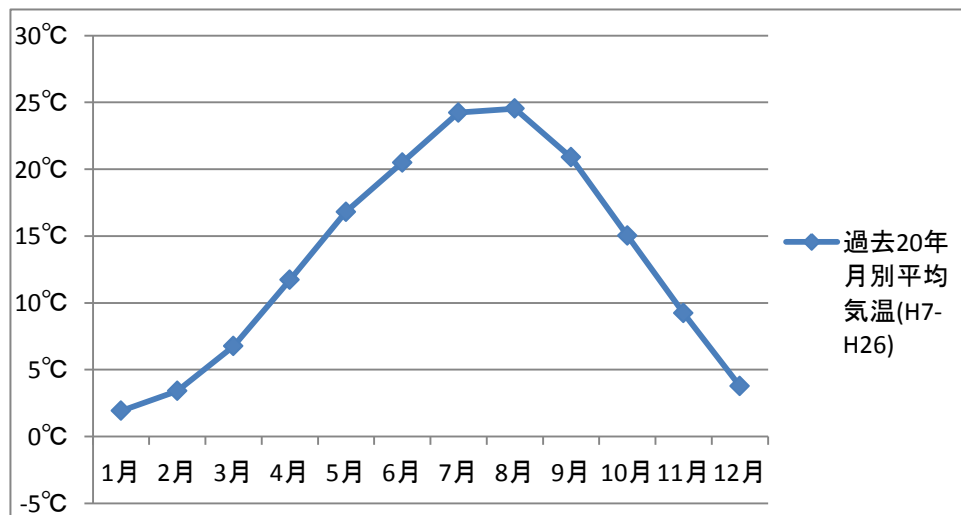
### 【現地の気象】

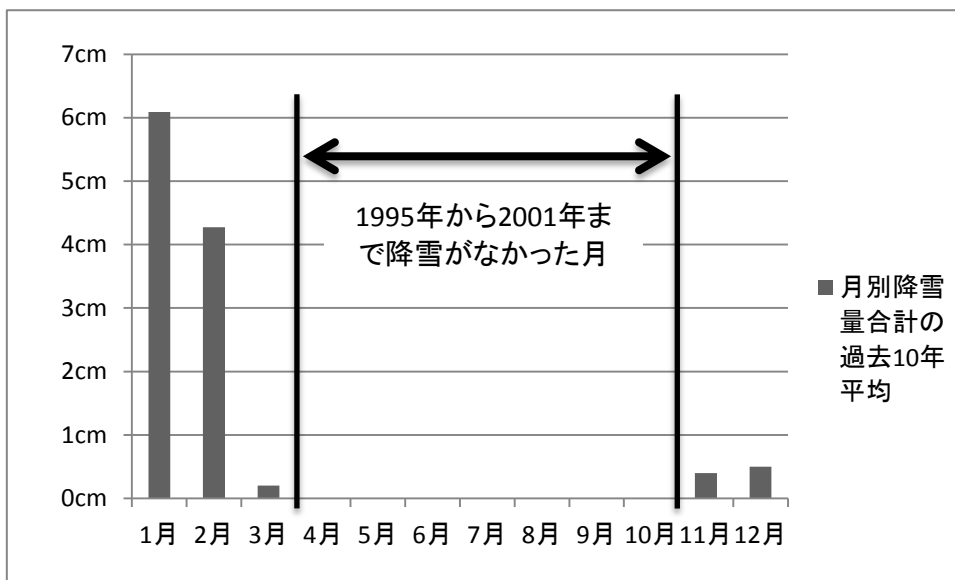
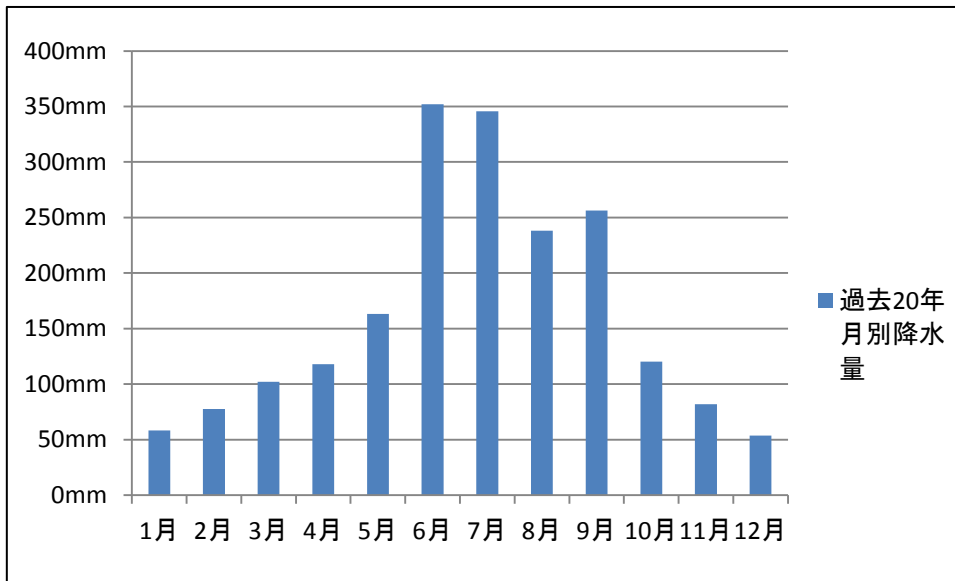
対象地に最も近いアメダス観測地点は、大分県由布市内にある『湯布院』（標高435m）である。湯布院における平成7年から26年までの年平均気温は13.2℃で、温暖な九州内において内陸性の気候を示し、標高の高い扇山周辺では気温の日較差が大きく、冬には最低気温が氷点下になることも多く、積雪に見舞われる。対象地の標高は約900mで、アメダス設置地点より約550m高いので、気温の低減率（ $-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）を考慮すると約3.3℃冷涼になるため、現地の年平均気温は約9.9℃と考えられる。

年平均降水量は1,966mmで、梅雨時辺り（6月～7月）の降水量が突出して多い傾向がある。また秋雨時期の9月も、降水量が250mmを超えやや多いが、他の月は200mm以下で、特に冬期の降水量は少ない。

当地域から最も近い降雪観測地点は大分県日田市内の『日田』（標高83m）である（2001年2月で観測停止）。1995年から2001年2月までの日田における冬期の降雪量は、1月や2月に10cmを超える年があり（1996年、1997年、1999年、2001年）、観測地点より800m以上標高が高い現地は、さらに多いと推測される。

以上から、植付けは土壌が凍結せず、積雪のない4～10月辺りに実施するのが妥当と考えられる。

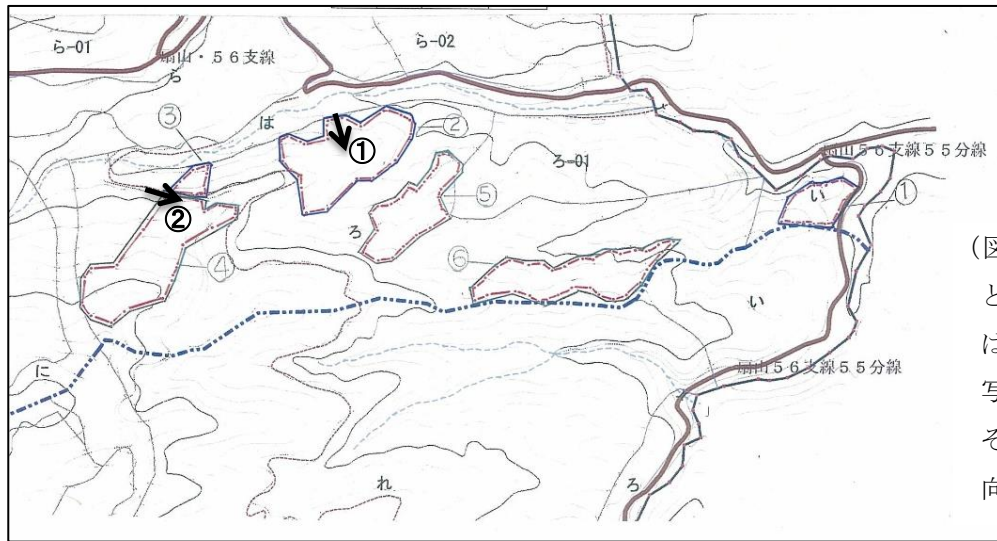




【前生樹種】

この地方では、スギが中心に植栽されており、当林分もスギ 100%で植えられていた。

5.1.3 現地写真



(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

①伐採後の林地の状況（伐区②）



②植付け及び防鹿対策終了後の林地（伐区③(左側)と伐区④(右側)）



## 5.2 現地作業

## 5.2.1 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い  
刈払い機  
(人工不明)

※伐採時の作業効率性等を考慮し、伐採前に伐区内のかん木等処理。




イメージ写真

【所要人工・経費例】 (赤字は推定部分、他は実績を示す)

- ・(推定 18 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥270,000 (推定)
- ・刈払機日額(燃料込) ¥1,260 × 18 台 = ¥22,680 (推定) (機械購入費 ¥78,000、償却 3 年、年間稼働日数 100 日、燃料費日額 ¥1,000)

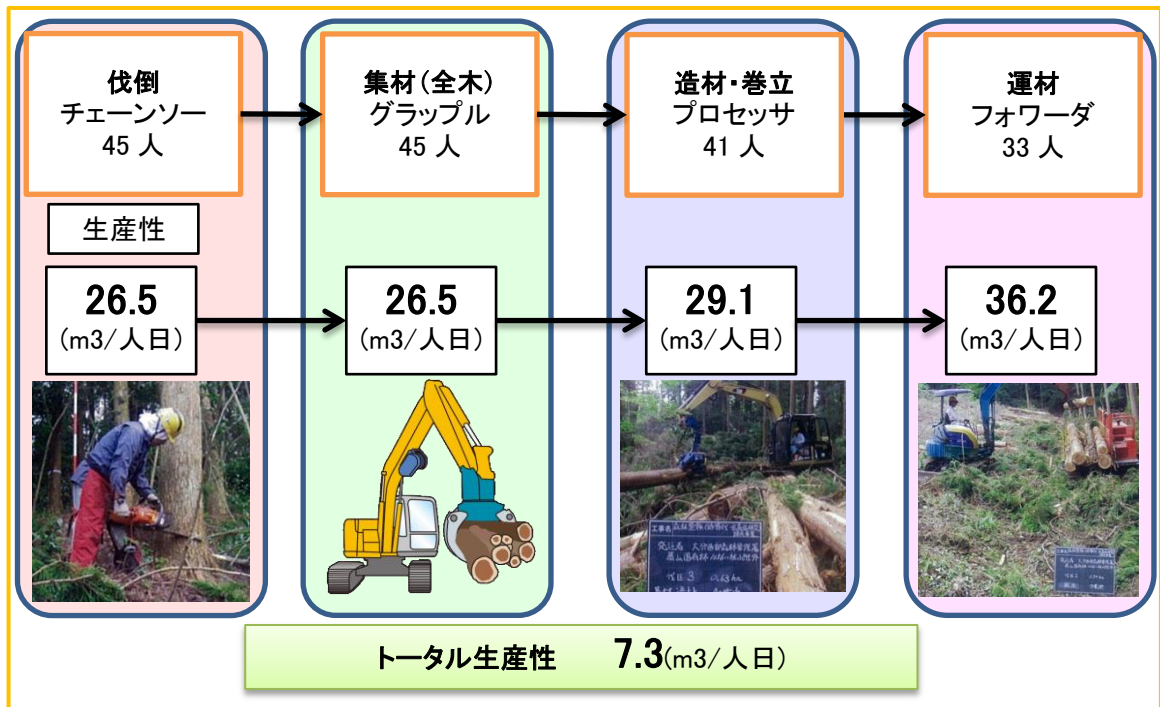


合計(推定) ¥292,680 (¥69,028/ha)

【伐採作業】

表 5.1 伐採に関する諸元 (扇山国有林)

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 26 年 4 月 14 日～8 月 20 日
路網密度	290 (m/ha)
土場までの距離	平均 300 (m)
出材積・全人工	1,193 (m <sup>3</sup> ) (281m <sup>3</sup> /ha) ・ 164 人工
集積対象	素材のみ



【所要人工・経費例】(赤字は推定部分、他は実績を示す)

・(164 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥2,460,000(推定)

・¥5,140,000 (機械費＋他経費)



合計(推定) ¥7,600,000 (¥1,792,453/ha)

【地拵え】

事業を受託したE事業体は、造材時に大量発生した末木枝条や、伐倒時に散乱したスギ梢端部などの処理について、スムーズな植付けの障害や林地整理の観点から、仕様書にはない『地拵え』を実施した。

[地拵え時のポイント]

1. コンテナ苗には、『伐採後に時期を選ばず植栽可能』という苗側の利点はあるものの、林地に末木枝条等が散乱していると、植付け作業の効率性や安全性の面で不利益になると判断し、自主的に地拵えを実施。
2. 地拵えには、林地に合わせてグラップル、刈払機、チェーンソーを選択して使用した。

【所要人工・経費例】(赤字は推定部分、他は実績を示す)

・(21 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥315,000(推定)

・グラップル日額 (¥13,400+燃料 500×130 円) ×5 日 + チェーンソー日額 (¥2,133+燃料費 ¥200) ×6 日 + 刈払機日額(燃料込) ¥1,260×10 日 = ¥126,098(推定)



合計(推定) ¥441,098 (¥104,033/ha)

## 5.2.2 植付け作業

表 5.2 植付けに関する諸元（扇山国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 26 年 6 月 20 日～9 月 9 日
苗種	スギコンテナ苗（挿し木）
植栽面積	4.24（ha）
植栽本数・植栽密度	10,800（本）・2,547（本/ha）
植栽器具	唐鋤
特記事項	シカ生息地のため、防鹿対策として防鹿ネット工を施工した後に、植付けを実施。



①挿し木のスギコンテナ苗

②植付け作業

③植栽後

④植栽及び防鹿対策の施工完了状況

[植付け時のポイント]

1. 標高が 800m を超え冬期には積雪があり、土壌の凍結もあることから、植栽適期は概ね 4 月から 10 月までとしている。
2. 土壌凍結によるコンテナ苗の浮き上がり防止のため、土壌凍結が懸念される時期に植付ける際は、『踏み固め』が必要。
3. コンテナ苗や防鹿対策の資材は林内運搬車で運搬し、林地内では人力により移動。
4. コンテナ苗は、裸苗と比較し重く嵩張るので、持ち運びが大変である。作業員 1 名が持ち運ぶ数量と使用道具、苗の集積場所等を検討し、効率的なやり方を見出すことが重要。
5. 植栽本数を出役人工で単純に除した労働生産性は **235 本/人日**となる。但し、作業員全員が終日植付けに従事している訳ではないので、この値は過小評価であること



に留意。

**【所要人工・経費例】**（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(46 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥690,000 (推定)

・コンテナ苗 ¥132 × 10,800 本 = ¥1,425,600

・林内運搬車日額 (¥13,200 + 燃料 250 × 130 円) × 2 日 = ¥32,900 (推定)

(防鹿対策資材は除く)



**合計(推定) ¥2,148,500 (¥506,722/ha)**

**【所要総人工・経費総額例】**

・**人工**: 先行刈払い 18 人工 + 伐倒搬出 164 人工 + 地拵え 21 人工 + 植付 46 人工

・**経費**: 先行刈払い ¥292,680 + 伐倒搬出 ¥7,600,000 + 地拵え ¥441,098

+ 植付 ¥2,148,500



**人工合計 249 人 (58.7 人/ha)**



**経費合計 ¥10,482,278 (¥2,472,235/ha)**

### 5.3 事例から見える『低コスト造林』に向けた要点

1. （伐採作業前）先行刈払いを全面的に実施し、伐採工程の効率性及び安全性の向上を図る。
2. （集造材時）全木集材のため、林地の残材量を減らすことはできるが、末木枝条が大量発生する造材作業箇所の選定がポイント。
3. （植付け時）素材生産時に使用した機械（林内運搬車）を、苗運搬に活用できる。
4. （植付け時）植付け作業者の負担とならないように、手元に多くの苗を持つ工夫が必要である。

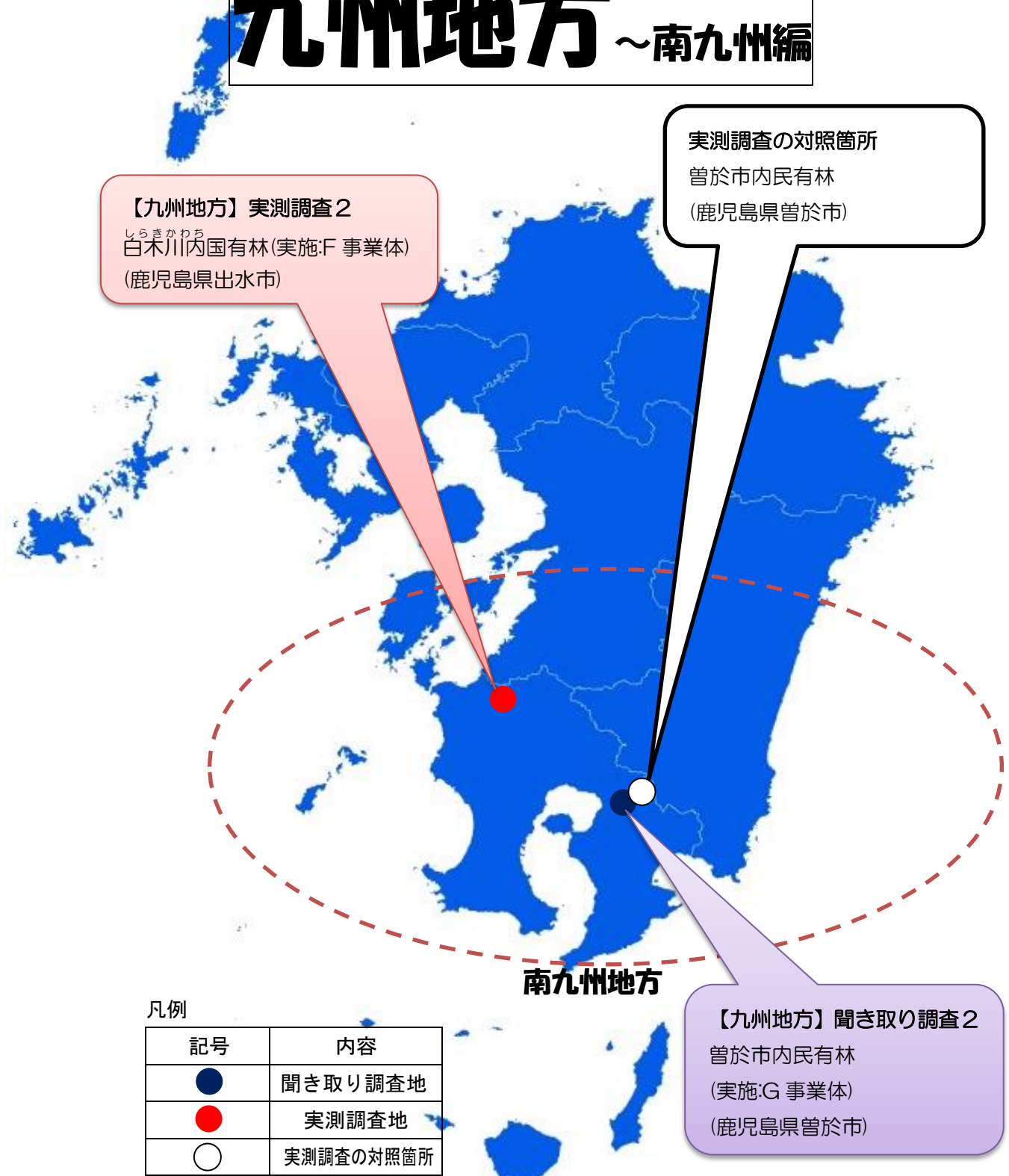


（苗の集積箇所にすぐ戻らなくて良いように大量に苗を持ち運びたいが、コンテナ苗は根鉢の重量感が負担となり、苗の数量と重量負担のバランスが重要）

5. （植付け時）植付け作業者が効率的に苗を補充できるよう、苗をまとめて置く場所の配置計画が重要である。
6. （獣害対策）獣害対策で工作物を設置した際、設置時の労力やコストのみならず、設置後の定期的な維持管理費も発生するため、地域合意に基づく対象種の適正頭数管理が最重要である。



# 九州地方 ~南九州編



【九州地方】実測調査2  
 白木川内国有林(実施:F 事業体)  
 (鹿児島県出水市)

実測調査の対照箇所  
 曾於市内民有林  
 (鹿児島県曾於市)

【九州地方】聞き取り調査2  
 曾於市内民有林  
 (実施:G 事業体)  
 (鹿児島県曾於市)

凡例

記号	内容
●	聞き取り調査地
●	実測調査地
○	実測調査の対照箇所

※九州地方には、福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、熊本県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県が含まれ、特に南九州地方とは、熊本県南部、宮崎県、鹿児島県を対象とするイメージです

## 6 九州地方 実測調査2 - 白木川内<sup>しらきかわち</sup>国有林(鹿児島県出水市)

### 6.1 事業地概要

項目	名称・データ等
事業形態	国有林における森林整備事業 (誘導伐・密着造林型)
事業箇所	鹿児島県出水市白木川内国有林 北薩署 1045 と林小班
対象面積	1.66 ha
標高	330~430 m
平均斜度	やや急 (21~30°)
主な土壌	森林土壌 (礫が少ない「窯土」に覆われる)
局所地形	山腹斜面
前生樹種	スギ (一部にスギと同サイズの広葉樹あり)
地表植生	かん木あり (ササ類なし)
獣害	ニホンジカ

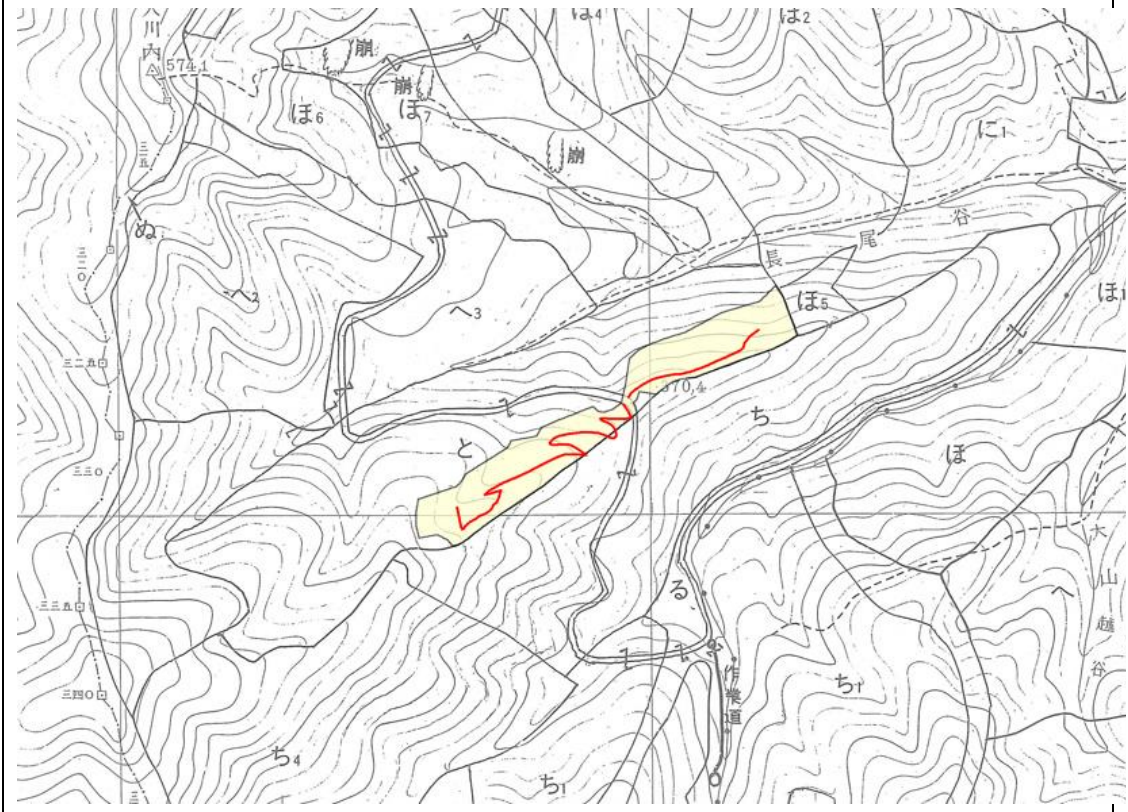
#### 6.1.1 現地位置図



【衛星写真】（平成 26 年 11 月 27 日撮影、Google Earth） ©2015 ZENRIN



【1/5,000 基本図】



### 6.1.2 立地環境

九州地方の南部（以降、南九州地方）は概念的な区分で、本事例集では、概ね熊本県南部、宮崎県、鹿児島県（離島は除く）辺りを指すこととする。南九州地方の交通網は、中央部を南北に縦断する九州自動車道を中心に、そこから分岐し宮崎県南部を横断する宮崎自動車道、そして現在整備中の九州東岸経由で福岡県と鹿児島県を接続する東九州自動車道が幹線となっている。それらと主要国道等が各地を結んでいる。

対象の白木川内国有林は、鹿児島県最北部付近に位置し、熊本県南部の水俣市に近い。また東側は伊佐市（旧大口町）に接する立地である。林地から続く白木川内林道と県道48号は、狭隘でカーブが多いため大型車には困難な道であるが、出水市内から木材流通施設がある薩摩郡さつま町（旧宮之城町）及び熊本県水俣市等のアクセスは、国道328号及び国道3号をそれぞれ通行すれば比較的良好である。

#### 【現地の地形】

南九州地方では、斜度 30° 前後の比較的急な斜面が多く見られ、対象林小班周辺も概ね 30° 前後の北東に傾斜した山腹斜面である。対象林小班は、標高 400m 付近を通過する白木川内林道により、上下に二分されている。地質は一般的な森林土壌であるが、土中の礫が少なく、焼き物に使われる土の様相を呈するため、地元では『窯土（かまつち）』と呼ばれていた。一旦降水があると粘土状の泥濘となり中々排水されず（写真①、②）、水分が抜けると泥濘時の形状のまま固まる、という特徴がある。



①機械のクローラに粘りつく『窯土』

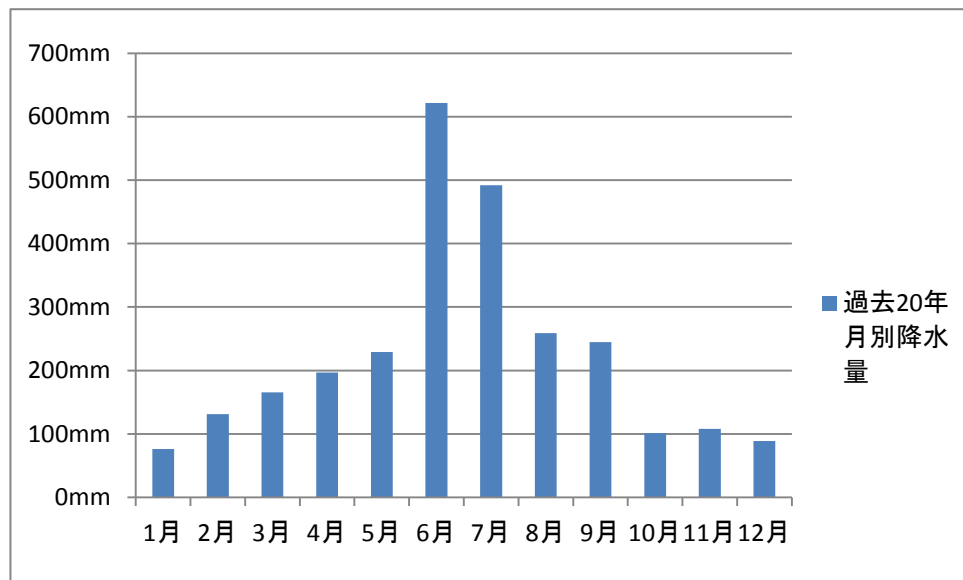
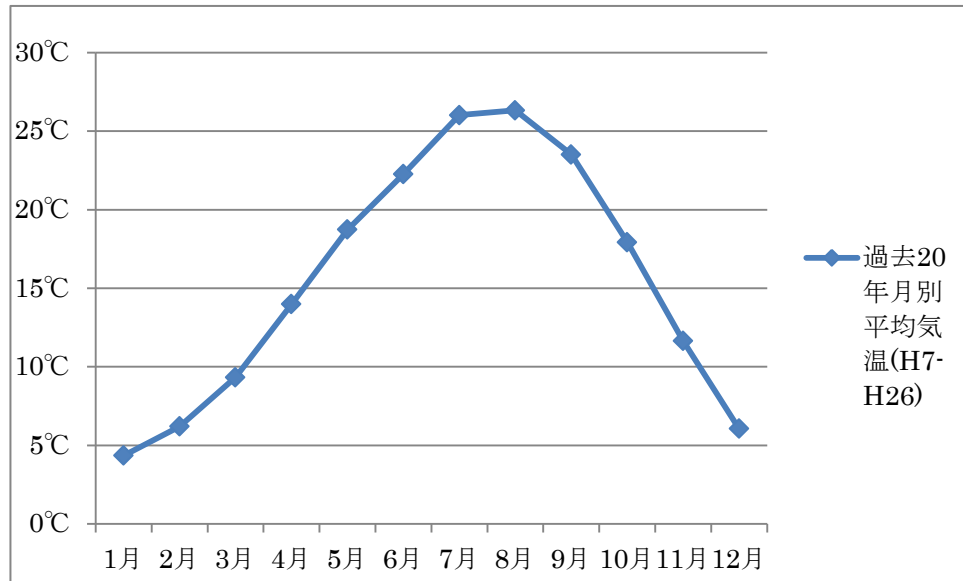


②スリップ防止の為に、スギ枝条を敷設

#### 【現地の気象】

対象地に最も近いアメダス観測地点は、鹿児島県伊佐市内にある『大口』（標高 175m）である。大口の平成7年から26年までの年平均気温は 15.5℃である。大口は、九州型の太平洋側気候帯に属し、南九州であるものの、周りを険しい山に囲まれた内陸盆地となっているため、冬期に冬日となることがある。対象地の標高は、アメダス設置地点より約 270m 高いので、気温の低減率（-0.6℃/100m）を考慮すると約 1.6℃冷涼になるため、現地の年平均気温は約 13.9℃と考えられる。

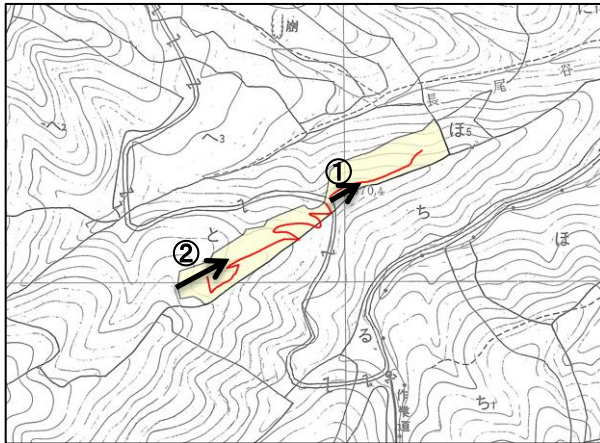
年平均降水量は 2,713mm で、梅雨時の 6、7 月の降水量が突出して多い。冬期に降雪となることもあり、降雪の観測施設がある鹿児島県阿久根市では、平成8年2月に 5cm の降雪を観測したため、現地の標高では降雪が年に数回はあると考えられる。



#### 【前生樹種】

この地方は飢肥杉の産地に近いため、スギが中心に植栽されており、当地もスギが植えられていた。

### 6.1.3 現地写真



(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

①林道より下部の  
状況



②幅の狭い伐区の中  
央部に森林作  
業道が開設（伐倒  
は森林作業道に  
向けて行われ、集  
材の効率性が考  
慮されている）





## 6.2 現地作業

### 6.2.1 仕様書における特筆すべき事項等

当該事業は、伐採・搬出から植付けまでの作業が『一括請負事業』で行われた。業務遂行上の特約事項や、仕様に関する主な部分を以下に列記する。

#### 【森林整備事業(誘導伐:密着造林型)事業請負仕様書】

##### 2. 伐倒及び集造材

- (1)区域内の伐倒は、監督職員の指示に従い原則として全木伐倒するものとする。
- (2)下表の素材採材が可能なものを原則として搬出対象木(胸高直径がスギ 16cm 以上、ヒノキ 14cm 以上)としているので、これに基づき通直材を採材・搬出すること。但し、監督職員の指示のある場合はこの限りではない。

樹種	長級(m)	径級(cm)	C材等未利用材	長級(m)	径級(cm)
スギ	3	14上	スギ・ヒノキ	2・3・4	8上
	4上	14上			
ヒノキ	2	18上			
	3	14上			
	4	12上			
	6上	14上			

##### 3. 伐倒及び集造材作業に当たっての留意事項

- (1)伐採洩れ、対象外の伐採がないよう留意すること。
- (2)伐倒及び集造材作業においては、他の造林木を損傷しないように注意すること。
- (3)かかり木については、適切な方法で処理すること。
- (4)ワイヤーロープ等、現地の片づけは適切に行うこと。
- (5)植栽、保育等に支障のないよう枝条等を適切に処理すること。

#### 【コンテナ苗植付作業仕様書】

##### 2. 苗木の管理

- (2)苗木は保管場所に立てて寄せ並べ、必要に応じ、こも、シート等で直射日光を遮断し灌水するなど、苗木の乾燥防止について十分な措置を講ずること。

##### 3. 植付要領


- (1)植付地点を中心に径 7cm、深さ 18cm 程度の植穴を掘る。
- (2)苗木の植付けは、根鉢を植穴の底に密着させ、根元部が地表面よりやや低くなるよう垂直に植え付ける。
- (3)側方は、根鉢と植穴との間に空隙がないように土を入れる。
- (4)地表部は根鉢が乾燥しないよう土を被せ、倒伏を防止するため、根鉢を潰さない程度に足で踏み、落葉等で被覆する。

##### 4. 作業場の留意事項

- (1)苗木を深植することは生育不良の原因となるので、充分注意すること。
- (2)苗木の運搬及び植付の際は、苗木が乾燥又は損傷しないよう充分注意すること。


## 6.2.2 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い  
**実施せず**

※対象伐区の林床に侵入した植生も含め、一括で伐採したため、先行刈払いは未実施。



### 【所要人工・経費例】

・(0 人工) × (日額人件費 ¥16,900) = ¥ 0

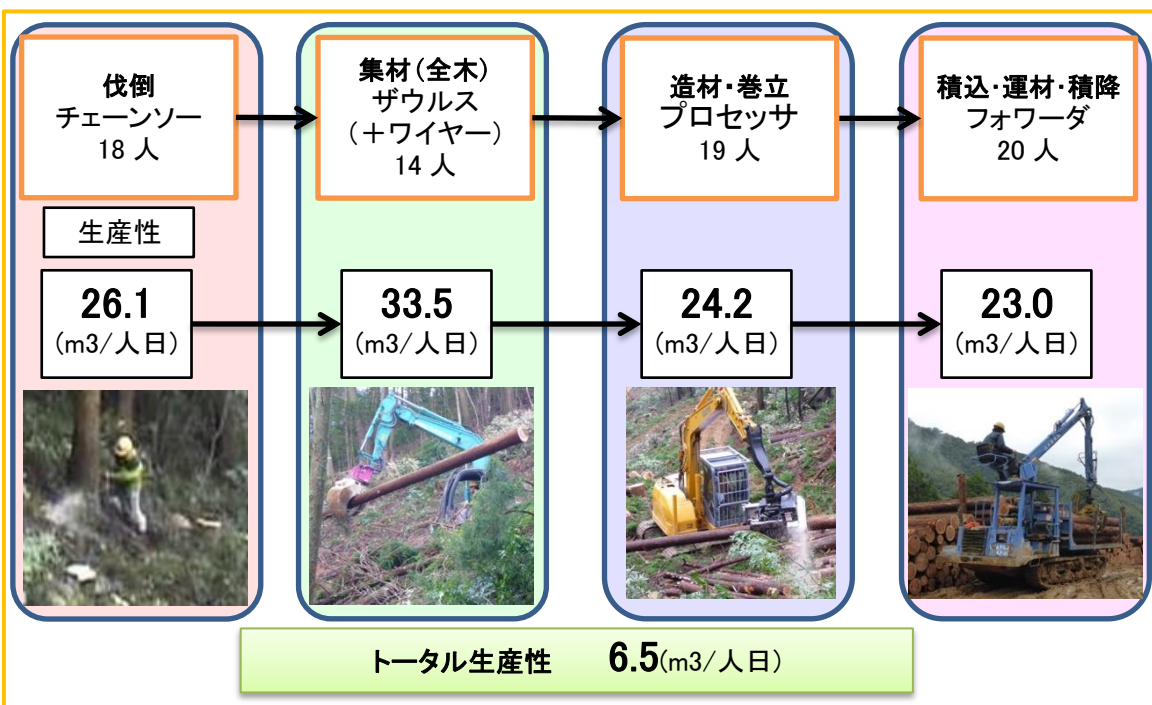


合計 ¥ 0

【伐採作業】

表 6.1 伐採に関する諸元（白木川内国有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 26 年 11 月 12 日～平成 26 年 12 月 27 日
路網密度	313 (m/ha)
土場までの距離	平均 250 (m)
出材積・全人工	460 (m <sup>3</sup> ) (277m <sup>3</sup> /ha) ・ 70.375 人工
伐採対象	素材、チップ材



## 【所要人工・経費例】

・(70.375 人工) × (日額人件費 ¥16,900) = ¥1,189,337

・ ¥ 伐倒 ( ¥ 46,888 ) + 集材 ( ¥ 949,142 ) + 造材 ( ¥ 595,030 ) + 運材 ( ¥ 187,218 ) =  
¥1,778,278 (機械費+他経費)



合計 ¥2,967,615 (¥1,787,720/ha)

## 【集積・枝条整理】

事業請負仕様書のとおり、枝条等は植栽、保育等に支障のないよう、林縁に集積される一方、径 8cm 以上については、チップ材利用のため搬出された（写真①）。路網活用型<sup>ii</sup>の集造材を行ったため、森林作業道上にプロセッサ造材時の枝条が大量に堆積するが、当地の土壤条件として水分を含むと軟弱で滑りやすい特徴があることから、それらの一部は森林作業道上に敷設した（写真②）。



①径 8cm 以上の広葉樹は搬出し(手前)、それ未満は残置(奥)



②スリップ防止の為に、森林作業道上にスギ枝条を敷設

## [集積・枝条整理時のポイント]

1. 幅が狭い伐区の中央に森林作業道が開設されたため、作業道脇への全木集材や造材作業のポイントが作りやすい。
2. チップ材として径 8cm 以上の広葉樹は搬出用に集積したが、それ以外の末木枝条等は、林縁または林外に残置されるか、林床に堆積した。
3. プロセッサ造材で大量に発生する枝条は、森林作業道の機械の安定性確保等のため、路面に敷設（写真②）。
4. 全木集材の後の林床には、伐採時に折れた梢端部や集積されなかった広葉樹等が散乱する。

## 6.2.3 植付け作業

表 6.2 植付けに関する諸元（白木川内国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 27 年 1 月 12 日～1 月 16 日
苗種	スギコンテナ苗（挿し木）
特に品種等	飢肥杉（銘柄：タノアカ）
植栽面積	1.66 (ha)
植栽本数・植栽密度	4,200 (本)・2,530 (本/ha)
植栽器具	ディブル、唐鋤、バール
特記事項	シカ生息地のため、防鹿対策として防鹿ネット工を施工した後に、植付けを実施。

この現場周辺はニホンジカの生息地のため、獣害防止ネットを伐区全周に設置した（写真①）。発注元である北薩森林管理署管内におけるコンテナ苗を植え付ける初の事業であったため、管理署職員や地域関係者等が参集した実地検討会を実施した。受託者のF事業体は、植付け初日に、検討会参加者から作業者に向けて、コンテナ苗の植付け要領等に関する伝達報告が行われ、要領等の共有・把握を図った（写真②）。獣害防止ネット施工に係る資材及びコンテナ苗の運搬には、伐採時に使用したフォワードを活用した（写真④）。



①防鹿ネットを植付け前に設置



②コンテナ苗植栽方法の現地伝達



③現場のコンテナ苗保管状況



④フォワードによるコンテナ苗の運搬



⑤ディブルを用いての植穴掘り



⑥植穴掘りをバールで試行



⑦肩掛け式のコンテナ苗用の苗バッグ



⑧植付け後の林地

[植付け時のポイント]

1. コンテナ苗植付け前に、植付け要領や注意点等を作業員全員で共有（写真②）。
2. 植付け箇所の要所にコンテナ苗が保管されていたが、保管場所の計画的設置により、後の苗木補給時に、作業員の歩行距離やタイムロスが左右する（写真③）。
3. 伐採作業時に使用した機械を活用することで、労働強度の軽減に資する（写真④）。
4. 既存の植栽器具が最良ではないので、林況にあった植栽器具を試行する姿勢が重要（写真⑥）。特にバールは、硬い土壌に有効であったが、重いため持ち運びが大変。
5. 各作業員は出荷時の袋を手で持ち移動していたが（写真⑤、⑥）、最大 25 本のコンテナ苗が入る袋が 2 つ付いたショルダー式苗バッグは、重量感の軽減、移動と苗の取り出しのスムーズさなどの点から、効率的であると考えられる（写真⑦）。
6. 植栽本数を出役人工で単純に除した労働生産性は、**227 本/人日**となる。但し、作業員が試行錯誤しながらの結果で、この値は過小評価であることに留意。

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(18.5 人工) × (日額人件費 ¥ 16,900) = ¥ 312,650

・コンテナ苗 ¥ 140 × 4,200 本 = ¥ 588,000

・フォワーダ日額 ¥ 9,960 + 燃料 100 × 133 円 = ¥ 11,290 (推定)



合計(推定) ¥ 911,940 (¥ 549,361/ha)

【所要総人工・経費総額例】

- ・人工：伐倒搬出 70.375 人工 + 植付 18.5 人工
- ・経費：伐倒搬出 ¥2,967,615 + 植付 ¥911,940



人工合計 88.875 人 (53.5 人/ha)

経費合計(推定) ¥3,879,555 (¥2,337,081/ha)



【植付け工期調査結果】

作業員タイプ	植栽器具	植栽本数(調査中)	工期別合計値(秒)								実績		理想		
			移動	間隔計測	地表整理	植穴掘り	植付	踏固め・確認	その他	総時間	1本当たりの植栽時間(秒)	1時間当たりの植栽可能本数	1日(7h)当たりの植栽本数	1時間当たりの植栽可能本数	1日(7h)当たりの植栽本数
ベテラン1	ディブル	91	231	670	259	654	524	730	4552	7620	83.7	42	294	106	742
中堅1	唐鍬	58	328	253	365	279	336	322	2797	4680	80.7	44	308	110	770
ベテラン2	バール	50	185	312	12	575	346	349	3861	5640	112.8	31	217	101	707
新人(年配)	ディブル	52	730	308	64	562	178	321	2637	4800	92.3	39	273	86	602
新人(若者)	ディブル	100	620	879	44	1055	667	1403	2232	6900	69.0	52	364	77	539
中堅2	ディブル+苗バッグ	100	746	647	881	1106	286	828	2586	7080	70.8	50	350	80	560
ベテラン3	ディブル	100	867	962	68	976	716	614	3417	7620	76.2	47	329	85	595
合計			3707	4031	1693	5207	3053	4567	22082	44340	平均80.5	305	2135	645	4515

植付けの工期調査の結果、上表の通りとなった。

植付けを担当した作業者は、全員がコンテナ苗の植栽が初めてであった。作業者の植付け技術レベルは、経験 20 年以上の『ベテラン』、経験 5～20 年の『中堅』、未経験の『新人』に区分した。なお、未経験の新人には、20 歳代の若者と 50 歳代以上の年配の 2 種が混在していた。

工期調査の結果、地表面の枝条散乱状況、使用した植栽器具、微地形など、様々な要因で植付けの時間に差が出た。

コンテナ苗の植付けが全員初めてであったり、植付けの初心者が 2 人含まれ、周囲の作業員がアドバイスをしながらの作業であったり、さらにはコンテナ苗の袋が現地の要所にまとめて置かれていたが、作業員が手に持って移動できるのは 2 袋までで、苗木を補給するのに時間が掛かったりといった要因により、工期の『その他』の時間が掛かり増しとなっている。

理想的には、この『その他』の時間を限りなくゼロに近づけられれば、植付け工期は上がり、1 日 7 時間の作業で 550～750 本/人日程度が植付けられることになる。

現地には伐区の中央付近に森林作業道が作設されたことにより、要所に苗袋をまとめて置くことができたので、**計画的に苗の集積場所を確保**することがポイントである。枝条が散乱し斜度がある林地では、作業員が直接苗袋を手に持って



移動することは、かなりの負担であると考えられるため、前頁の写真のようなショルダ一式の苗バッグ（コンテナ苗 25 本を運搬可能な袋が 2 袋装着）を活用することで、林地内の移動負担の軽減が可能となる。また、これを使用した中堅 2 の植付け時間が短くなっていることから、腰回りの苗木をすぐに手に取り、無駄なく植穴へ挿入できるため、効率的でもあると考えられた。

伐採搬出後、枝条整理は行ったものの、『しっかりした地拵え』をせずに植付けたため、林地には比較的大きな広葉樹等が散乱している箇所があった（右写真参照）。コンテナ苗の植付けの際、植栽器具で植穴を掘れば良いのだが、実際は周囲の邪魔な枝葉を鉋で切り落とす方が効率的と思われる場面が散見された。作業者は、そのようなことを念頭に、鉋、手鋸、剪定鋏等の準備・携帯をした方が良い。



作業者の植栽時の動きとして、概ね斜面の下から上に向かって、中心線を境に片道のみ植え付けるパターンが多く見受けられた（次頁の図 6.1 参照）。ジグザグに移動しながら植え付けるなど、植付けの効率性を追求した動きをすることが重要である。

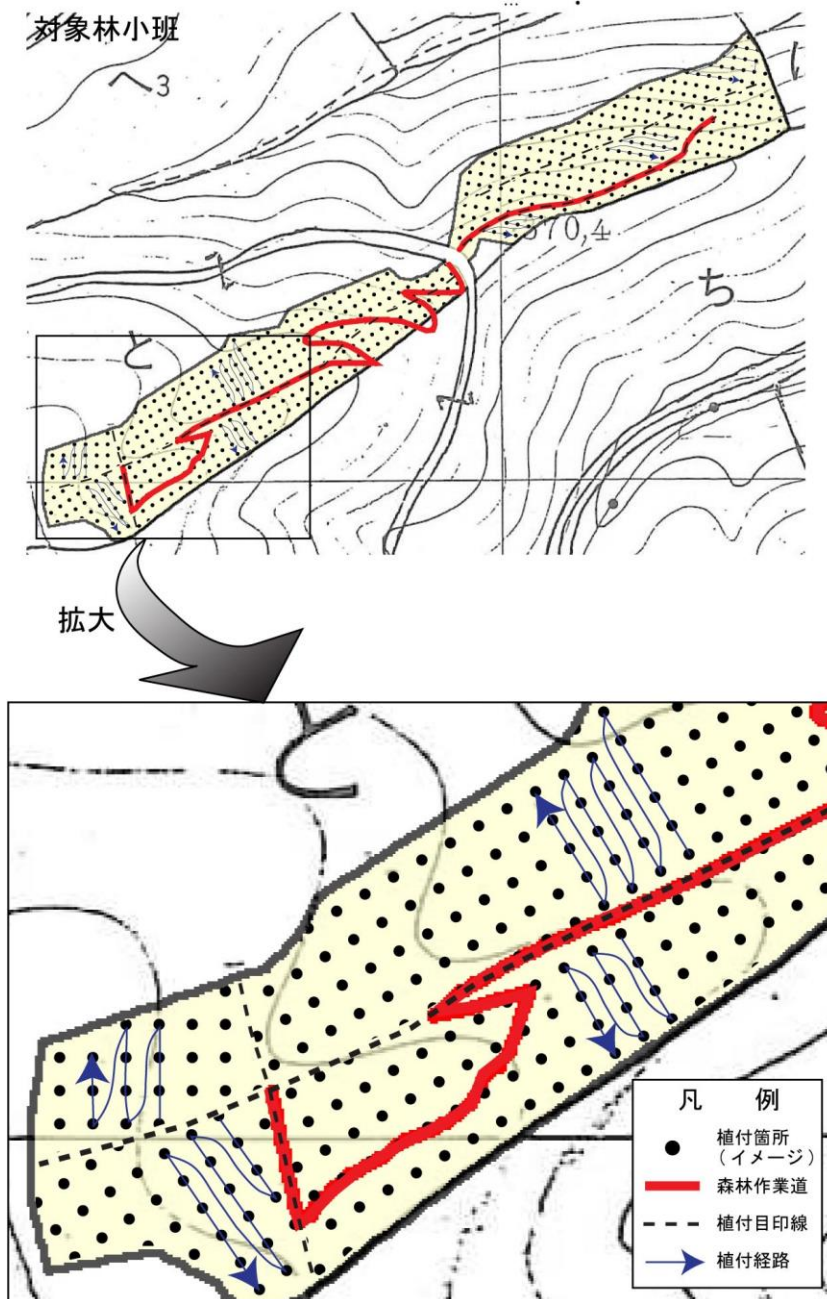


図 6.1 作業者の植付経路イメージ



### 6.3 従来型施業箇所—対照地:旧財部町民有林(鹿児島県曾於市)

白木川内国有林で実施された、『伐採（皆伐）・搬出』から『植付け』までの作業は、一括請負事業で行われた。従来は、『伐採（皆伐）・搬出』と『植付け』に完全に分割された作業形態で行われていた。

ここでは、一括発注の効果を比較検討するため、**従来型の作業形態**で行われた同一地方の**皆伐施業地**をレビューしていくこととする。

#### 6.3.1 事業地概要

鹿児島県出水市東部の白木川内国有林に比較的近い箇所、または林分の立地条件が類似している箇所で、従来型の作業形態で皆伐・搬出・植付けが行われ、なおかつ事業実施時のデータが残存していたのは、鹿児島県曾於市内の**旧財部町民有林**であった。旧財部町民有林における事業概要は下表のとおりである。

項目	名称・データ等
事業形態	民有林における伐採
事業箇所	鹿児島県曾於市財部町南俣 8754・8755
対象面積	1.41 ha
標高	330～370 m
平均斜度	中（11～20°）
主な土壌	火山灰性の黒ボク土壌
局所地形	山腹斜面
前生樹種	スギ
地表植生	かん木あり（ササ類なし）
獣害	特になし

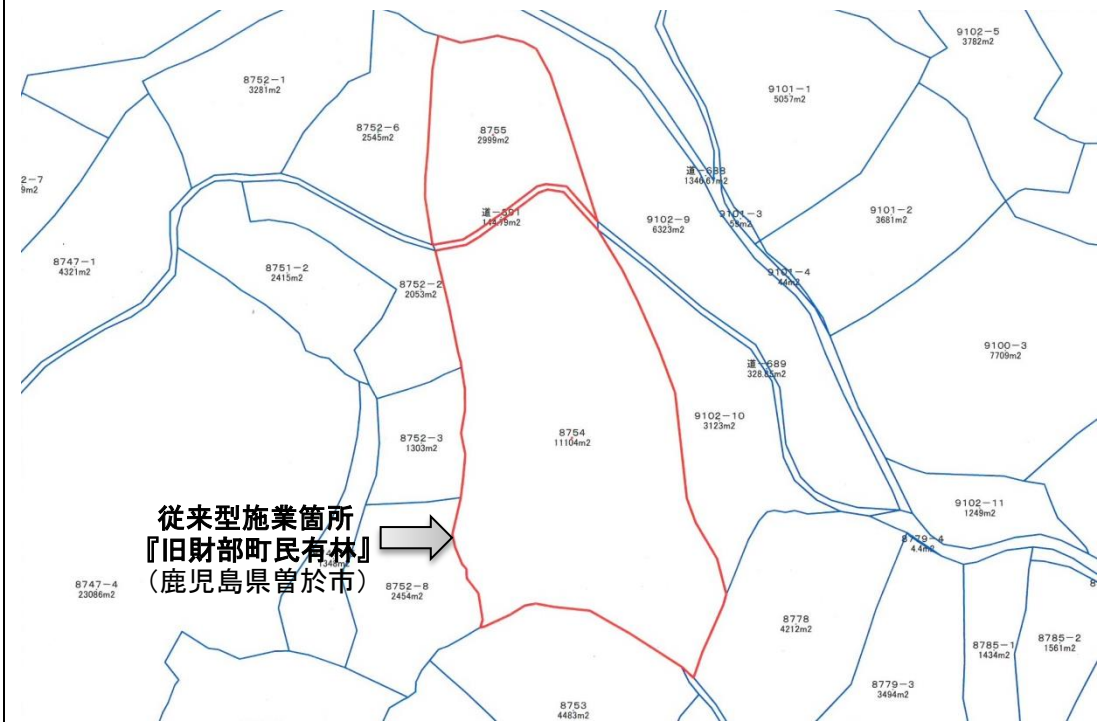
【現地地図】(Google Map) ©2015 Google, ZENRIN



【衛星写真】（平成 26 年 11 月 19 日撮影、Google Earth）©2015 ZENRIN



【1/5000 基本図】



## A) 立地環境

現場の旧財部町民有林は、鹿児島県大隅半島の北東部に位置し、林業地である宮崎県都城市まで隣接する国道10号を北東へ約18kmの好立地である。また、現地の南側には、すぐに東九州自動車道が通っているので、それに沿って南へ進めば、約6kmで末広財部ICに行け、九州各地の林業地へもアクセスが容易で、絶好の立地条件である。

## 【現地の地形】

標高が300～400m前後のシラス台地を中心とした丘陵地帯が広がる地域である。宮崎県都城市、宮崎市と流下し日向灘に注ぐ大淀川は、当地周辺では横市川との名称で東流している。林地の斜度は中程度の11～20°の緩やかな山腹斜面に立地している。斜面方位は概ね南斜面となっている。表土は火山灰性の黒ボク土壌だが、2m程度の掘削でシラス土壌が露出する。

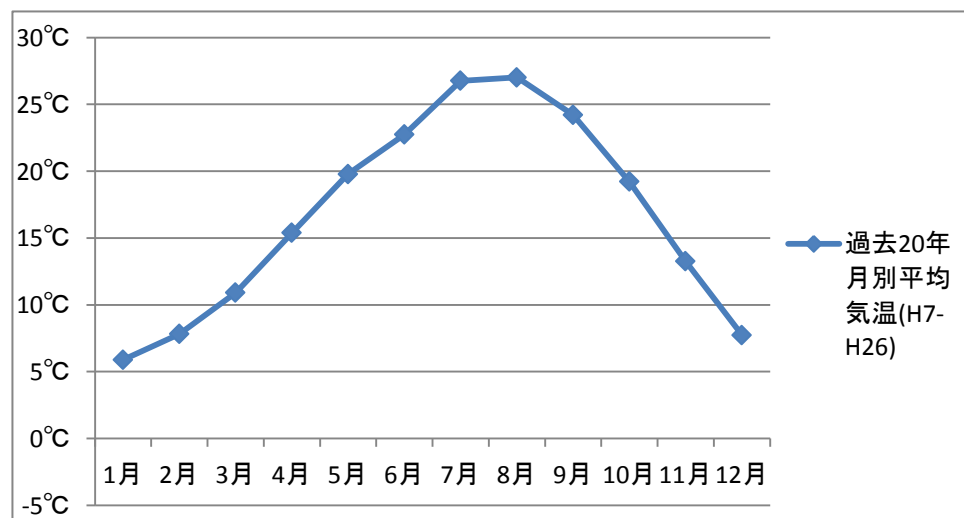
## 【現地の気象】

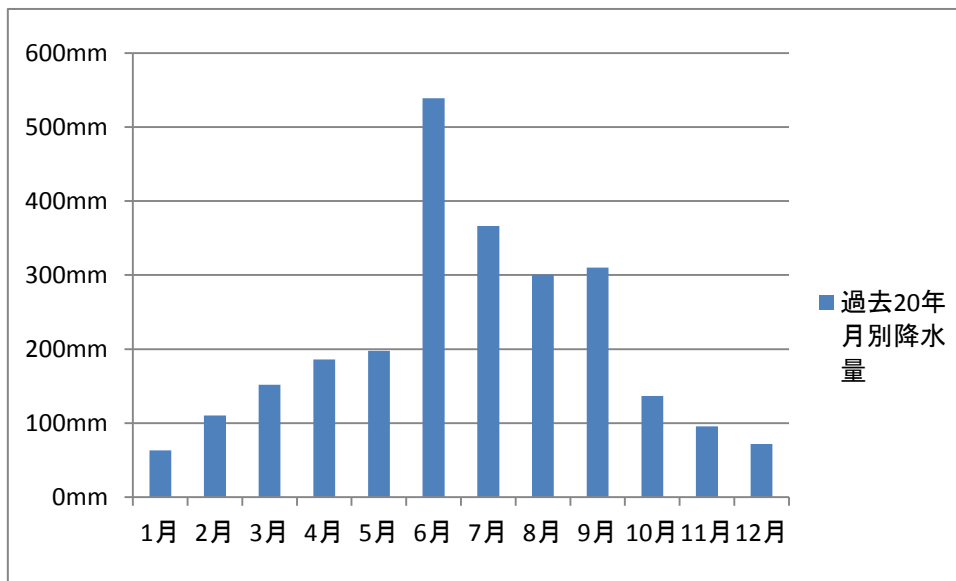
対象地に最も近いアメダス観測地点は、宮崎県都城市内にある『都城』（標高154m）である。都城における平成7年から26年までの年平均気温は16.7℃で、内陸性の盆地に位置するため、夏と冬、昼と夜の気温差が大きい特徴がある。対象地の標高は約360mで、アメダス設置地点より約200m高いので、気温の低減率（-0.6℃/100m）を考慮すると約1.2℃冷涼になるため、現地の年平均気温は約15.5℃と、若干低い気温になると考えられる。

年平均降水量は2,528mmで、梅雨時の6月の降水量が突出して多く、月の総降水量は500mmを超える。一方、10月から5月は200mm以下で、特に11月から1月の冬期の降水量は100mm以下と少ない。

なお、当地域における冬期の降雪は、過去に月合計が15cm程に達したことがあるようだが、近年の降雪はないか、あってもわずかな量と考えられる。

以上から、植付けは通年で実施可能とされている。

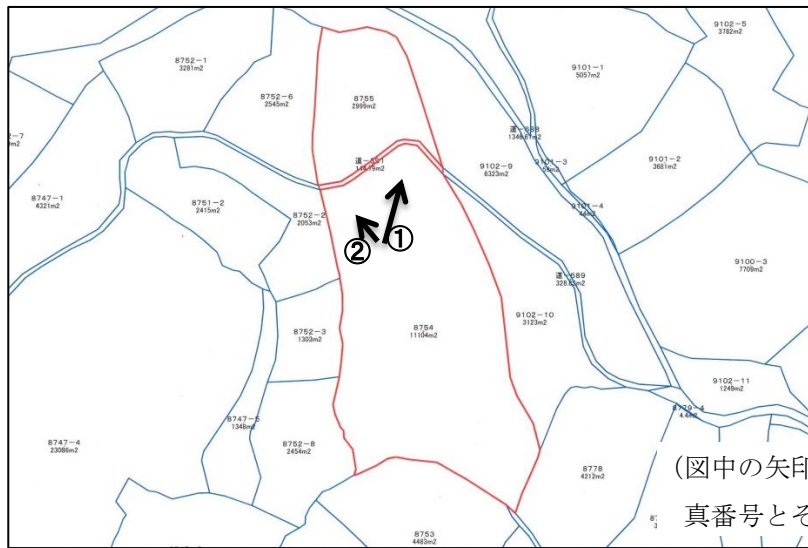




【前生樹種】

この地方は飢肥杉の産地の直近であるため、スギが中心に植栽されており、当林分もスギ 100%で植えられていた。

B) 現地写真



①伐倒中の斜面




②グラップルによる集材




### 6.3.2 現地作業(旧財部町民有林)

#### A) 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い  
**実施せず**



(伐採時)スギ樹下のかん木等は、伐倒時に処理

※対象伐区の林床に侵入していたかん木等は、伐倒時に併せて伐採。

#### 【所要人工・経費例】

・(0 人工) × (日額人件費 ¥13,775) = ¥ 0

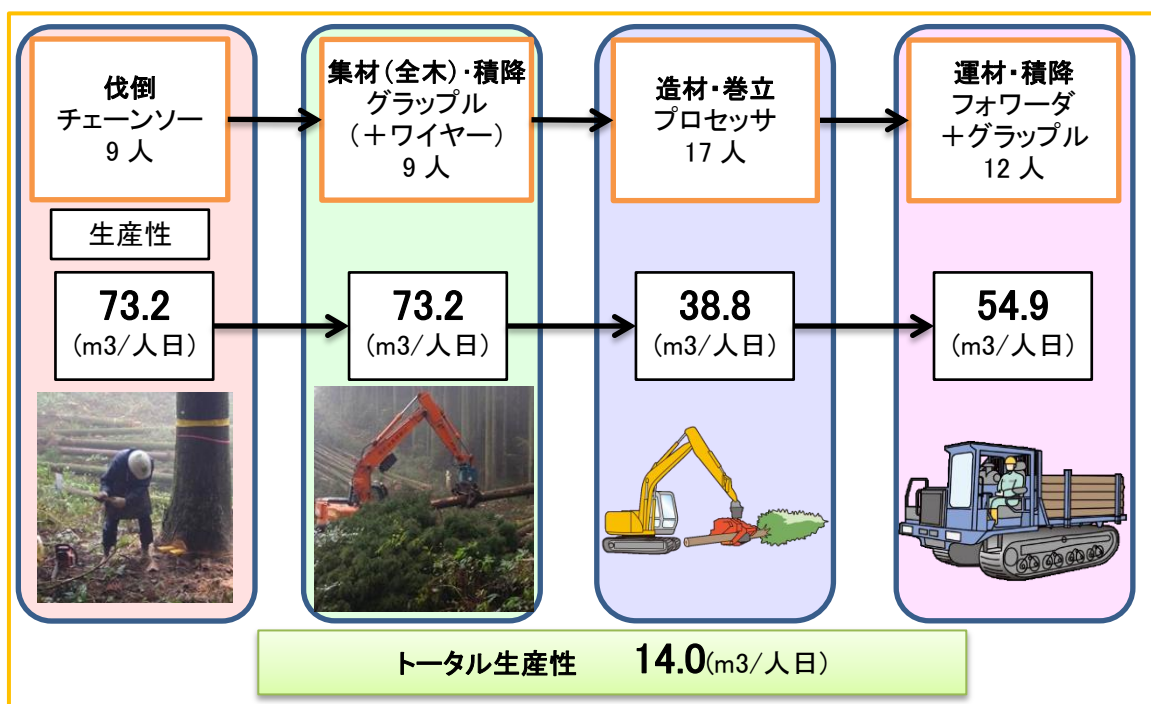


合計 ¥ 0

【伐採作業】

表 6.3 伐採に関する諸元（旧財部町民有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 25 年 12 月 16 日～平成 26 年 1 月 11 日
路網密度	409 (m/ha)
土場までの距離	200 (m)
出材積・全人工	659 (m <sup>3</sup> ) (467m <sup>3</sup> /ha) ・ 47 人工
伐採対象	素材のみ



## 【所要人工・経費例】(赤字は推定部分、他は実績を示す)

- ・(47 人工) × (日額人件費 ¥13,775) = ¥647,425
- ・チェーンソー日額 (¥2,100+燃料 ¥2,560) × 9 日+グラップル日額 (¥11,083+燃料 500 × 130 円) × 9 日+プロセッサ日額 (¥14,292+燃料 500 × 130 円) × 17 日+フォワーダ日額 (¥7,000+燃料 500 × 130 円) × 12 日+積降用グラップル(¥8,167+燃料 200 × 130 円) × 12 日 = ¥1,689,710(推定)(チェーンソー機械損料と燃料は、他社実績より算出)



**合計(推定) ¥2,337,135 (¥1,657,543/ha)**

## B) 地拵え・植付け作業

表 6.4 地拵え・植付けに関する諸元 (旧財部町民有林)

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 25 年 12 月 20 日～平成 26 年 1 月 15 日 (伐採期間中に同時並行で実施) 植付け直前に下刈り実施 (平成 26 年 12 月～平成 27 年 1 月)
放置期間	最長で約 11 カ月
地拵え方法	機械地拵え (森林作業道沿いで、両端 6m 範囲を実施) ※約 11 カ月後の下刈り実施時には、下層植生が少なく、僅かな作業量で植付け可能な状態となった。
植付け年月日	平成 26 年 12 月 24 日～平成 27 年 1 月 7 日
苗種	スギ裸苗 (オビアカ)
植栽面積	1.41 (ha)
植栽本数・植栽密度	3,525 (本)・2,500 (本/ha)
植栽器具	唐鋤

## 【所要人工・経費例】(赤字は推定部分、他は実績を示す)

- ・(地拵え・下刈り 6 人工) × (日額人件費 ¥13,775) = ¥82,650
- ・グラップル(¥8,167+燃料 400 × 130 円) × 4 日+刈払機日額(燃料込) ¥1,260 × 2 台 = ¥55,988(推定) (刈払機購入費 ¥78,000、償却 3 年、年間稼働日数 100 日、燃料費日額 ¥1,000)



**地拵え・下刈り合計(推定) ¥138,638 (¥98,325/ha)**

- ・(植付け 14 人工) × (日額人件費 ¥13,775) = ¥192,850
- ・裸苗 ¥100 × 3,525 本 = ¥352,500



**植付け合計 ¥545,350 (¥386,773/ha)**

#### 6.4 一括発注と従来型発注の比較

平成 25 年 12 月中旬から平成 26 年 1 月中旬までの約 1 ヶ月間の伐採・搬出期間中、同時並行で地拵え作業が行われ、森林作業道沿いの両側 6m 範囲をグラップルによる「機械地拵え」で実施した。つまり、集造材作業は、緩やかな傾斜を活用し、林地内の各所に集造材ポイントを設定して行ったため、林地に散在する末木枝条等の量は多くは発生しなかったこと、また機械の林内走行が可能な地形であったこと等から、機械地拵えは 4 人工で終了した。

その後、林地は最長約 11 ヶ月間放置された。植付け直前に下刈り作業を実施したが、林地の下層植生の侵入が疎であったため、2 人工という小規模な下刈り・筋置を実施し、植付け可能な状態となった。

一括発注時には、伐採後に植付けを行うことを念頭に作業を実施するため、自ずと林地に末木枝条が散乱しないよう配慮した作業スタイルを選択することになる。また、伐採後に時間を空けずに植付けるため、大規模で丁寧な地拵えが不要と思われる場合が多い。

仮に、この現場において、伐採後に地拵えや下刈りを一切行わずに植付けが可能であった場合、地拵え・下刈りの 6 人工と機械代を含め、最大で**総額約 138,638 円**の経費を削減できた可能性があったことになった。

##### 【一貫作業による低コスト化の可能性】

・鹿児島県旧財部町民有林を参考に、¥138,638 /1.41ha、

つまりヘクタール当たり最大 **¥98,325** の低コスト化が可能と試算。

・但し、先行伐倒、森林作業道沿い以外の丁寧な集造材作業の実施、植付け前の地表整理等で、相殺されることも考慮すべき。



## 6.5 まとめ

北薩森林管理署管内の白木川内国有林と、鹿児島県曾於市内の旧財部町民有林の事例を比較検討した結果を、以下にまとめる。



### 【南九州地方 北薩森林管理署における事例】

- 鹿児島県出水市の白木川内国有林では、車両系による作業システムで、伐採、集造材、搬出を行い、時間を空けずに植付け作業を行った。
- 植付け作業前には、簡単な枝条整理は行ったものの、全面における筋置地拵え等は実施しなかった。
- 一方、環境が類似する鹿児島県旧財部町民有林（鹿児島県曾於市内）では、伐採後に機械地拵えを実施した後、林地を約11ヵ月間、放置した。
- 放置をせず、伐採後すぐに植付け作業を行った場合、最大で98,325円/haのコスト削減が可能であったと試算された。
- 但し、旧財部町民有林では、緩傾斜で機械の林内走行が可能であったため、機械地拵えが広範囲で可能であったこと、林地に散在する末木枝条が少量で済んだことなどが有利な点としてあったため、この点を考慮すると、実際にはもっとコストが掛かっていたことが推察され、つまりはさらなるコスト削減が期待できるかもしれない。
- また、後の作業の効率性や安全性を考慮して、先行伐倒やよりしっかりとした地拵えをする場合があるので、そのような作業に係る人件費や機械費等が掛かり増しとなることを考慮すべきである。

## 7 九州地方 聞き取り調査2－旧末吉町民有林(鹿児島県曾於市)

### 7.1 事業地概要

項目	名称・データ等
事業形態	民有林における伐採
事業箇所	鹿児島県曾於市末吉町深川
対象面積	1.28 ha
標高	240～250 m
平均斜度	中 (11～20°)
主な土壌	火山灰性の黒ボク土壌
局所地形	山腹斜面
前生樹種	スギ
地表植生	カヤ・シダ類 (ササなし)
獣害	なし

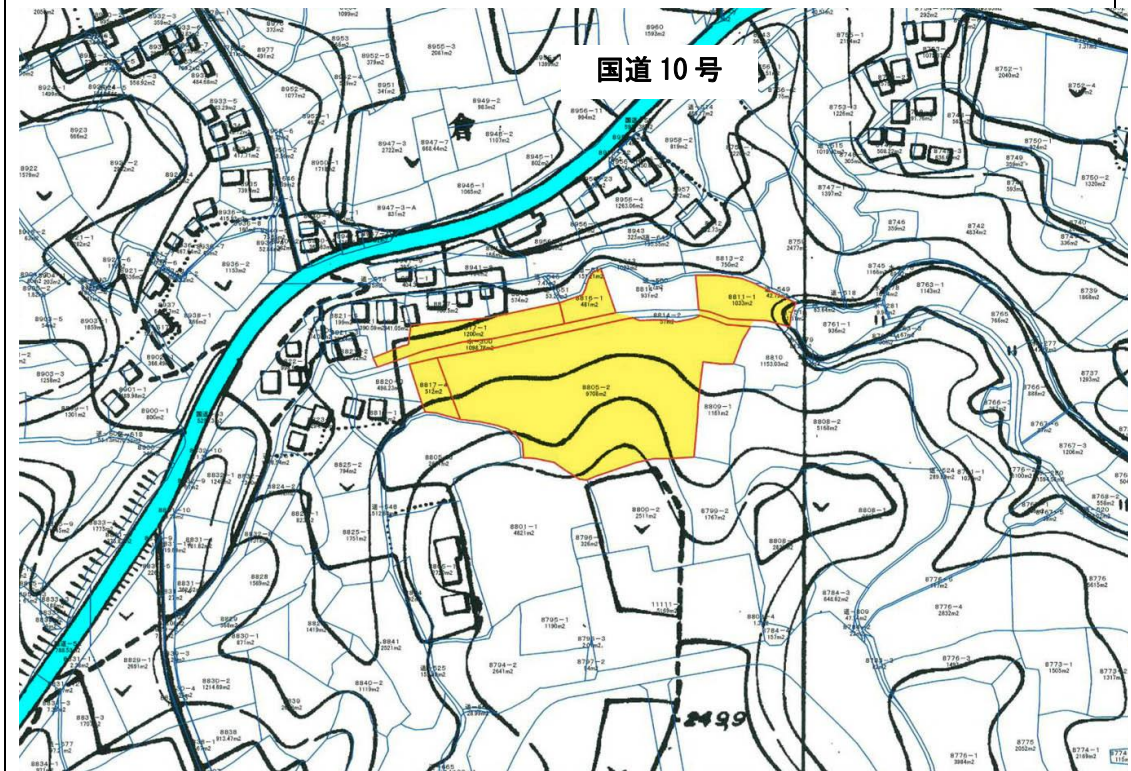
#### 7.1.1 現地位置図



【衛星写真】（平成 26 年 11 月 19 日撮影、Google Earth）©2015 ZENRIN



【1/5000 基本図】



### 7.1.2 立地環境

現場の旧末吉町民有林は、鹿児島県大隅半島の北東部に位置し、林業地である宮崎県都城市まで隣接する国道10号を北東へ約11kmの好立地である。また、国道10号を反対の南西へ進むと約5kmで東九州自動車道の末吉財部ICに行け、九州各地の林業地へもアクセスが容易で、絶好の立地条件である。

#### 【現地の地形】

標高が200～300m前後のシラス台地を中心とした丘陵地帯が広がる地域で、道路に沿った民家の裏側に森林が配置される環境である。宮崎県都城市、宮崎市と流下し日向灘に注ぐ大淀川は、当地周辺を源流域としている。林地の斜度は中程度の11～20°の緩やかな山腹斜面に立地している。斜面方位は概ね北斜面が多い。表層土壌は火山灰性の黒ボク土壌であるが、掘削によりシラス土壌が露出する。

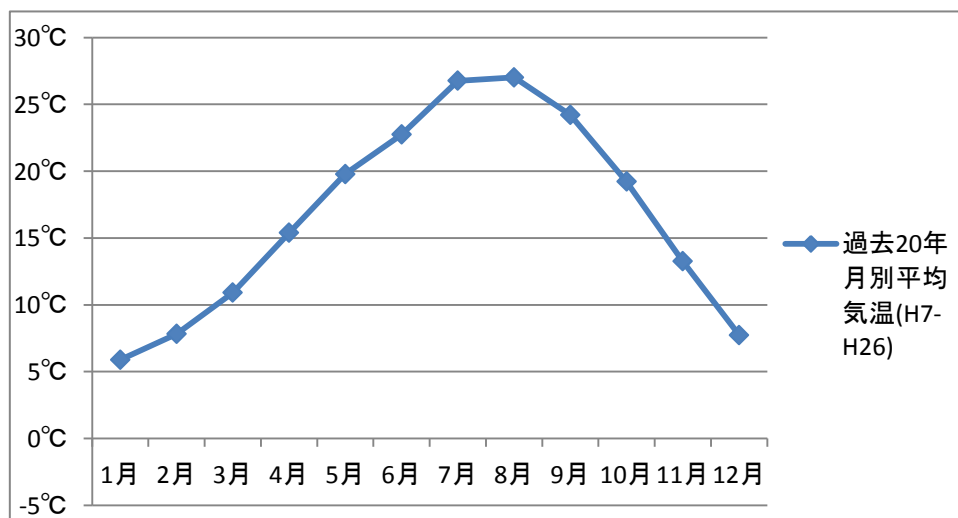
#### 【現地の気象】

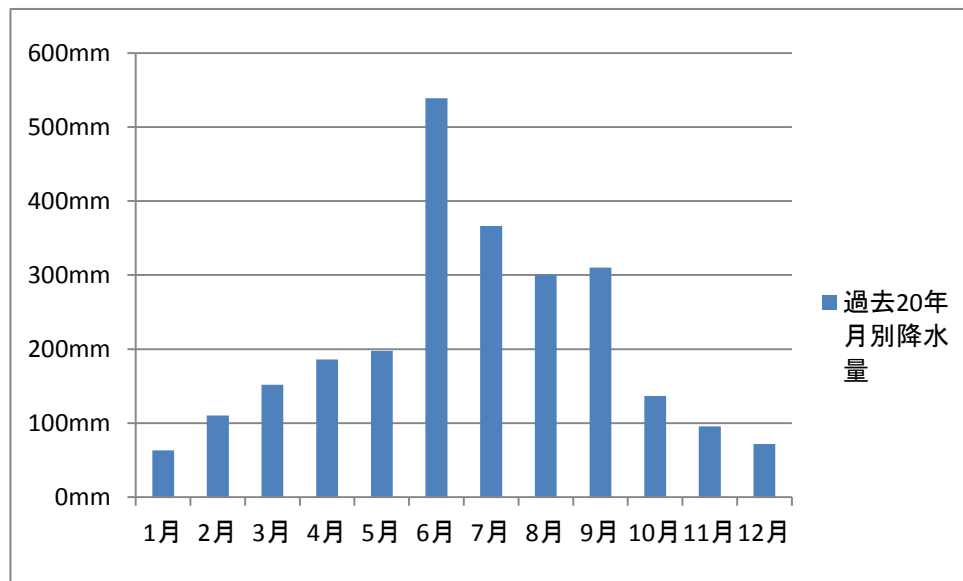
対象地に最も近いアメダス観測地点は、宮崎県都城市内にある『都城』（標高154m）である。都城における平成7年から26年までの年平均気温は16.7℃で、内陸性の盆地に位置するため、夏と冬、昼と夜の気温差が大きい特徴がある。対象地の標高は約240mで、アメダス設置地点より約100m高いので、気温の低減率（ $-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）を考慮すると約0.6℃冷涼になるため、現地の年平均気温は約16.1℃と、あまり変わらないと考えられる。

年平均降水量は2,528mmで、梅雨時の6月の降水量が突出して多く、月の総降水量は500mmを超える。一方、10月から5月は200mm以下で、特に11月から1月の冬期の降水量は100mm以下と少ない。

なお、当地域における冬期の降雪は、過去に月合計が15cm程に達したことがあるようだが、近年の降雪はないか、あってもわずかな量と考えられる。

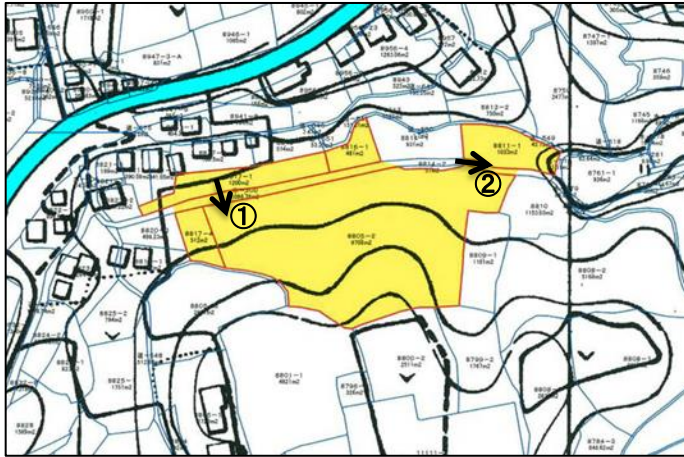
以上から、植付けは通年で実施可能とされている。



**【前生樹種】**

この地方は飫肥杉の産地の直近であるため、スギが中心に植栽されており、当林分もスギ 100%で植えられていた。

### 7.1.3 現地写真



(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

①伐採時の林地の状況




②プロセッサによる造材作業状況



## 7.2 現地作業

## 7.2.1 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い  
**実施せず**

※対象伐区の林床に侵入した植生も含め、一括で伐採したため、先行刈払いは未実施。

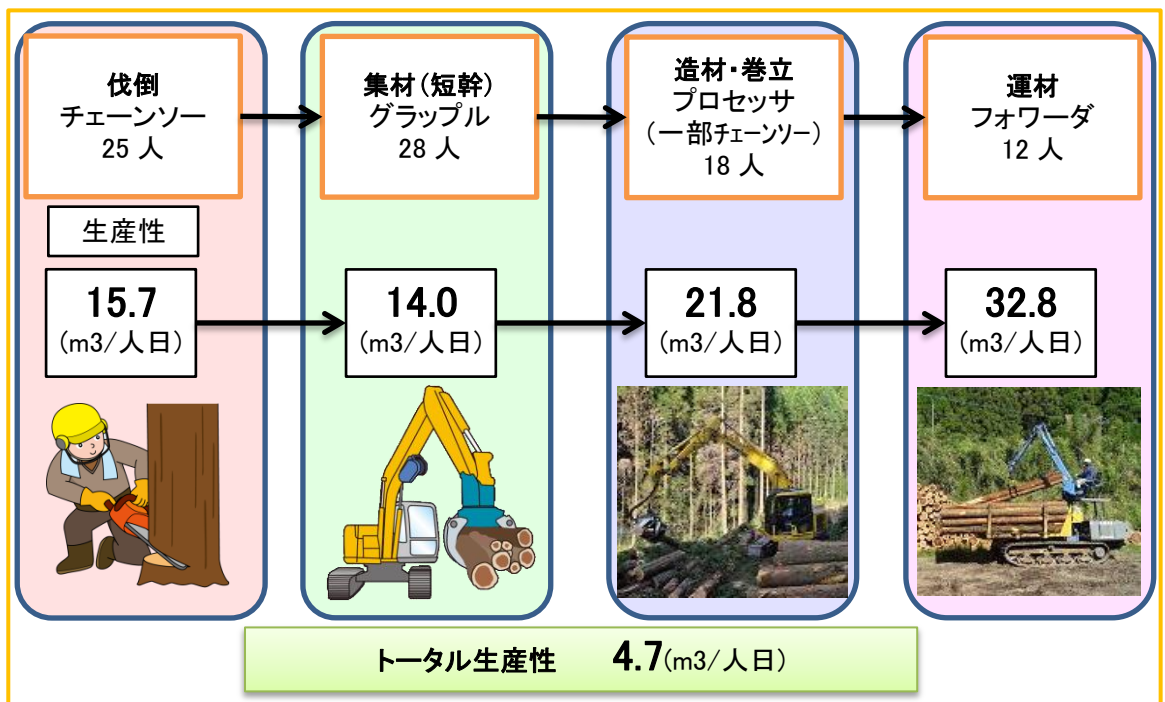
【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(0 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥ 0合計 ¥ 0

【伐採作業】

表 7.1 伐採に関する諸元（旧末吉町民有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 26 年 9 月 26 日～10 月 25 日
路網密度	205 (m/ha)
土場までの距離	平均 300 (m)
出材積・全人工	393 (m <sup>3</sup> ) (307m <sup>3</sup> /ha) ・ 83 人工
集積対象	素材のみ



【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(83 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥1,245,000(推定)
- ・チェーンソー日額 (¥2,100+燃料 ¥2,560) × 25 日+プロセッサ日額 (¥15,500+燃料 400 × 130 円) × 18 日+グラップル日額 (¥10,100+燃料 400 × 130 円) × 28 日+フォワーダ日額 (¥19,300+燃料 500 × 130 円) × 12 日 = ¥1,227,100(推定) (機械経費及び燃料は、既往報告<sup>i</sup>や他社実績より算出)



合計(推定) ¥2,472,100 (¥1,931,328/ha)

【地拵え】

事業を実施した G 事業体は、伐倒時に散乱したスギの末木枝条などの処理について、スムーズな植付けの障害や林地整理の観点から、森林作業道の周辺のみ『地拵え』を実施した。

[地拵え時のポイント]

1. 植付け作業の効率性や安全性の面から、林地に散在していた末木枝条について、伐採作業に使用したグラップルを用いて地拵えを実施。
2. 地拵えは、森林作業道の周辺のみで使用した。
3. 他の箇所については、地拵えの必要性がなかった。

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(5 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥75,000(推定)
- ・グラップル日額 (¥10,100+燃料 400 × 130 円) × 5 日 = ¥76,500(推定)



合計(推定) ¥151,500 (¥118,359/ha)



## 7.2.2 植付け作業

表 7.2 植付けに関する諸元（旧末吉町民有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 26 年 10 月 27 日～10 月 28 日
苗種	スギコンテナ苗（実生）、スギ裸苗
植栽面積	1.28 (ha) (コンテナ苗 0.78 ha、裸苗 0.5 ha)
植栽本数	コンテナ苗 1,950 (本)、裸苗 1,250 本
植栽密度	2,500 (本/ha)
植栽器具	(コンテナ苗) ディンプル、(裸苗) 唐鋤



①コンテナ苗をフォワーダで運搬

[植付け時のポイント]

1. 冬期も温暖なことから、1年を通して植栽は可能である。
2. 苗はフォワーダで運搬し、林地内では人力により移動。
3. コンテナ苗は、裸苗と比較し重く嵩張るので、持ち運びが大変である。作業員 1 名が持ち運ぶ数量と使用道具、苗の集積場所等を検討し、効率的なやり方を見出すことが重要。
4. コンテナ苗と裸苗を加えた全植栽本数を、出役人工で除した労働生産性は、**160 本/人日**となる。

## 【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(20 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥300,000 (推定)

・コンテナ苗 ¥130 × 1,950 本 + 裸苗 ¥70 × 1,250 本 = ¥341,000

・フォワーダ日額 (¥19,300 + 燃料 500 × 130 円) × 1 日 = ¥25,800 (推定)



**合計(推定) ¥666,800 (¥521,875/ha)**

## 【所要総人工・経費総額例】

・人工: 伐倒搬出 83 人工 + 地拵え 5 人工 + 植付 20 人工

・経費: 伐倒搬出 ¥2,472,100 + 地拵え ¥151,500 + 植付 ¥666,800



**人工合計 108 人 (84.4 人/ha)**

**経費合計(推定) ¥3,291,600 (¥2,571,563/ha)**

### 7.3 事例から見える『低コスト造林』に向けた要点

1. （植付け前）植付作業の効率性・安全性向上のため、伐採時に使用したグラブで、路網周辺の地拵えを実施。
2. （植付け前）伐採時に使用したフォワーダで、苗木の運搬を行い、労働強度の低減を図った。



3. （植付け時）温暖な気候のため、通年植栽が可能。
4. （植付け時）植付け作業者の負担とならないように、手元に多くの苗を持つ工夫が必要である。
5. （植付け時）植付け作業者が効率的に苗を補充できるよう、苗をまとめて置く場所の配置計画が重要である。


---

<sup>i</sup> 一般社団法人森林利用高度化研究会（2012）：平成 23 年度林野庁委託事業「高性能林業機械の利用高度化」事業報告書から高性能林業機械等の機械修理費・機械損料率. 機械化林業 No703. p25-32.

<sup>ii</sup> 佐々木尚三（2015）：平成 26 年度北の国・森林づくり技術交流発表会 発表要旨集.

平成 26 年度  
低コスト造林技術実証・導入促進事業  
低コスト造林事例集

平成 27 年 3 月  
(発行) 林野庁

(作成)  株式会社 森林環境リアライズ

代表取締役 堀東恭弘

管理技術者 山口信一

〒064-0821 北海道札幌市中央区北 1 条西 21 丁目 3-35

TEL (011) 699-6830 / FAX (011) 699-6831

<http://www.f-realize.co.jp> Email: [jimukyoku@f-realize.co.jp](mailto:jimukyoku@f-realize.co.jp)