

平成 28 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29年3月

林野庁

□□□□□□□□ □ 目 次 □□□□□□□□□□

■ はじめに	1
北海道地方	1
1 北海道地方 実測調査－然別国有林（北海道 <small>しかりべつ</small> 上川郡下川町）	2
1.1 事業地概要	2
1.2 現地作業	8
1.3 従来型施業箇所	15
1.4 一貫作業と従来型作業の比較	22
1.5 まとめ	24
2 北海道地方 追跡調査－千歳国有林（北海道千歳市）	25
2.1 事業地概要	25
2.2 現地の状況	30
2.3 参考地の状況（北海道伊達市 大滝国有林）	33
2.4 まとめ	43
東北地方	45
3 東北地方 追跡調査－仁田山国有林（山形県西川町）	46
3.1 事業地概要	46
3.2 現地の状況	51
3.3 対照地の状況（山形県山形市 虚空蔵国有林）	54
3.4 まとめ	61
中部地方	63
4 中部地方 追跡調査－手良沢山国有林（長野県伊那市）	64
4.1 事業地概要	64
4.2 現地の状況	69
4.3 対照地の状況（長野県木曾郡木祖村 <small>おぎそ</small> 小木曾国有林）	73
4.4 まとめ	81
四国地方	83
5 四国地方 実測調査－大段徳ヶ谷山国有林（高知県安芸郡北川村）	84
5.1 事業地概要	84
5.2 現地作業	89
5.3 従来型施業箇所	94
5.4 一貫作業と従来型作業の比較	102
5.5 まとめ	104

6	四国地方 聞き取り調査ー若山谷口両平山国有林（高知県吾川郡仁淀川町）	105
6.1	事業地概要	105
6.2	現地作業	109
6.3	事例から見える『低コスト造林』に向けた要点	113

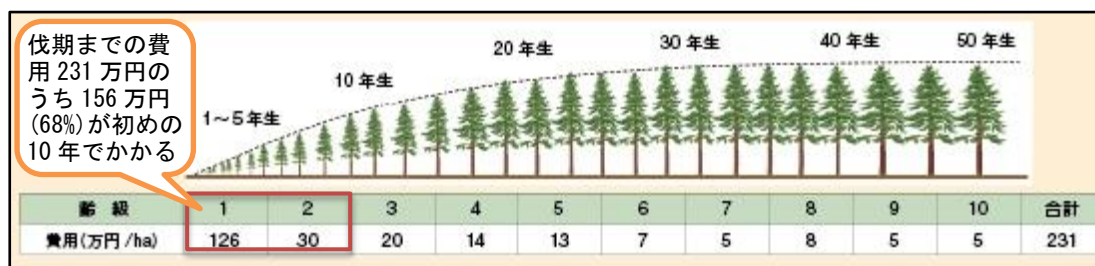
■ はじめに

本事例集は、平成 28 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

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）¹、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を図っ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 4 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します。

¹ 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、最初に傾斜や路網密度別の代表的な作業システムを示します。それらの作業システムの中で、低コスト造林技術の導入に当たっての視点を項目別に示し、事例地における実践例を後述することとします。

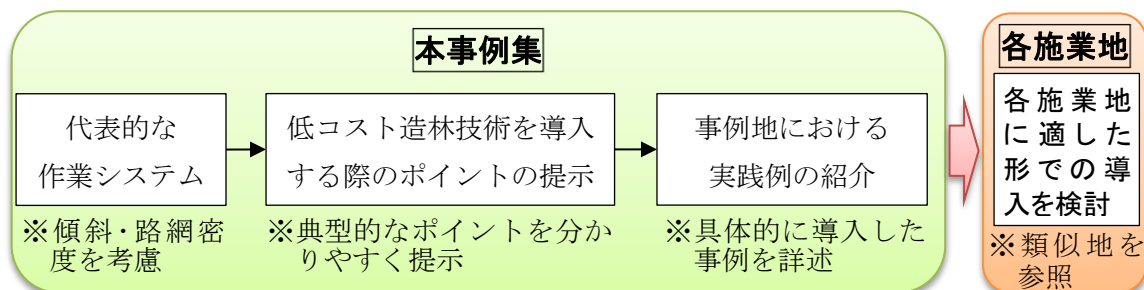


図 1 本事例集の構成

1. 林地傾斜と路網密度

林地の傾斜と路網密度は、伐出の作業システムを決めるだけでなく、地拵えの手段や植付け時の苗の運搬方法などにも制限要因となります。作業システムは、各林業事業者が所有する機械にも左右されます。バイオマス利用の技術が進歩し、これまで捨てられていた末木枝条が商品として価値を有するようになってきました。バイオマス材が適切な価格で取り引きされている地域では、末木枝条などのバイオマス利用を考えていく必要もあります。

表1の傾斜や付近の路網作設状況、そして所有機械や投入可能な人数などを参考に、現場の作業システムを考えていくことが重要ですが、ここでは①緩傾斜地（車両系）、②中傾斜地（車両系）、急傾斜地（車両系）、③中傾斜地（架線系）、急傾斜地（架線系）、④急峻地（架線系）の4パターンに大まかに分類して、それぞれの特徴やポイントを整理していきます。





表 1 地形傾斜・路網作設状況による作業システムの例

区分	作業システム	最大到達距離(m)		作業システムの例			
		基幹路網から	細部路網から	伐採	木寄せ・集材	枝払い・玉切り	運搬
緩傾斜地 (0~15°)	車両系	150~200	30~75	ハーベスタ	グラップル, ウインチ	(ハーベスタ)	フォワーダ, トラック
中傾斜地 (15~30°)	車両系	200~300	40~100	ハーベスタ, チェーンソー	グラップル, ウインチ	(ハーベスタ), プロセッサ	フォワーダ, トラック
	架線系		100~300	チェーンソー	スイングヤーダ, タワーヤーダ	プロセッサ	トラック
急傾斜地 (30~35°)	車両系	300~500	50~125	チェーンソー	グラップル, ウインチ	プロセッサ	フォワーダ, トラック
	架線系		150~500	チェーンソー	スイングヤーダ, タワーヤーダ	プロセッサ	トラック
急峻地 (35°~)	架線系	500~1500	500~1500	チェーンソー	集材機	プロセッサ	トラック

(平成22年路網・作業システム検討委員会最終とりまとめを一部改変)





【①緩傾斜地（車両系）】（主な作業システムは平成 21 年度森林・林業白書を参照²⁾）

路網から伐倒木を機械で直接取る作業システムのうち、地形条件が良い場合、機械が林内走行を行い、人力作業を極力減らすことで高効率な作業が可能となります。機械が林内に入ることで、伐倒・木寄せ・造材は高機能なハーベスタで行い、短幹をフォワーダで山土場まで運材する簡単なシステムです。ハーベスタで伐倒できない場合は、チェーンソーによる伐倒やフェラーバンチャによる伐倒もあります。

[伐倒]ハーベスタ (チェーンソー)	[木寄せ]ハーベスタ	[造材]ハーベスタ	[運材]フォワーダ
			

【②中傾斜地（車両系）、急傾斜地（車両系）】

路網から伐倒木を機械で直接取る作業システムのうち、地形条件が傾斜地で、あまり機械作業にとって良くない場合、機械は森林作業道などの林内路網上で作業を行うと共に、林内に機械が入れないため人力によるチェーンソー伐倒などが必要となります。また、伐倒木を林内路網へ木寄せするために、機械のアームが届かない範囲は、人力によるウインチの荷掛け作業なども発生します。木寄せ後の造材は高機能なハーベスタまたはプロセッサで行い、短幹をフォワーダで山土場まで運材するシステムです。

[伐倒]ハーベスタ (チェーンソー)	[木寄せ]グラップル	[造材]プロセッサ (ハーベスタ)	[運材]フォワーダ
			


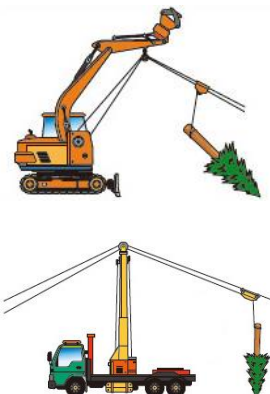

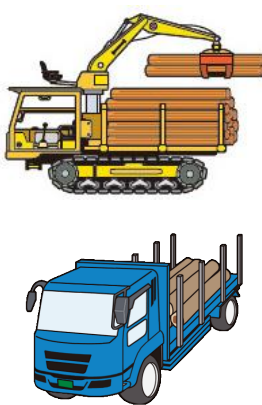
この事例の関連掲載箇所は、次を参照 →2 頁（一貫作業時）

15 頁（従来型作業時）

【③中傾斜地（架線系）、急傾斜地（架線系）】





集材にスイングヤーダまたはタワーヤーダを組み入れた作業システムです。スイングヤーダは路網から 70～100m 程度以内の範囲が、タワーヤーダは路網から 100～500m 程度以内の範囲が採算ベースで効率的な集材が可能であると言われており、高密路網の開設が困難である急傾斜地を中心に導入される事例が多いです。造材後、フォワーダによる運材ではなく直接トラックに積み込んで搬出するのが望ましいです。

²⁾ 平成 21 年度 森林・林業白書

[伐倒]ハーベスタ (チェーンソー)	[集材]スイングヤーダ (タワーヤーダ)	[造材]プロセッサ (ハーベスタ)	[運材]フォワーダ (トラック)
			

【④急峻地（架線系）】

集材に集材機を活用する作業システムです。集材機は路網から500m以上の範囲でも集材可能であり、路網密度が低い急峻地においても、架線が張れた上で、伐倒木を集材する作業場やそこに至るまでの路網の確保ができれば、このシステムを導入することが可能となります。急峻地という地形条件が厳しいために、伐倒や架線の架設・撤去などは人力に頼らざるを得ません。

[伐倒]ハーベスタ (チェーンソー)	[集材]集材機	[造材]プロセッサ (ハーベスタ)	[運材]トラック
			

この事例の関連掲載箇所は、次を参照 → 84頁（一貫作業時）
94頁（従来型作業時）

2. 林床植生

現場の林床植生は、伐出後にどのような地拵えの方法が適しているかを判断するのに必要です。特に、ササ類が生育している場合、ササの地下茎を切断し、栄養繁殖力を抑制する必要があります。人力では困難な作業となりますが、機械のヘッド部分にレーキ機能を装着したり、傾斜が緩い林地においてトラクターのアタッチメントとしてクラッシャーを装着し、ササ等の植生を破砕したりすることができます。

草本類が繁茂している場合は、人力による刈払機の操作で地拵えが可能です。

いずれの場合も、伐倒作業を終えたり伐倒作業の合間に、次に行う地拵え作業を意識した上で、現地にある機械を活用した機械地拵えや人力地拵えなどを徐々に行っていく視点が重要となってきます。

一方で、今後植付けられる苗木の成長を大きく阻害しないようなシダ植物、落葉低木類等が林床を覆っている場合は、地拵え作業を省略できる可能性があります。

現地に適した地拵えを行う上で、林床植生の把握をしっかりと行うことが必須です。



グラップルレーキ



林業用トラクター＋クラッシャー

機械地拵えの事例の関連掲載箇所は、次を参照 → 11 頁、20 頁、29 頁、37 頁、50 頁、
 人力地拵えの事例の関連掲載箇所は、次を参照 → 57 頁、68 頁、75 頁、92 頁、100 頁、
 110 頁

3. 下層木の生育本数・枝条の発生量

伐採から植付けまでを一体的に行う一貫作業では、伐採が伐区内の皆伐で実施されることが多く、その際に、林地の下層に生育している樹木本数が、その後の地表整理の作業量に影響してきます。また、伐採する樹種が柔らかい材質の場合、伐倒や集材時に枝条が折れて落下するため、苗の植付け前にそれらを整理する必要性が生じます。

一方で、下層植生の生育があまり見られない林地や、集材時の枝条散乱の影響があまり心配されない場合は、地表整理の実施はさほど必要ではありません。

(2. 林床植生の関連掲載箇所を参照して下さい)

4. 植栽する苗種

今後、増大する再生造林面積に対応するため、システム化され大量生産の可能性があるコンテナ苗の利活用が期待されています。コンテナ苗は、植え付ける際に作業員の経験に左右され難かったり、活着が良かったり、さらには比較的植栽時期を選ばないといった特徴があります。但し、苗木の根鉢が形成されて出荷されるため、重量があり容量もあるため、現場における運搬など、人力による取り扱いに大変さを伴うこともあります。したがって、如何に楽に、そして如何に効率的に苗木を運搬して植え付けるかがポイントとなります。

場所によっては、従来から活用されてきた裸苗の方が有利となることもあります。

地形や作業システムなどの条件を考慮し、どのような苗木が現地に適するか、マッチングを検討する必要があります。

コンテナ苗植栽の事例の関連掲載箇所は、次を参照 → 13 頁、31 頁、41 頁、52 頁、70 頁、
 78 頁、92 頁、100 頁、111 頁
 裸苗植栽の事例の関連掲載箇所は、次を参照 → 20 頁、41 頁、60 頁、70 頁、78 頁

5. 植栽器具

コンテナ苗が普及し始めてから、植栽器具も様々なものが導入されています。また、オリジナル器具に、現場のアイデアをプラスして、独自に改良した器具を開発する動きもあります。

どのような植栽器具が適しているかは、持ち運びの携帯性や容易さに加え、現地土壌の硬さ、傾斜、植物の根茎の発達程度などを考慮して決定する必要があります。

ここでは、近年の苗木の植栽に使用されている植栽器具を列挙し、一般的なそれぞれの長所・短所を記載します(表2)。但し、ある植栽器具に関して、事例地では長所として考えられた特徴が、別の林地では短所となる場合があるので、植栽器具の特徴を十分に理解することと、植栽現場の林況の把握を多角的に行うことが重要となります。

表2 主な植栽器具の種類とその特徴

名称	長所	短所
唐鋏 	<ul style="list-style-type: none"> ● 使い慣れている ● 斜面では振り下ろし距離が短い ● 入手しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土が硬い、根茎・岩石が多い所では何度と振り下ろす必要 ● 緩傾斜地では腰を深く曲げる ● 苗木の根系サイズに的確な植穴が作り難い
改良鋏 	<ul style="list-style-type: none"> ● 刃幅を短くし、根茎に引っ掛かり難い ● 刃先を鋭利にし、根茎に当たった際、根切りがしやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土が硬い、根茎・岩石が多い所では何度と振り下ろす必要 ● 緩傾斜地では腰を深く曲げる ● 苗木の根系サイズに的確な植穴が作り難い ● 唐鋏を加工する必要
ディブル 	<ul style="list-style-type: none"> ● コンテナ苗の根鉢と穴の大きさが合い植付け生産性の向上 ● 足踏みペダルで脚力も使用可 ● 腰を曲げずに植穴掘りができ、労働強度の軽減に繋がる 	<ul style="list-style-type: none"> ● 礫質土壌や根茎が多い箇所では土に刺さり難い ● 先鈍型は、特に刺さり難い ● 入手が困難
スぺード 	<ul style="list-style-type: none"> ● 足踏みペダルで脚力も使用可 ● 硬質土壌で手足の力を用い植穴掘りが可能 ● 腰を曲げずに植穴掘りができ、労働強度の軽減に繋がる 	<ul style="list-style-type: none"> ● 苗木の根系サイズに的確な植穴が作り難い ● 入手が困難
プランティン ゲチューブ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 腰を曲げずに植穴掘りから植付けまで可能 ● チューブ内に苗木を落とすだけで植付けられる 	<ul style="list-style-type: none"> ● 持ち運びには重い ● 土中に刺した部分が開かない事がある ● 入手が困難 ● 大規模な使用事例がない

以上の検討項目を列挙し、どの手法が効率的に実施できるかの一例をマトリックス化したものが次頁の表3です。なお、植栽器具に関しては、最適な器具は各現場で異なるため、表には含めてありません。植栽現場の林況に合わせて、適切な器具を選択するようにして下さい。

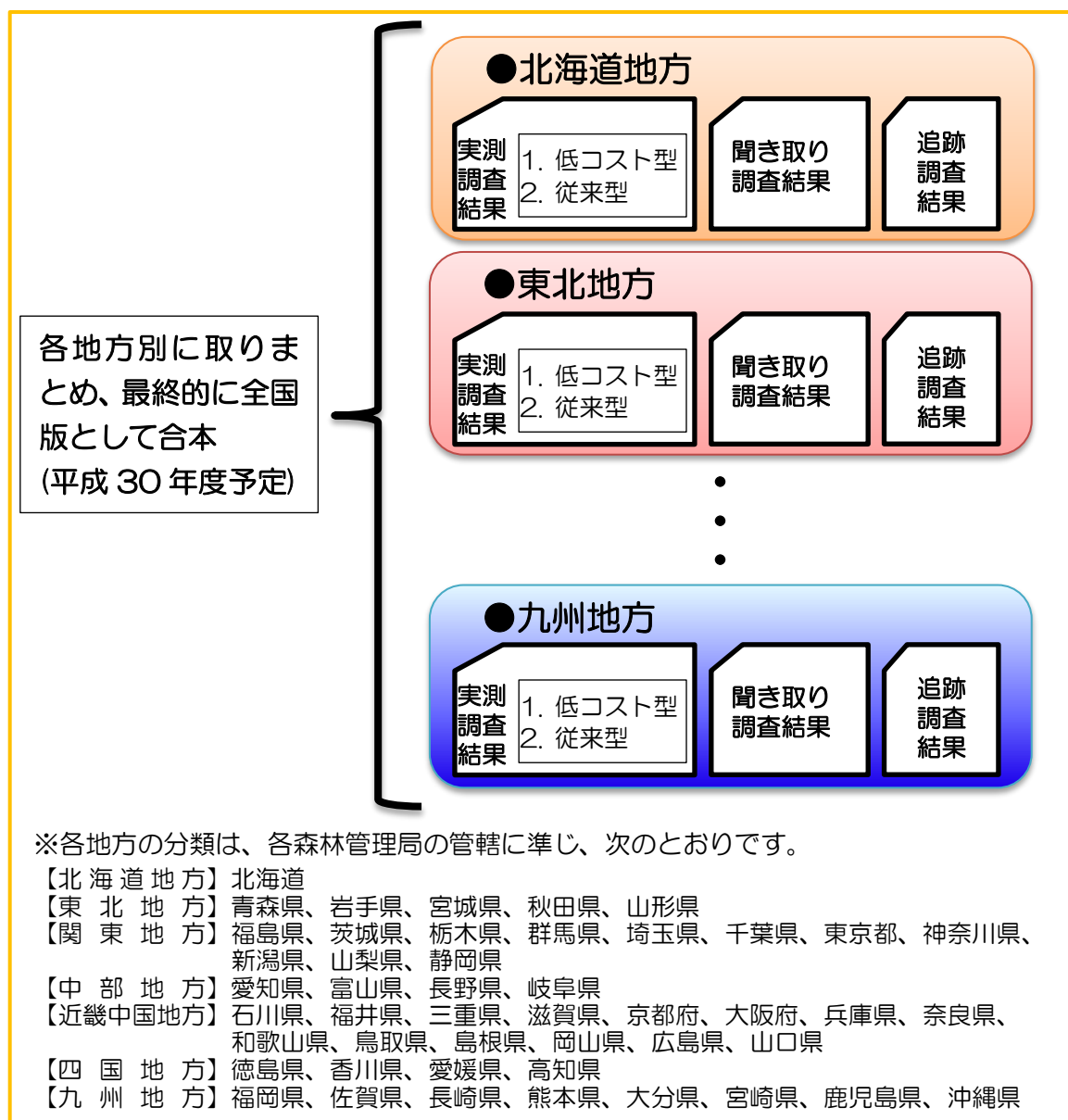
しかし、やはり現場に合わせた最適のやり方やシステムを、作業に従事する方々が常に考え試行錯誤して確立されていくのがイノベーションです。様々な試行の中で、表3の内容も日進月歩で改良されていくことと考えられます。

表 3 条件に合った作業方法等の例

タイプ	作業システム	傾斜	林床植生	下層木・枝条	集材方法	地拵え	苗種	小運搬
①	車両系	緩	ササ類	多い	⇒ 機械の林内走行	機械(地掻き)	コンテナ苗(裸苗)	各所
②				少ない	⇒ 機械の林内走行	機械(地掻き)	コンテナ苗(裸苗)	各所
③			草本	多い	⇒ 機械の林内走行	機械(地表整理)	コンテナ苗(裸苗)	各所
④				少ない	⇒ 機械の林内走行	機械(地表整理)	コンテナ苗(裸苗)	各所
⑤			なし	多い	⇒ 機械の林内走行	機械(地表整理)	コンテナ苗(裸苗)	各所
⑥				少ない	⇒ 機械の林内走行	—	コンテナ苗(裸苗)	各所
⑦	車両系・架線系	中	ササ類	多い	⇒ 路上への木寄せ	機械+人力(地掻き+刈払機)	コンテナ苗(裸苗)	作業道沿い
⑧				少ない	⇒ 路上への木寄せ	機械+人力(地掻き+刈払機)	コンテナ苗(裸苗)	作業道沿い
⑨			草本	多い	⇒ 路上への木寄せ	機械+人力(地表整理+刈払機)	コンテナ苗(裸苗)	作業道沿い
⑩				少ない	⇒ 路上への木寄せ	機械+人力(地表整理+刈払機)	コンテナ苗(裸苗)	作業道沿い
⑪			なし	多い	⇒ 路上への木寄せ	機械+人力(地表整理)	コンテナ苗(裸苗)	作業道沿い
⑫				少ない	⇒ 路上への木寄せ	—	コンテナ苗(裸苗)	作業道沿い
⑬	架線系	急	ササ類	多い	⇒ 架線	人力	裸苗(コンテナ苗)	架線沿い
⑭				少ない	⇒ 架線	人力	裸苗(コンテナ苗)	架線沿い
⑮			草本	多い	⇒ 架線	人力	裸苗(コンテナ苗)	架線沿い
⑯				少ない	⇒ 架線	人力	裸苗(コンテナ苗)	架線沿い
⑰			なし	多い	⇒ 架線	人力	裸苗(コンテナ苗)	架線沿い
⑱				少ない	⇒ 架線	—	裸苗(コンテナ苗)	架線沿い

- バイオマス材の利活用は、残材の発生状況や収集による事業化の可能性を考慮して、現場毎に決定する。
- ※：植栽器具の選択は、実践地の地形や前生植生等が大きく影響するため、ここでは類型化しない。現地の状況に合った器具を選択する事が大変重要である。

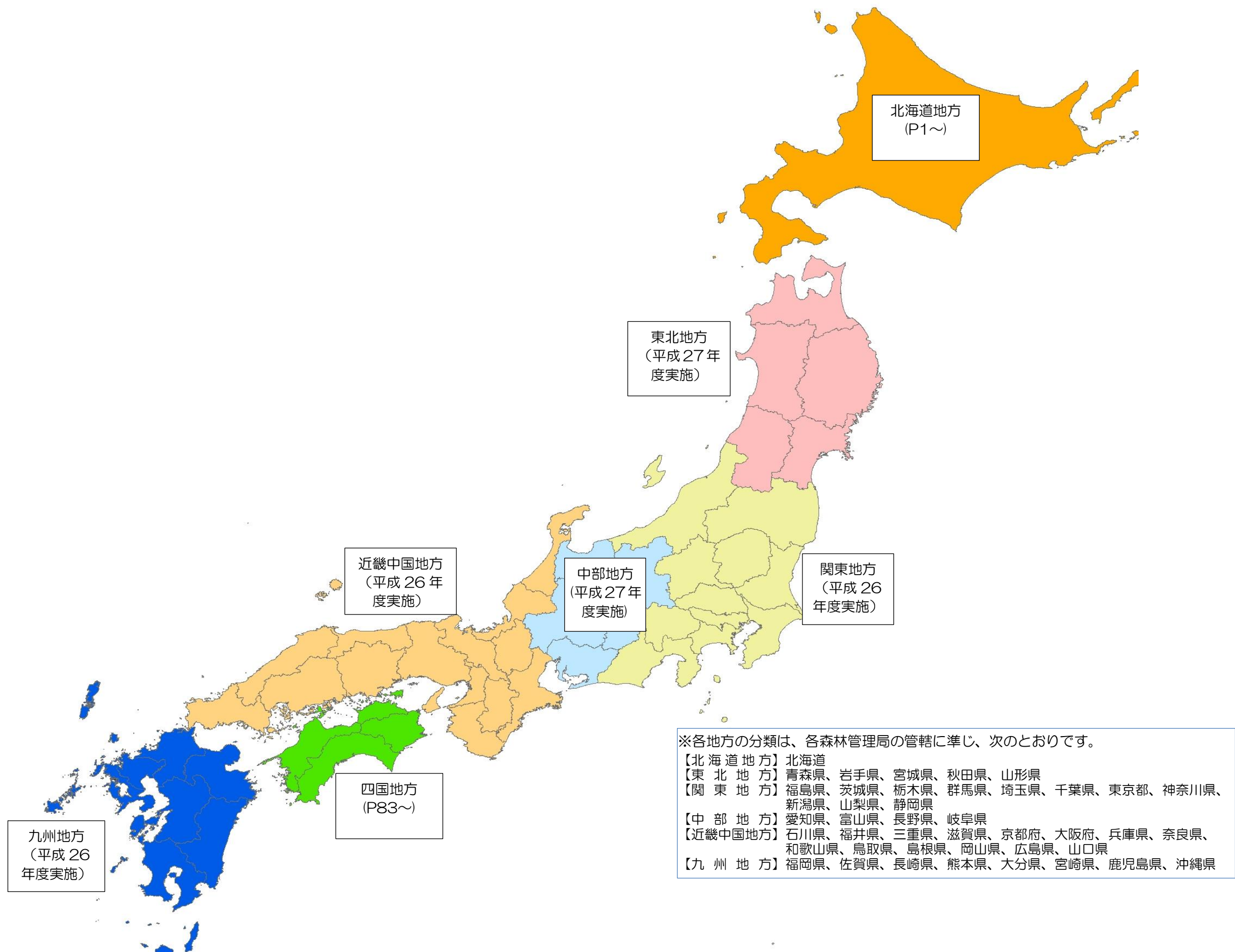
各地方の事例は、最終的に下図のように、各地方別に取りまとめられた内容がまとまる予定となっています。



平成 28 年度の実施項目は、次のとおりです。

- 北海道地方 実測調査 1
- 北海道地方 追跡調査 1
- 東北地方 追跡調査 2
- 中部地方 追跡調査 3
- 四国地方 実測調査 2
- 四国地方 聞き取り調査 1

なお、上記以外の地域・項目については、平成 29 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

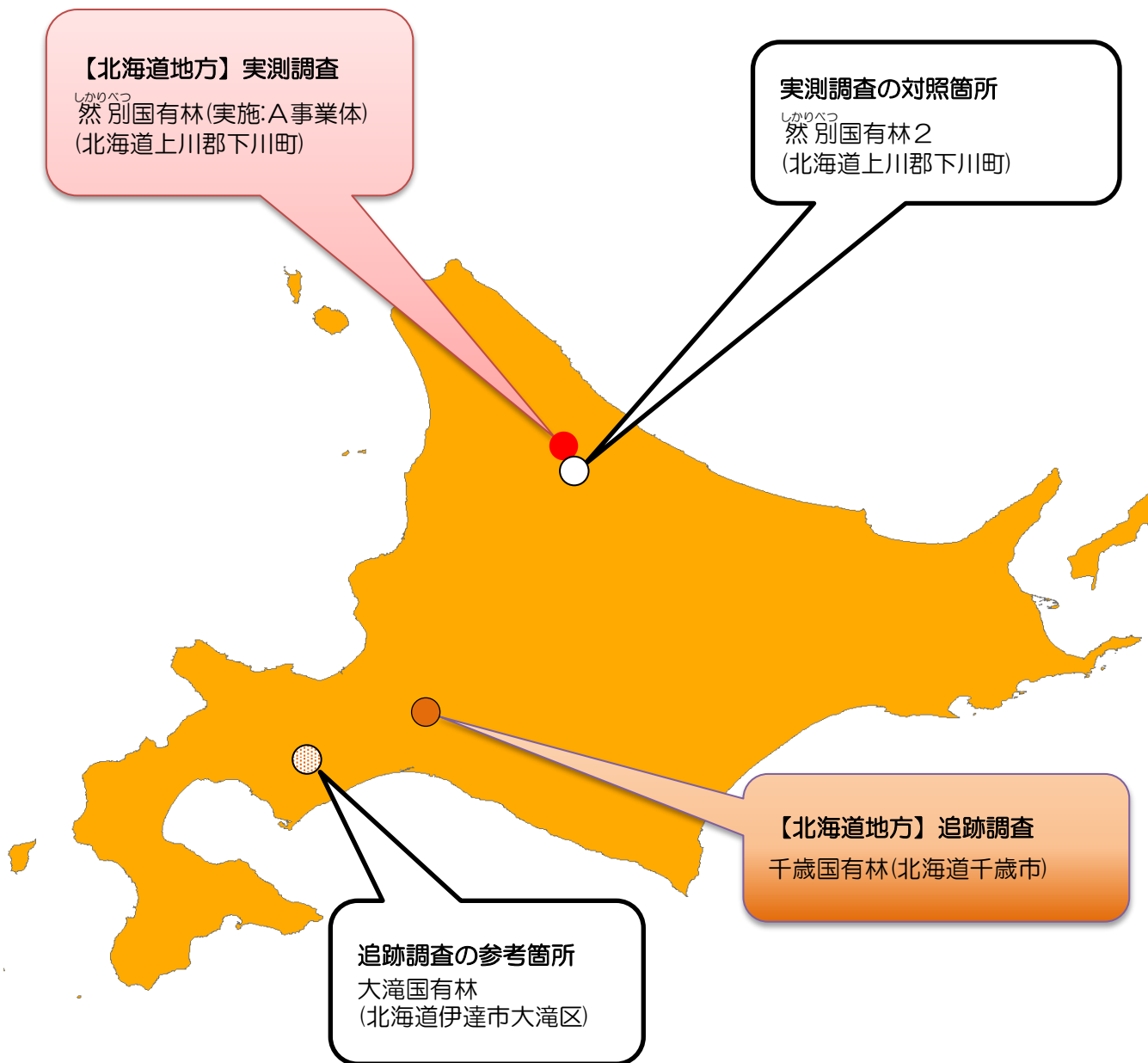
【関東地方】福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、静岡県

【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

北海道地方



凡例

記号	内容
●	実測調査地
○	実測調査の対照箇所
●	追跡調査地
⊙	追跡調査参考地

1 北海道地方 実測調査—^{しかりべつ}然別国有林(北海道上川郡下川町)

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、植付等）
事業箇所	北海道上川郡下川町然別国有林 上川北部署 239 わ林小班
対象面積	3.28 ha
標高	270～350 m
平均斜度	中（11～20°）
斜面方位	南東
主な土壌	褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生林相	トドマツ 78 年生
地表植生	クマイザサ密生
獣害	特になし（エゾシカ視認）

1.1.1 現地位置図

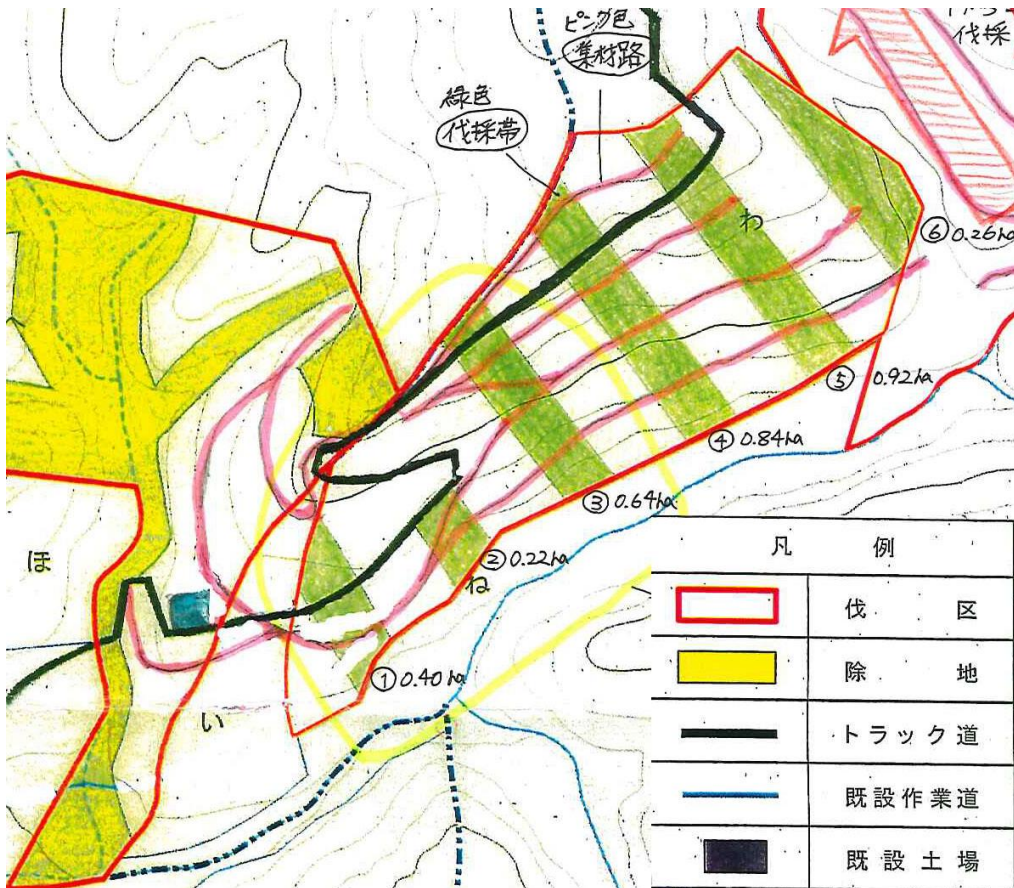
【現地地図】 (Google Map) ©2017 Google, ZENRIN



【衛星写真】（平成 26 年 7 月 30 日撮影、Google Earth）©2015 ZENRIN



【1/5000 基本図】



1.1.2 立地環境

環境未来都市に選定され、木質バイオマスボイラーによる地域熱供給システムを部分的に導入している北海道下川町は、北海道北部に位置している。町内を東西に横断する国道 239 号が大動脈となっており、町内の集成材工場等へのアクセスは良好である。また、国道 239 号を東のオホーツク海側へ行けば、平成 28 年 12 月に本格稼働した紋別バイオマス発電所（最大出力 50MW）まで 70km の距離である。また国道 239 号を西の名寄市側へ行けば、名寄市内の製紙工場や、道北地方を南北に縦断する国道 40 号や、士別市からの道央自動車道を活用して道内各地へのアクセスが比較的容易である。

低コスト造林技術に対しては、国立研究開発法人森林総合研究所と下川町が「北方人工林施業に適した低コスト生産システムの開発」に関する共同研究協定を平成 25 年 6 月に締結して、下川町内において各種実証試験を展開している。北海道森林管理局上川北部森林管理署管内の国有林においては、士別市にある森林技術・支援センターの主導によるコンテナ苗の試験植栽、低密度植栽手法の検討などの研究開発が実施されてきている。

【現地の地形】

対象林小班までは一ノ橋奥珊瑚林道と笹波林道（林業専用道）を利用して到達するが、途中の林地は比較的傾斜が緩く、対象林小班の斜面も概ね 20° 未満の緩斜地が多い傾向である。対象林小班の標高は約 300m で、南東向きの斜面である。土壌は一般的な森林褐色土が分布している。

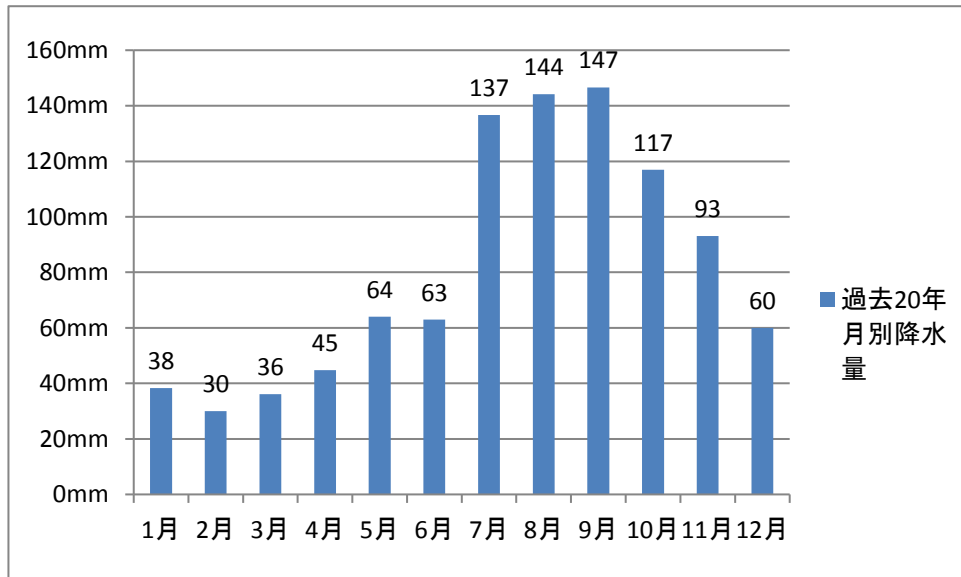
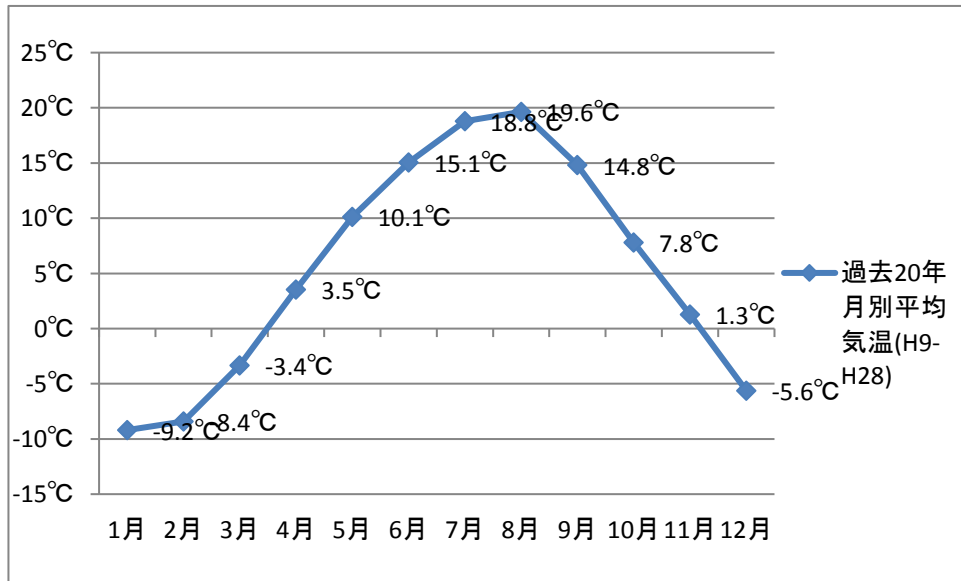
【現地の気象】

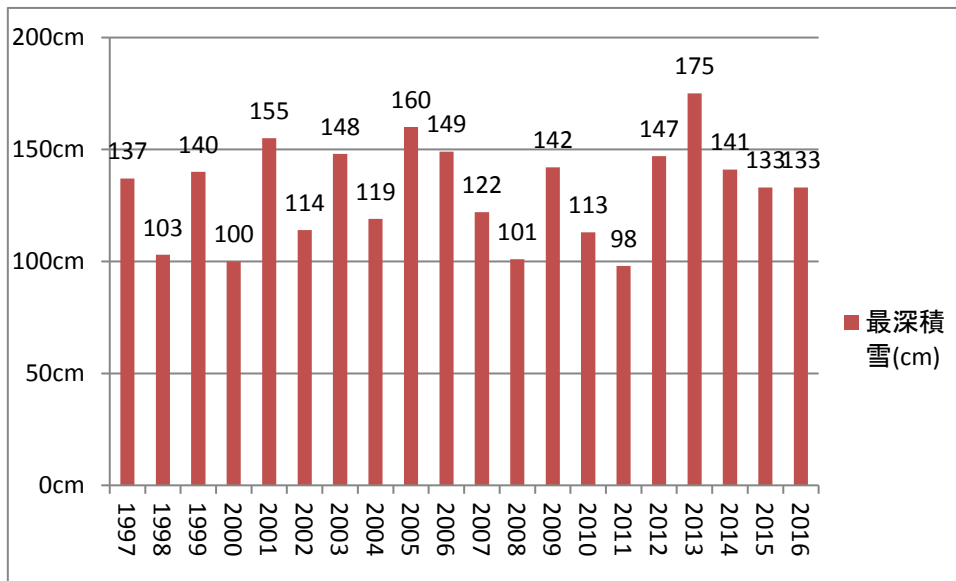
対象地に最も近いアメダス観測地点は、下川町内にある『下川』（標高 140m）である。下川における平成 9 年から 28 年までの年平均気温は 5.4℃である。最高気温が 30℃以上、最低気温が -30℃と、年間の気温差は 60℃以上にもなり、気温の差が激しい内陸性の気候が特徴である。特に 12 月から 3 月は氷点下で、寒さが厳しい。対象地の標高は、アメダス設置地点より約 200m 高いので、気温の低減率（-0.6℃/100m）を考慮すると約 1.0℃冷涼になるため、現地の年平均気温は約 4.4℃と考えられる。

年平均降水量は 973mm で、夏から初秋にかけての 7 月～10 月に降水量が多い傾向がある。

下川における冬季の積雪深は、概ね 130cm 前後となっているが、平成 25 年には 175cm 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しなければならない。

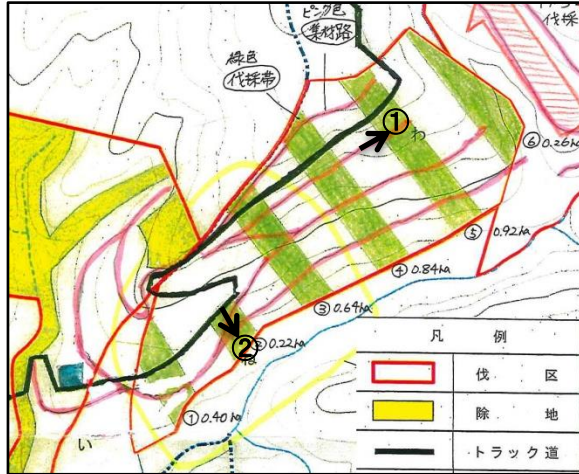




【前生樹種】

この地方では、トドマツが中心に植栽されており、当林分もトドマツが植えられていた。対象林分の施業履歴では、平成11年に間伐が行われており、エゾマツと、キハダ、ミズナラ、ハリギリ等の広葉樹が混生していた。

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 高密な森林作業
道上へ向けて伐
倒（第5帯）



② 第2帯の伐出後
の状況



1.2 現地作業

1.2.1 仕様書等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。

【事業内訳書】

- ・[地拵]刈払方法は筋刈、刈幅は 3m、残幅は 4m、大型機械で実施。
- ・[新植]苗種はコンテナ苗、植付条数は 1 条、列間は 3.5m、苗間は 2.86m で実施。

【事業計画上の考慮事項等(技術提案内容)】

- ・[路網配置]作業システムの効率性が効果的に引き出されるよう必要最小限を配置する。
- ・[伐倒、造材]原則、チェーンソー伐倒と、可能な箇所は、ハーベスタを使用する。
- ・[集材]フォワーダ集材を基本とする。
- ・[大型地拵]大型地拵作業に当たっては、伐根を処理した際に生じた凹地はボサ等を混入させずに埋め戻す。
- ・[植付]コンテナ苗の小運搬は、フォワーダを使用する。
- ・コンテナ苗の植付けに当たっては、植穴と根鉢と土壌が十分に密着するように入れる。

【北海道森林管理局製品生産事業請負仕様書】

- ・[搬出路及び土場作設]森林作業道作設は、ドラグショベル系(バックホウ)により作設することを原則とする。
- ・[集材]森林作業道上は、原則地曳きを行わないものとする。

【北海道森林管理局造林事業請負仕様書】

- ・[大型機械を使用する作業]大型機械による作業で、大型機械で処理できない箇所及び処理することが適当でない箇所がある場合は、人力で処理しなければならない。
- ・[植付及び補植]コンテナ苗は根鉢の損傷を防ぐ措置を講じなければならない。
- ・植栽後は、植付箇所が凹地にならない程度に苗木の根元を両足で軽く踏み固め、土壌の乾燥防止の為に、植穴掘で除去した地被物で苗木の根元周囲を被覆しなければならない。
- ・[コンテナ苗木]コンテナ育苗容器の規格(根鉢(セル)容器)は、以下の規格を基本とする。

トドマツ

300cc タイプ

1.2.2 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い
実施せず

※対象伐区の林床はササに覆われ、先行刈払いは未実施。



(伐採前)トドマツ林の林床にはクマイザサが密生。ササの先行刈払いは伐区全域に及ぶため未実施。



(伐採時)進界した広葉樹はトドマツ伐採時に併せて伐採。

【所要人工・経費例】

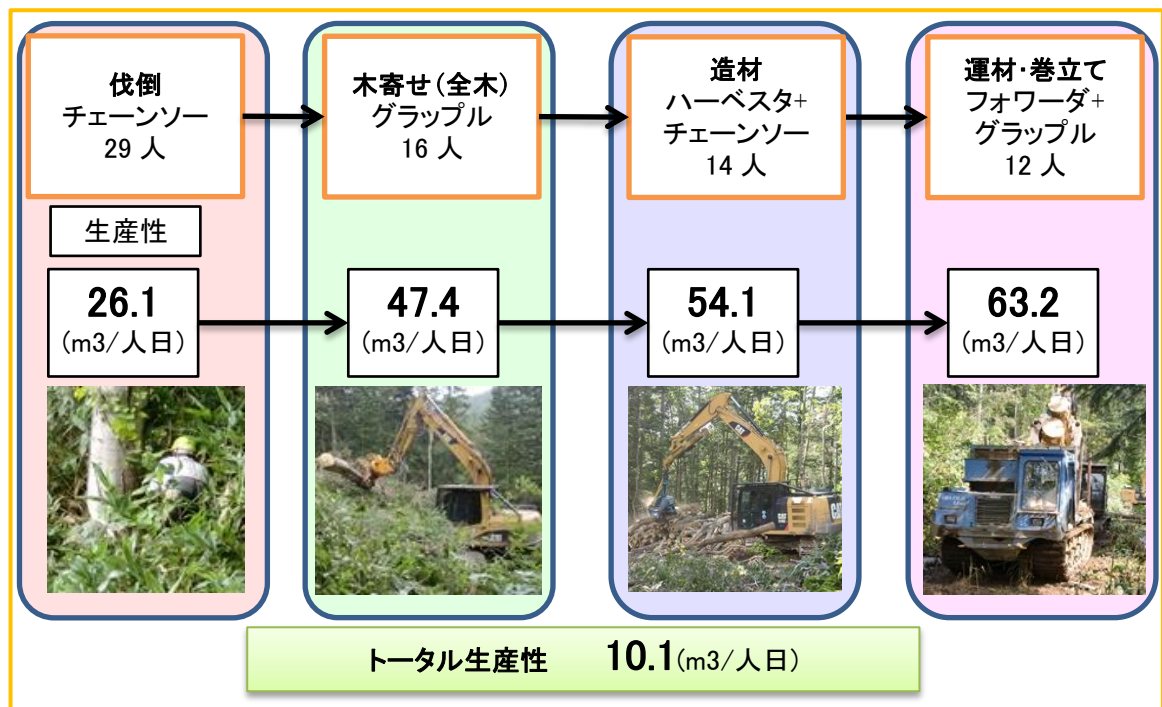
・(0 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥ 0

合計 ¥ 0

【伐採作業】

表 1.1 伐採に関する諸元（然別国有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 28 年 9 月 6 日～9 月 21 日
面積	3.28 (ha)
路網密度	700 (m/ha)
土場までの距離	最長 600 (m)
出材積	758 (m ³) (231(m ³ /ha))
全人工	75 (人工)
集積対象	素材（短幹）、低質材（小径材）





①作業道が開通した伐採帯から順に伐倒



②ハーベスタ付きの作業員が測尺を実施



③ハーベスタの処理可能木以外は人力作業



④フォワーダ 積み込み用のグラップルが常備

[伐採時のポイント]

1. 高密度路網が作設・整備された伐採帯から、順に伐倒、木寄せ、造材等の施業が始められた（写真①）。
2. ハーベスタでの処理が不可能な伐倒木（概ね径 40cm 以上、または枝落としできない太枝付き）は、ハーベスタに随行する作業員が測尺を行い、枝払い、玉切りはチェーンソーを使って人力作業で行った（写真②、③）。
3. 運材フォワーダのオペレーターは、現場に常備してあるグラップルへ乗り換えて、材の積み込みも行っていた（写真④）。

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(75 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥1,125,000
 ・チェーンソー日額 (¥2,100+燃料 ¥2,560) × (29 日+7 日) + グラップル日額 (¥15,900+燃料 650 × 100 円) × 16 日 + ハーベスタ日額 (¥27,800+燃料 1000 × 100 円) × 7 日 + フォワーダ日額 (¥26,700+燃料 900 × 100 円) × 12 日 = ¥1,219,160(推定) (機械経費及び燃料は、既往報告ⁱや他社実績より算出)

合計(推定) ¥714,683(/ha) (¥3,093/m²)

【地拵え】

表 1.2 地拵えに関する諸元（然別国有林）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 28 年 9 月 19 日～9 月 27 日
面積	3.28 (ha)
地拵え方法	筋刈（斜面方向に刈幅 3m、残幅 4m）
地拵え作業	重機による掻き起こし、刈払機での仕上げ（ササ刈）
作業人工（労働生産性）	11 人工（3.4 人/ha）



①斜面方向に 3m 幅で地拵え(残幅は 4m)



②複数台のグラップルで枝条整理と地掻き



③バックホウも地掻きを実施



④大型機械処理が不適な箇所を中心に、刈払機による人力仕上げ



⑤1 条植えの 3m 幅を地拵え



⑥収集しない枝条は、林縁等に存置

[地拵え時のポイント]

1. 緩傾斜の為、重機が林地へ入り作業が可能であった（写真②、③）。
2. 請負者がグラップルとバックホウの所有数が多かったため、複数台の同時作業が可能であった（写真②）。
3. 地拵えは、大型機械が大部分を実施したため、人力刈払いは必要以上に実施しなくて良い（写真④）。
4. ハーベスタ造材で大量に発生する枝条は、林縁部に存置した（写真⑥）。今後、バイオマス材として、高密路網を活用した末木枝条を集積し、資源活用化を図っていくことが可能である。

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(11 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥165,000(推定)

・グラップル日額 (¥15,900+燃料 70ℓ×100 円) ×8 台+刈払機日額 (燃料込) ¥1,260

×3 台×1 日 = ¥186,980(推定) (機械経費及び燃料は、既往報告ⁱや他社実績より算出)

合計(推定) ¥107,311(/ha)

1.2.3 植付け作業

表 1.3 植付けに関する諸元（然別国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 28 年 9 月 26 日～9 月 30 日
苗種	トドマツコンテナ苗（実生、300cc）
植栽面積	3.28（ha）
植栽本数・植栽密度	3,280（本）・1,000（本/ha）
植栽器具	改良型唐鋏（オリジナル）
植栽手法	筋刈箇所にて 1 条植え
植栽人工・生産性	25（人工） ・ 131（本/人日）
苗の運搬方法	フォワーダ運搬



[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活用して苗を運搬することで、作業の軽減に資する（写真①）。
2. 高密路網が整備されたため、作業箇所の近傍までフォワーダ運搬が可能となった結果、苗の小運搬距離が短縮化された。なお、特定の苗木補充担当が小運搬を行う体制をとった（写真①、④）。
3. 小運搬には、肩掛けストラップを付けた汎用の買い物かごを利用。1回で30本程度のコンテナ苗が運搬可能（写真④）。
4. 現地にはササの地下茎が残存していたことから、必要最小径の植穴を開けることが可能、かつ地下茎を簡単に切ることができる『改良型唐鋤』（既存の唐鋤の幅を狭めて刃先を鋭利にした）を使用した。植栽器具については、現場に合った選択が求められる（写真③）。
5. コンテナ苗の植栽に不慣れな作業員は、植え位置をマーキングするために張った間縄の両端で意思疎通を図る場合、簡易無線等の通信機器があると指示内容の伝達が容易である（写真⑤）。
6. 2～3人が1組となって作業分担して植付けを行ったが、各々の作業により遅速や労働強度が分かれるため、担当する作業内容の適性等を考慮して組編成を行うことが望ましい（写真⑥）。
7. 植栽本数を出役人工で除した労働生産性は、**131 本/人日**となる。植え位置マーキングに時間が掛かっていたが、一旦植え始めれば500本/人日程の生産性になっていた。

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(25 人工) × (日額人件費 **¥15,000**) = **¥375,000**(推定)
- ・コンテナ苗 ¥276 × 3,280 本 = **¥905,280**
- ・フォワーダ日額 (**¥26,700**+燃料 **800 × 100 円**) × 4 日 = **¥138,800**(推定)（機械経費及び燃料は、既往報告ⁱや他社実績より算出）

合計(推定) ¥432,646(/ha)

【所要総人工・経費総額例】

- ・**人工**: 伐倒搬出 22.9 人工 + 地拵え 3.4 人工 + 植付 7.6 人工
- ・**経費**: 伐倒搬出 ¥714,683 + 地拵え ¥107,311 + 植付 ¥432,646



人工合計 33.8 人(/ha)

経費合計(推定) ¥1,254,640(/ha)

1.3 従来型施業箇所

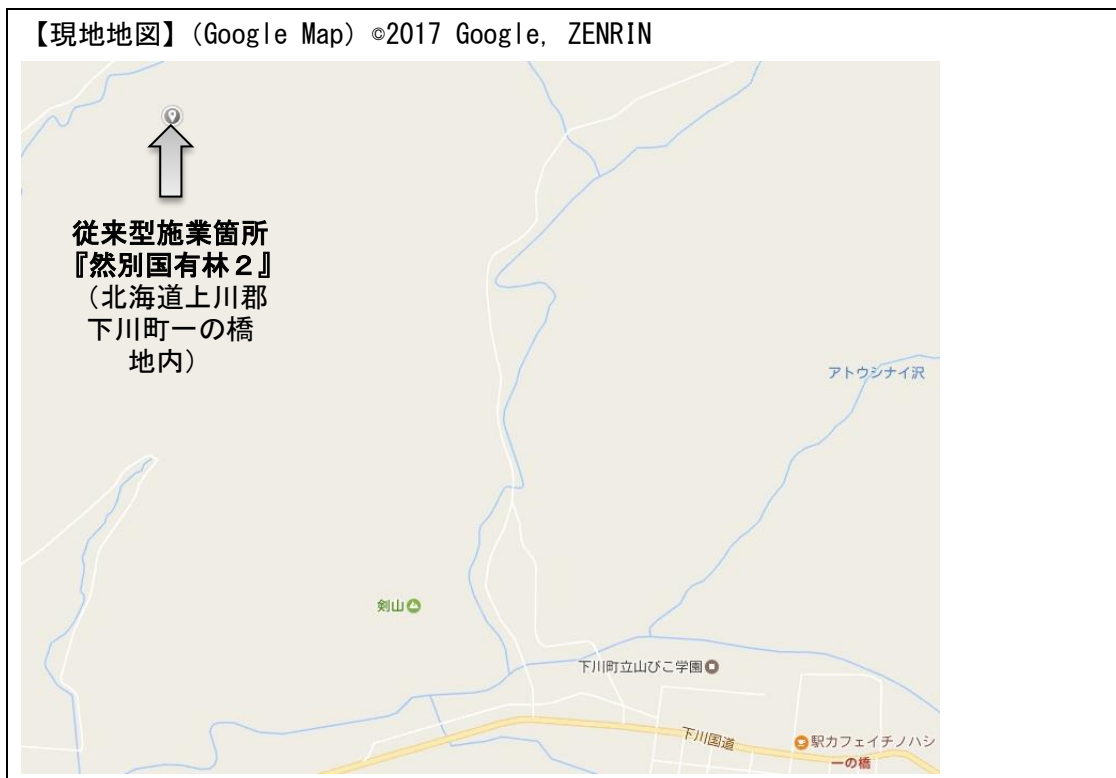
然別国有林で実施された、『伐採（誘導伐）・搬出』から『植付け』までの作業は、一括請負事業で行われた。従来は、『伐採（皆伐等）・搬出』（素材生産）と『植付け』（造林）が完全に分割された発注形態で行われていた。

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

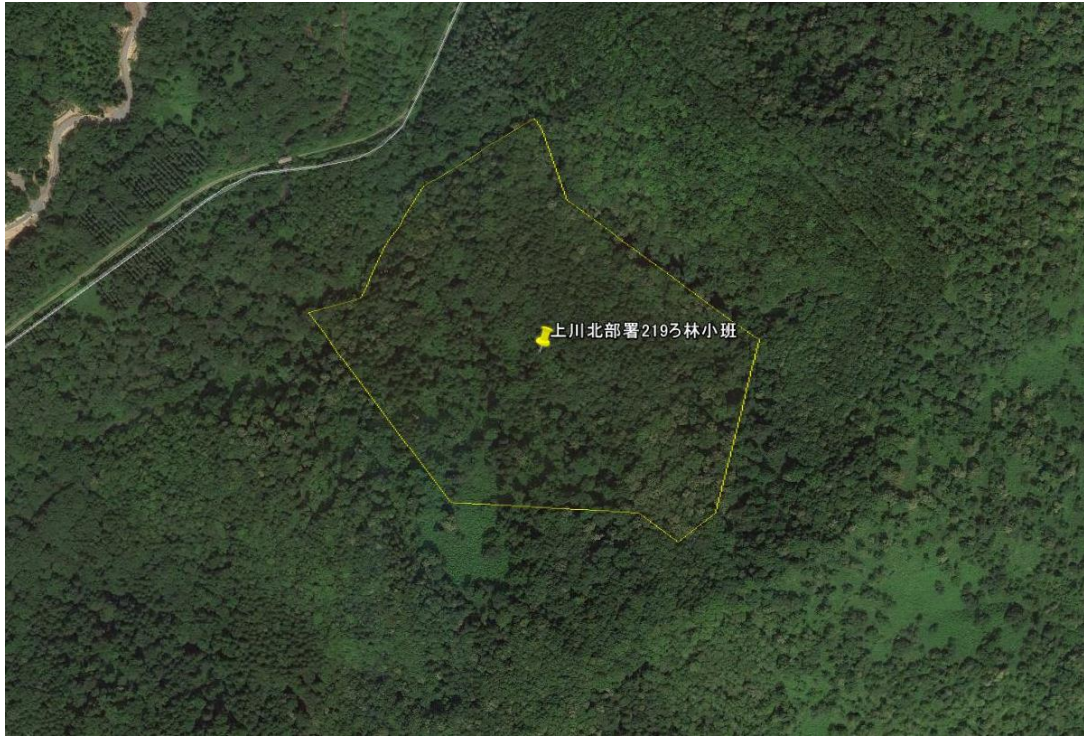
1.3.1 事業地概要

北海道上川郡下川町の然別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（誘導伐）・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揃っていたのは、下川町一の橋地内の同じ**然別国有林**であった（以下、対照地を“然別国有林2”と呼称する）。然別国有林2における事業概要は下表のとおりである。

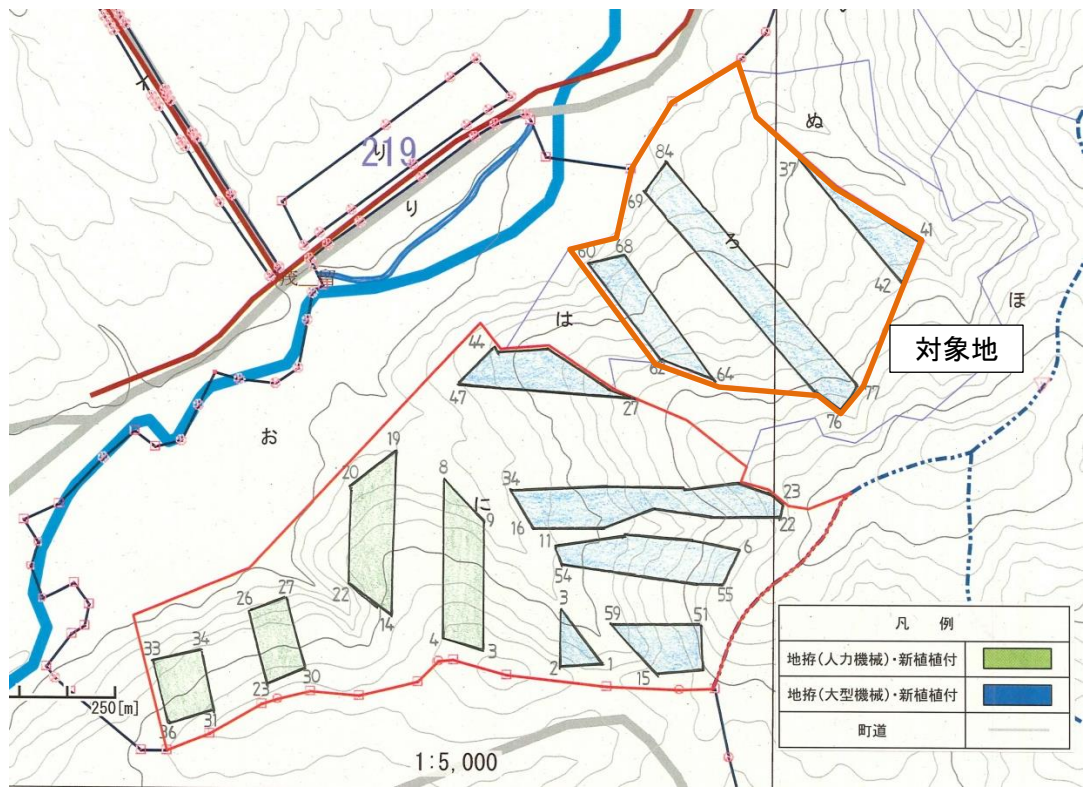
項目	名称・データ等
事業形態	国有林における素材生産事業、及び造林事業
事業箇所	北海道下川町然別国有林 上川北部署 219 ろ林小班
対象面積	1.98 ha
標高	210～250 m
平均斜度	やや急（21～30°）
斜面方位	北西
主な土壌	褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生樹種	トドマツ 69年生
地表植生	クマイザサ密生
獣害	特になし



【衛星写真】（平成 26 年 7 月 30 日撮影、Google Earth）©2016 ZENRIN



【1/5000 基本図】



A) 立地環境

然別国有林2は、同じ上川北部森林管理署管内に位置する国有林で、一貫作業地の239わ林小班と、従来型施業の219ろ林小班との直線距離は約3.1kmと近接している。

対象林小班までは、下川町道を利用して到達できる。対象林小班の平均斜度は約22°でやや急な傾斜地となっている。然別国有林2の標高は250m前後で、然別国有林より標高が70m低い。斜面方位は北西で、土壌は一般的な褐色森林土が分布している。

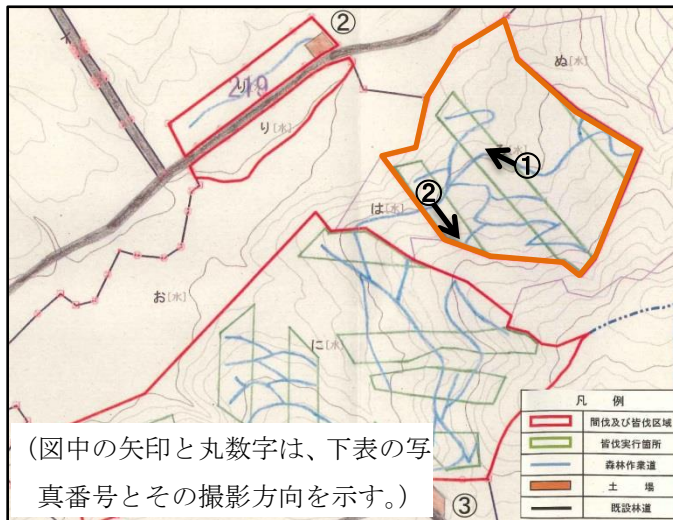
【然別国有林2付近の気象】

然別国有林2は、一貫作業地と約3.1kmしか離れてなく、標高差もほとんどないことから、気象特性はほぼ同一と見なせる。

【前生樹種】

然別国有林の伐採前に植えられていた樹種はトドマツで、一貫作業地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



① 伐倒後の状況
(219 3林小
班)



② 地拵え前の林
地の状況(219
3林小班)



1.3.2 現地作業(然別国有林2)

A) 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い

実施せず



※対象伐区の林床はササに覆われ、先行刈払いは未実施。

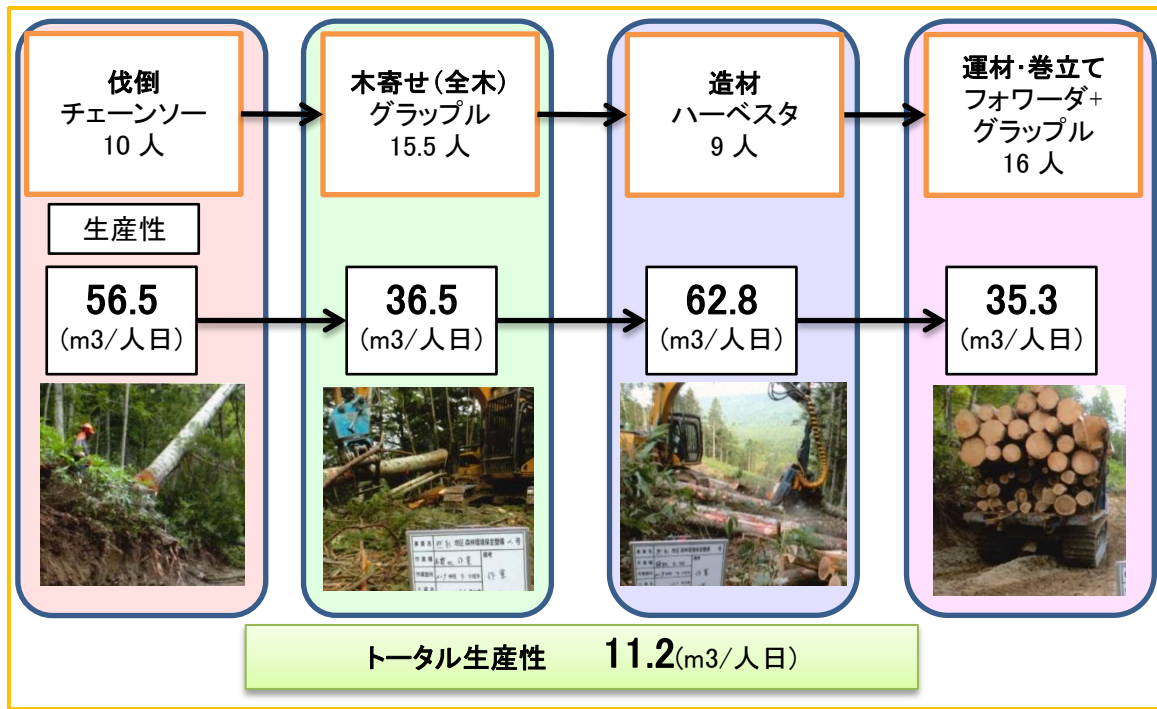
(伐採前)トドマツ林の林床にはクマイザサが密生し、先行刈払いは伐区全域に及ぶため未実施。広葉樹等の進界木は、トドマツ伐採時に併せて伐採。

【所要人工・経費例】	
・(0 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥ <u>0</u>	合計 ¥ 0

【伐採作業】

表 1.4 伐採に関する諸元 (然別国有林2)

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 27 年 8 月 21 日～9 月 11 日
面積	1.98 (ha)
路網密度	167 (m/ha)
土場までの距離	最長 850 (m)
出材積	565 (m ³) (285(m ³ /ha))
全人工	50.5 (人工)
集積対象	素材 (短幹)、低質材 (小径材)



【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(50.5 人工) × (日額人件費 ¥15,000) = ¥757,500(推定)
 - ・チェーンソー日額 (¥2,100+燃料¥2,560) × 10 日 + グラップル日額 (¥15,900+燃料 650 × 100 円) × 15.5 日 + ハーベスタ日額 (¥27,800+燃料 1000 × 100 円) × 9 日 + フォワーダ日額 (¥26,700+燃料 900 × 100 円) × 8 日 + グラップル日額 (¥15,900+燃料 500 × 100 円) × 8 日 = ¥1,186,800(推定) (機械経費及び燃料は、既往報告¹や他社実績より算出)
- 合計(推定) ¥981,970(/ha) (¥3,441/m²)**

B) 地拵え・植付け作業

表 1.5 地拵え・植付けに関する諸元（然別国有林2）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成28年9月14日～9月18日
放置期間	約1年
地拵え方法	機械筋刈（等高線方向に刈幅3m、残幅4m）
地拵え作業	重機による掻き起こし、刈払機での仕上げ（ササ刈）
地拵え人工（労働生産性）	9 人工（4.5 人/ha）
植付け年月日	平成28年10月6日～10月8日
苗種	トドマツ裸苗（2年生苗）
植栽面積	1.98 (ha) ・ 2 条植え
植栽本数・植栽密度	裸苗 3,564 (本) ・ 1,800 (本/ha)
植栽器具	唐鋤
植栽人工・生産性	7.9 (人工) ・ 451 (本/人日)
苗の運搬方法	キャリアダンプ運搬



【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・地拵え 9 人工）×（日額人件費 ¥15,000）= ¥135,000（推定）
- ・刈払機日額（燃料込） ¥1,260³ × 4.5 台 + バックホウ日額（¥15,900 + 燃料 70ℓ × 100 円） × 4.5 日 = ¥108,720（推定）
- 地拵え小計（推定） ¥123,091（/ha）
- ・バックホウ回送費 ¥60,000⁴（往復、燃料・運転代込）※1現場当たり
- 地拵え合計（推定） ¥183,091（/現場）**
- ・植付け 7.9 人工）×（日額人件費 ¥15,000）= ¥118,500（推定）
- ・裸苗 ¥160.2 × 3,564 本）= ¥570,952
- ・キャリアダンプ日額（¥136,000 + 燃料 45ℓ × 100 円） × 2 日 × 3.9/6 = ¥182,650（推定）（機械経費及び燃料は、既往報告¹や他社実績より算出）
- 植付け合計（推定） ¥440,456（/ha）**

【所要総人工・経費総額例】

- ・人工：伐倒搬出 25.5 人工 + 地拵え 4.5 人工 + 植付 4.0 人工
- ・経費：伐倒搬出 ¥981,970 + 地拵え ¥183,091 + 植付 ¥440,456



人工合計 34.0 人(/ha)

経費合計(推定) ¥1,605,517(/ha)

³ 算定条件：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

⁴ 現場ヒアリングより

1.4 一貫作業と従来型作業の比較

一貫作業地は上木としてトドマツが成林しているが、林床にはクマイザサが密生していた。一方の従来型作業地は、平成 27 年 8 月から 9 月までの伐採の後、地拵え・植付けは平成 28 年 9 月から 10 月にかけて実施され、その間約 1 年、林地は放置された結果、前生の林床植生のクマイザサが地表を覆った。したがって、これら両現場で植付けを行う前には、バックホウ及び刈払機による筋刈を行い、その後に植付け作業を行う必要がある場所であった。

今回の両作業地はササ密生地であったため、地拵えを省略することは不可能であるが、その作業手法に差があった。つまり、一貫作業地は、傾斜 20° 未満の中傾斜であったが、筋刈が斜面方向のため重機の操作に慎重さが求められ、使用した重機の台数が最大 3 台（/日）あったため経費が上がる要因となった。一方の従来型作業地は、傾斜 20° 以上のやや急斜面で、筋刈は等高線方向のため前進しながら効果的に地拵えができた。地拵えの作業方法に違いはあったが、従来型作業地で計上された機械回送費 6 万円は、一貫作業地では不要なため、低コスト化が図られた部分である。また、一貫作業地では、伐出と地拵えを同時に行うような重機の稼働は見られなくなったため、木寄せ時の作業量が少ない時間帯等に、地拵え作業を先行して実施しておくなどの工夫があると、さらに生産性が向上したと考えられた。

地拵えを重機で行った後、仕上げとして刈払機を用いた人力地拵えを行ったが、重機で処理ができない伐根周辺等のみを対象とするような要領も必要である。

植付けについて、苗代を除いた経費（人件費+機械代）が、従来型作業地では 15.2 万円程であったのに対し、一貫作業地では 15.7 万円程とほぼ近似していた。植栽列が斜面方向で植え位置マーキングに時間が掛かったり、初めてのコンテナ苗植付けに手間取ったりした植付けの不手際その他、植付けを実施した 4 日間でフォワーダを稼働させたのが影響したものと思われる。コンテナ苗が今回の 4 倍の 520 本/人日の労働生産性で植え付けられた場合、人件費は 28,582 円（/ha）に縮減でき、フォワーダも 1 日で苗を集積場所に配布すれば機械代は 10,579 円（/ha）に縮減できる。この時、造林経費の分計はコンテナ苗代を含めて 315,161 円となり、**224,796 円のコストの圧縮**になる可能性がある。なお、植栽密度は、一貫作業地が 1,000 本/ha、従来型作業地が 1,800 本/ha であり、一貫作業地はコンテナ苗の低密度植栽地であった。

表 1.6 一貫作業と従来型作業における経費と人工の比較（/ha）

作業種	一貫作業地		従来型作業地	
	経費	人工	経費	人工
伐出	¥714,683	22.9 人	¥981,970	25.5 人
生産小計	¥714,683		¥981,970	
地拵え	¥107,311	3.4 人	¥183,091	4.5 人
（うち機械回送費）	—		¥60,000	
植付け	¥432,646	7.6 人	¥440,456	4.0 人
（うち苗代）	¥276,000	¥276/本、1000/ha	¥288,000	¥160/本、1800 本/ha
（うち人件費+機械代）	¥156,646	苗はフォワーダ運搬	¥152,456	苗はキャリアダンプ運搬
造林小計	¥539,957		¥623,547	
合計	¥1,254,640	33.8 人	¥1,605,517	34.0 人

以上から、ササ密生地においては、一貫作業地においても植付け前の地拵えは必要である。地拵えの作業方法には、今後改善の余地はあるものと考えられる。

植付けは、苗種に係らずに要領良く植えられるよう、事前ミーティングや役割分担等の徹底が必要であり、さらにフォワーダによる苗運搬は効率的で軽労化に資するものの、フォワーダの稼働にはコストが掛かることを念頭に、苗の集積ポイントを決めて、短期間で配布するよう努めることも重要である。なお、コンテナ苗と低密度植栽の組合せによる省力化は、低コスト化が図られる可能性があるが、極端な低密度植栽は成林までのプロセスが実証されていない面もあるので、今後の継続調査が必要と考えられる。

【一貫作業による低コスト化の可能性】

・北海道然別国有林を参考に、1 現場当たりの機械回送費 60,000 円が削減され、さらにコンテナ苗の植付けの労働生産性が 520 本/人日に上昇し、フォワーダの稼働日数を 1 日に短縮すれば、

ヘクタール当たり最大 **¥224,796** の低コスト化が可能と試算。

1.5 まとめ

上川北部森林管理署管内の然別国有林における現場作業の事例を比較検討した結果を、以下にまとめる。



【北海道地方 上川北部森林管理署における事例】

- （伐採作業前）20°以下の傾斜地であるため、高密度に路網を作設した。材の搬出や植付け時の利便性に資するだけでなく、今後の保育・育林にも活用できるようになった。
- （伐採時）木寄せの効率化のため、伐倒方向は高密度に配置された作業道に向けて行う。
- （地拵え時）傾斜が比較的緩いササ密生地のため、素材生産に使用した機械による地拵えが効果的である（右上写真）。
- （植付け時）素材生産に使用したフォワーダを、苗運搬に活用できる。
- （植付け時）現場の状況に応じた“オリジナルの植栽器具”を開発した（右中写真）。
- （植付け時）2～3人が1組となり作業分担しつつ実施した。
- （植付け時）苗運搬用のフォワーダを、植付箇所の近傍の路上に待機させ、小運搬のベースとなるように配置させた。
- 一方、ほぼ同一環境で従来型作業を実施した箇所では、伐採後に林地を約1年間放置した。
- 伐採から植付けまでの期間の長短に係らず、ササ密生地は地拵えが必要であった。



【低コスト化に向けた改善点】

- （伐採時）伐採と地拵えの作業を明確に分割するのではなく、後の地拵え作業を念頭に、木寄せ等の空き時間に地拵えを進めるなど、スムーズな作業種移行が地拵えの作業量の軽減に資する。
- （植付け時）植え位置マーキングや植付けの作業分担内容について、事前にミーティングを行い、作業内容を明確化するなどの工夫があれば、最少人数で最大効果が得られるため植付け生産性が向上する可能性がある（右下写真）。



2 北海道地方 追跡調査一千歳国有林(北海道千歳市)

昨年度に伐採から植付けを行った施業地において、苗木の状態や林地状況を把握し、今後の下刈り等の保育に掛かるコストを検証した。

2.1 事業地概要

項目	名称・データ等
事業箇所	北海道千歳市 千歳国有林 石狩署 5351 ろ林小班
対象面積	0.87 ha
標高	80～90 m
平均斜度	0～5°
主な土壌	火山放出物未熟土
局所地形	平坦地
前生林相	カラマツ 51 年生、広葉樹
地表植生	シダ類+草本
獣害	エゾシカ、ノネズミ

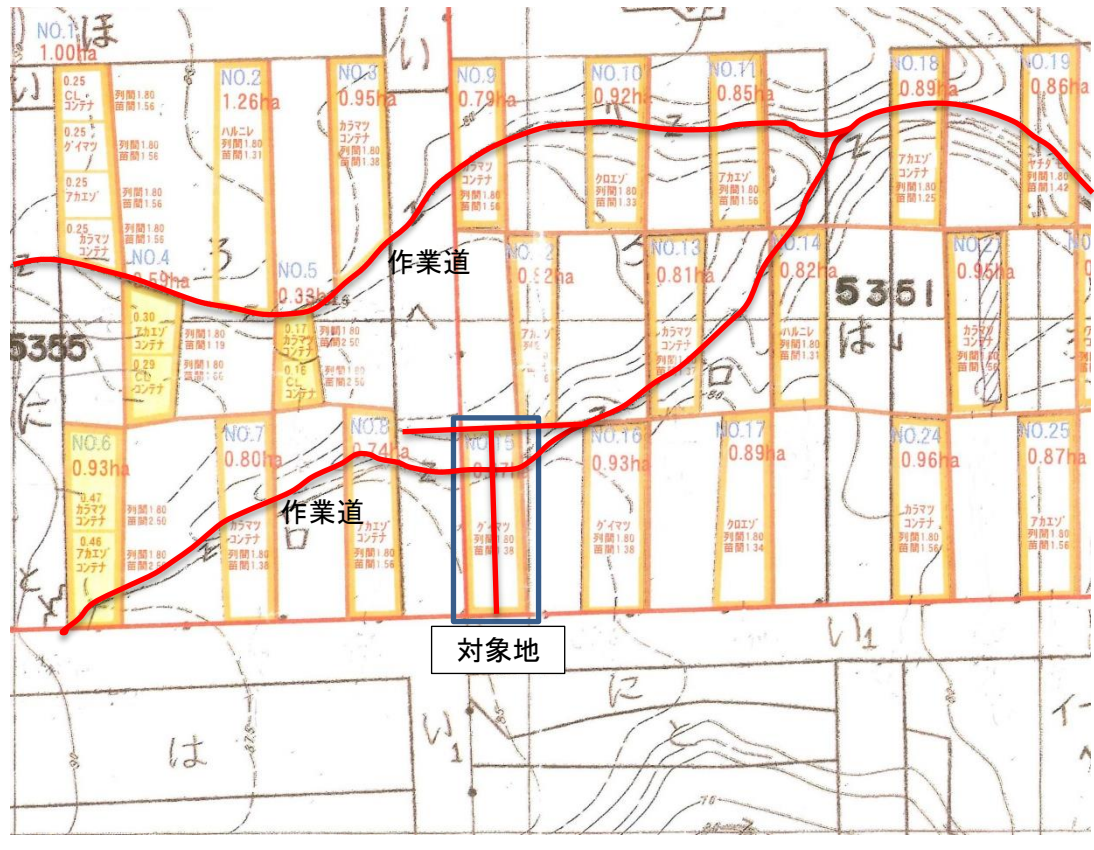
2.1.1 現地位置図



【衛星写真】（平成 28 年 8 月 27 日撮影、Google Earth）©2016 ZENRIN



【1/5000 基本図】



2.1.2 立地環境

北海道中央部に位置する千歳市は、主要な製材工場があり道外航路の起点でもある苫小牧市に隣接している。施業地付近からは、道道16号を經由して、千歳市内で国道36号を利用すれば、約30kmの移動で苫小牧市の製材工場や木質バイオマス発電所が立地する港湾部に至る。苫小牧市港湾部では、平成28年12月から木質バイオマス発電所（最大出力5,900kW、一般家庭約1万世帯分）が試験運転を始めており、さらに隣接して2号機の建設計画もあることから、間伐材を中心に今後益々の木材需要が期待されている。

低コスト造林技術については、千歳国有林一帯には平坦地が多く既設路網が発達していることから、今回の調査地周辺も含めて、様々な条件設定による試験地が設置されている。

【現地の地形】

千歳市の現地は、中央部に位置する市街地から支笏洞爺国立公園に属する西部の支笏湖周辺エリアまで至る緩やかな斜面上に位置し、局所的にはほぼ平坦地となっている。支笏湖から流れ出る千歳川の流域となり、現地にも小さな沢地形があるものの、標高が100m以下でなだらかな地形のため、急な斜面はあまり発達していない。表層土壌は、西部に位置する樽前山や有珠山といった活火山からの火山灰が由来の火山放出物未熟土となっている。

【現地の気象】

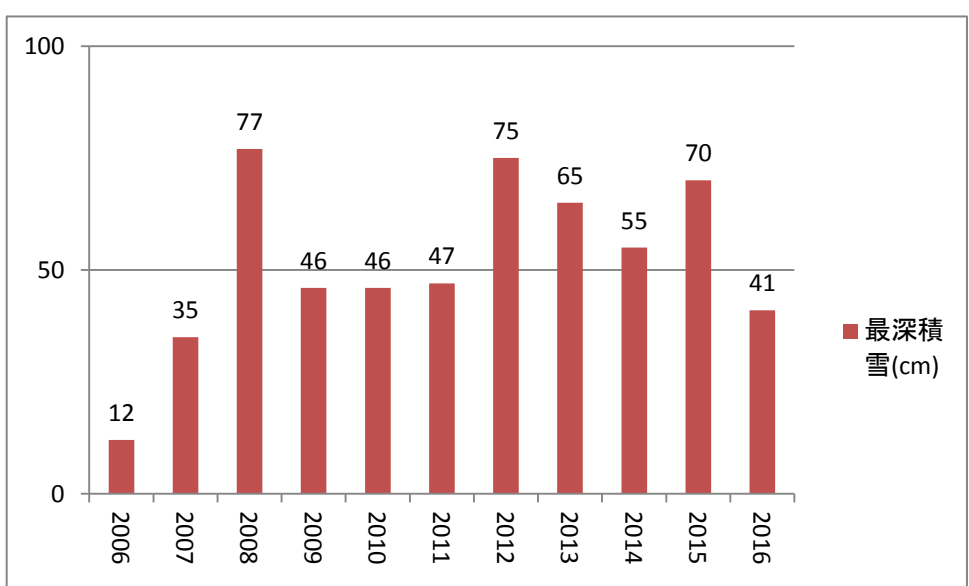
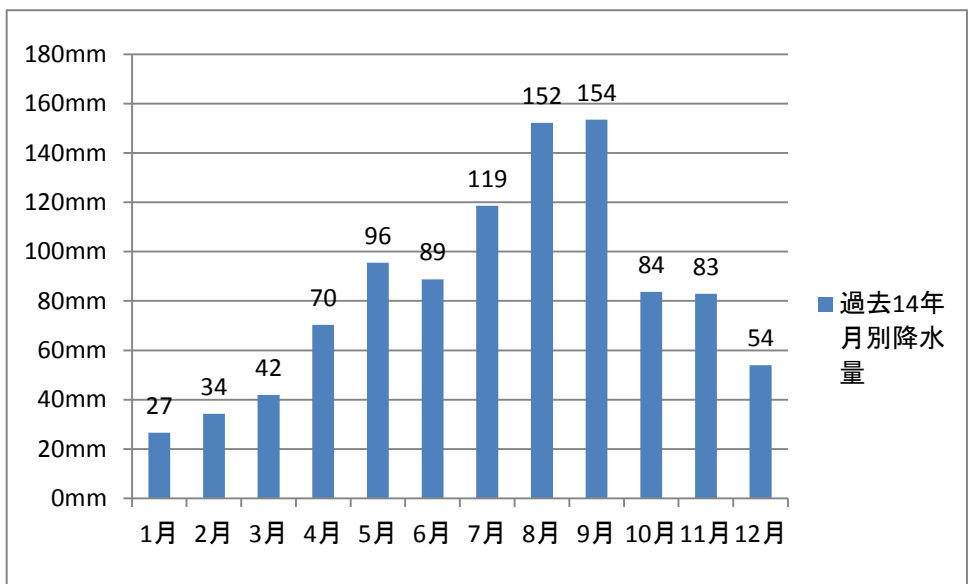
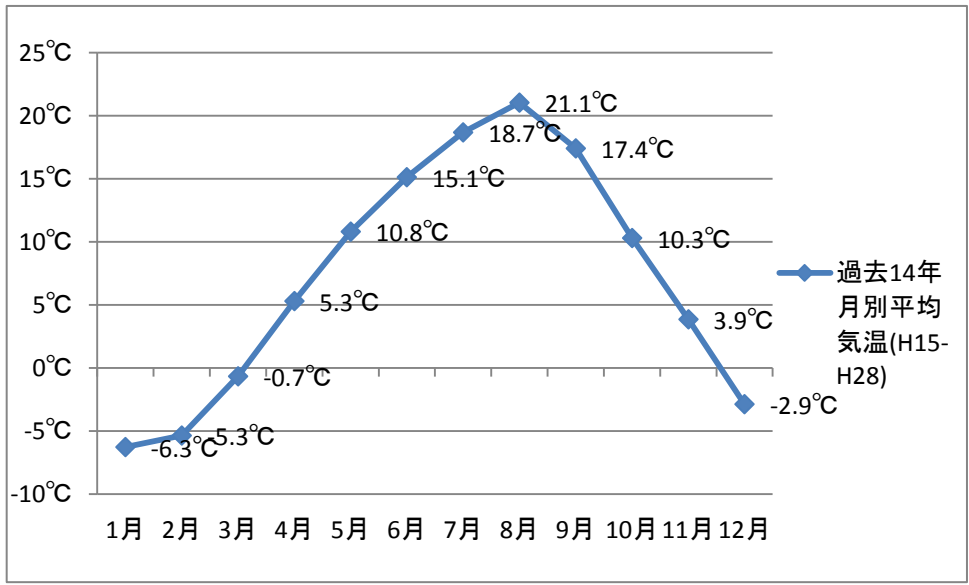
対象地に最も近いアメダス観測地点は、千歳市内の『千歳（新千歳空港）』（標高22m）である。対象地の標高が80m前後のため、標高差による気温の増減はほとんどないと考えられる。千歳のデータ取得開始は平成15年からのため、平成15年から28年までの14年間の年平均気温は7.3℃で、最高気温は30℃程度、最低気温は氷点下25℃前後となっている。内陸性の気候のため気温の差が大きく、特に12月～3月は氷点下で寒さが厳しい。

年平均降水量は1,002mmで、8月、9月の月降水量が多い一方、12月から3月の冬期間は少なく乾燥している。

千歳における冬期の最大積雪深の平均は、52cm前後となっている。

千歳市は、夏は太平洋、冬は日本海側気候特性の影響を受ける分岐点に位置しており、年間の降水量・降雪量ともに北海道内では比較的少なく、内陸型のしのぎやすい気候である。

以上から、植付けは積雪がなく土壌も凍結しない、かつ寒風の影響を受けない時期に実施しなければならない。



2.1.3 作業履歴

		月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
H27年度	日							8-11日	1日					
	実施項目							伐 採 え 地	植 付 け					
	日								13-14日					
H28年度	日													
	実施項目								調 査					
	日													

【前生樹種及び林床植生】

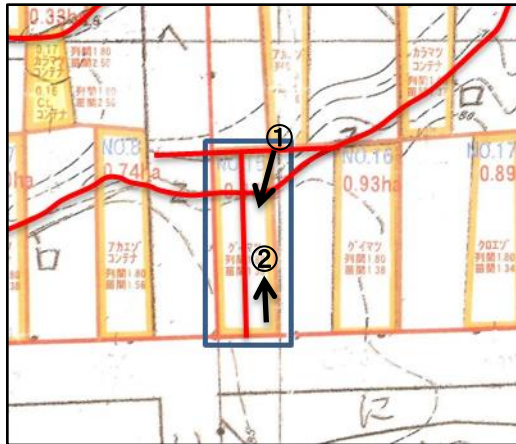
前生はカラマツ 51 年生と進界の広葉樹が生育していた。林床植生はシダ類が最も繁茂し、草本や稚幼樹が混生していた。

①伐採前の林内と
林床の状況(H27
年度報告書より)



2.2 現地の状況

2.2.1 現況写真



(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作業道が凹地を通るほかは、ほぼ平坦地



②1年前の植付け以降、下刈りはしていないが、苗木が被圧されるような植生は生育していない



2.2.2 苗木の状況

表 2.1 植付け時の諸元（千歳国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 27 年 10 月 1 日
苗種	カラマツコンテナ苗（実生、300cc）
苗の規格（植付け時）	苗長 30cm 以上、根元径 4mm 以上
植付け面積	0.87 (ha)
植付け本数・密度	1,198 (本)・1,460 (本/ha)
植栽器具	アースオーガー
植付け手法	筋刈箇所にて 2 条植え

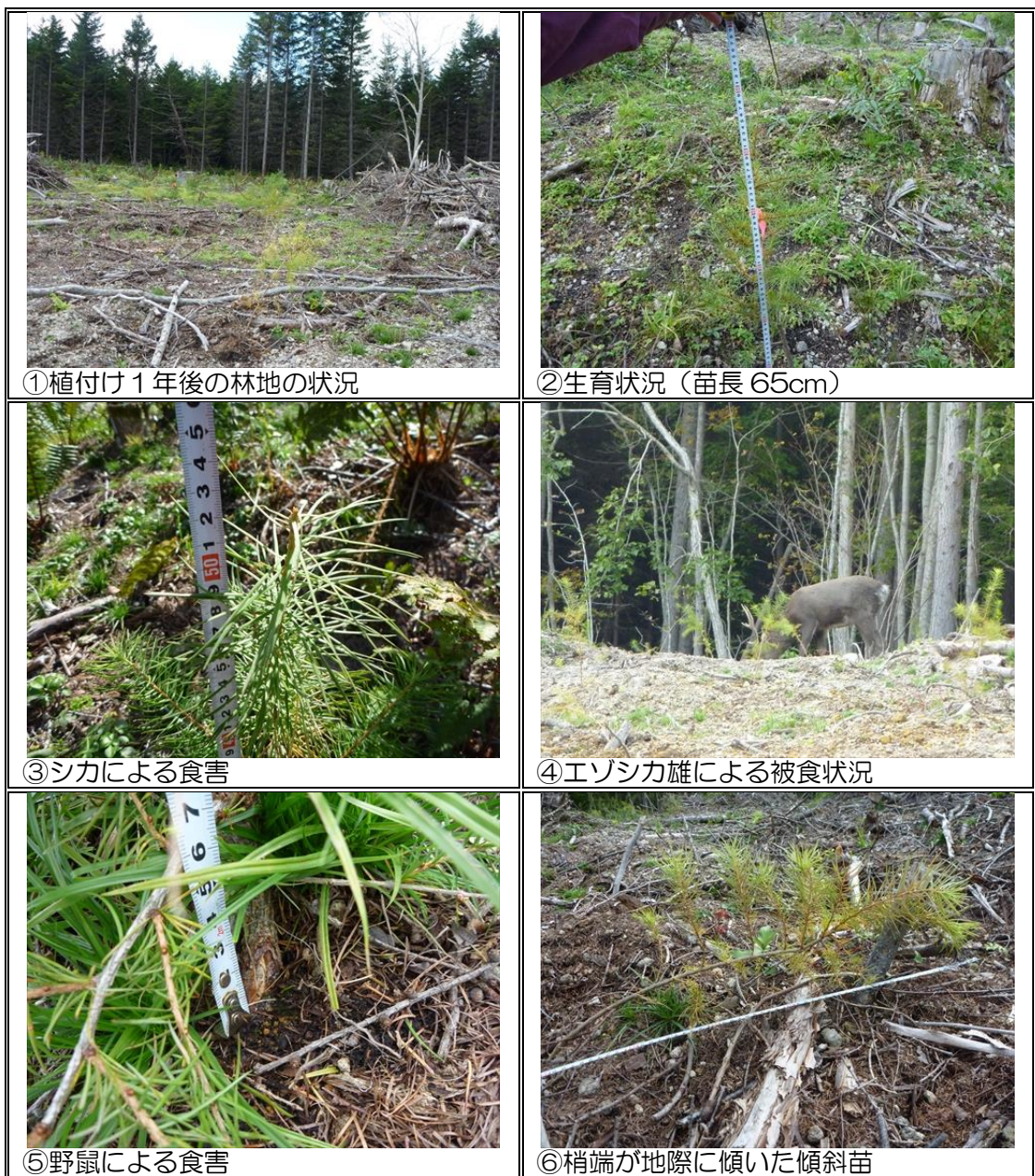


表 2.2 1年後の植栽木の状況（千歳国有林）

項目	名称・データ等
平均サイズ	苗長 57.4 cm、根元径 0.9cm
枯死率	2.9%（衰弱は 4.6%）
保育履歴	下刈り等は未実施
獣害の割合	エゾシカ：9.8%、野鼠：1.3%
その他	傾斜した苗（45°以上）：9.7%

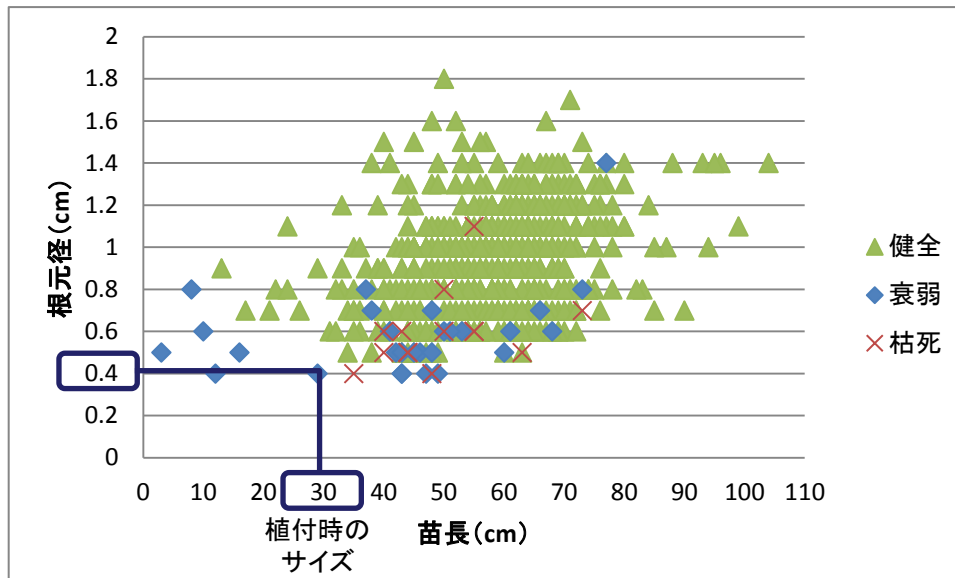


図 2.1 植付け1年後の苗木サイズと樹勢（千歳国有林）

[植付け1年後のまとめ]

1. 93%の苗木は、植付け時のサイズを超え、順調に生育しており、樹勢がやや衰えた苗木も含めると、1年後の生残率は97.1%であった（写真②）。
2. 苗木を被圧するササ類や高茎草本等の植物が少なかったため、植付け1年目の下刈りは実施しなかった。なお、木寄せ時にグラップルによる筋寄せと木寄せ後にグラップルレーキによる仕上げを地拵え作業として実施しており、機械地拵えは1年目の下刈り省略へ少なからず貢献したものと考えられる。
3. エゾシカなどの獣害を受けた苗木は11%であった。特に、エゾシカは足跡や目視もあり、周辺域の生息数の増加が懸念される（写真③～⑤）。
4. 鉛直方向から45°以上傾斜した苗木が9.7%見られた。今後の経過観察が必要と考えられる（写真⑥）。
5. 植付け後2年目において、枯死等の正常でない苗木が30%以上の場合は補植、50%以上の場合は改植が必要となるが、現況ではその可能性は極めて低いと思われる。

2.3 参考地の状況(北海道伊達市 大滝国有林)

昨年度の調査地選定時に、前述の千歳国有林の対照地として選定された大滝国有林では、作業種毎に作業班が入れ替わって実施しているため、従来型作業と同質と見なし現況を詳述する。

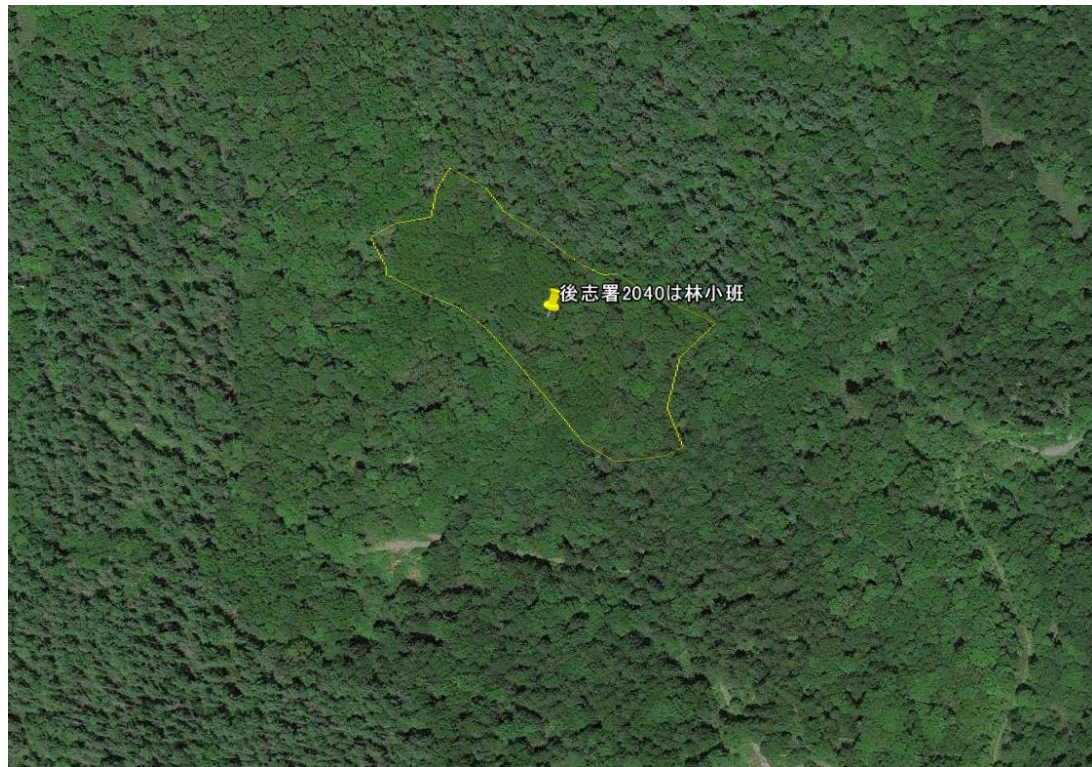
2.3.1 事業地概要

項目	名称・データ等
事業箇所	北海道伊達市 大滝国有林 後志署 2040 は林小班
対象面積	2.09 ha
標高	500～590 m
平均斜度	中傾斜 11～15°
斜面方位	東
主な土壌	褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生林相	カラマツ 33 年生、広葉樹
地表植生	チシマザサ密生
獣害	ノネズミ

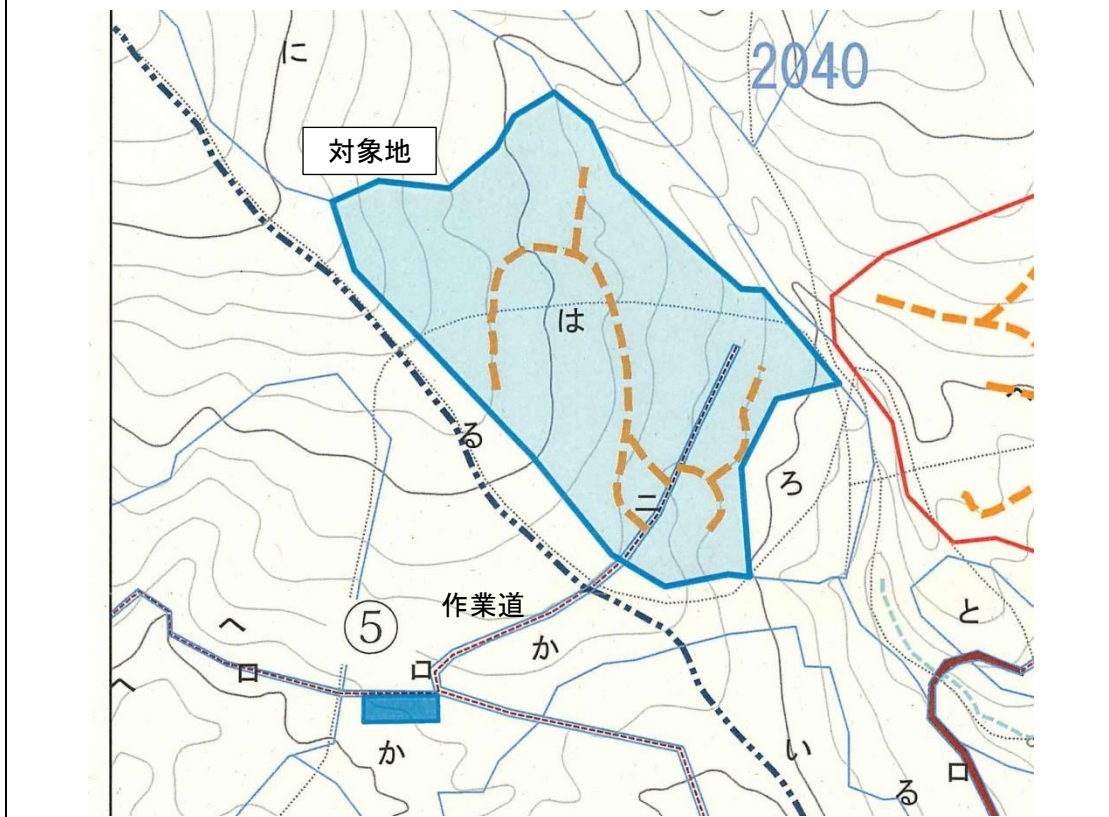
A) 現地位置図



【衛星写真】（平成 27 年 6 月 21 日撮影、Google Earth）©2016 ZENRIN



【1/5000 基本図】



B) 立地環境

北海道南部の胆振地方に位置する伊達市大滝区は、平成 18 年に伊達市と合併する前は有珠郡大滝村であった。伊達市大滝区の現地は、かつての大滝村中心部から直線距離で約 1.3 km と近接している。また、主要な製材工場があり道外航路の起点でもある苫小牧市までは国道 276 号を利用して約 60km の距離で、比較的立地環境は良い。

低コスト造林技術については、当該林小班が後志森林管理署の試験地に設定されているため、今後も継続的に調査が行われていく予定である。

【現地の地形】

旧村の中心部から北側に広がる山地の斜面は比較的緩く、対象林小班はその斜面上に位置する。旧村中心部から対象地までは約 150m の標高差となっており、現地の標高は約 500m 強の東斜面である。表層土壌は、褐色森林土が分布している。

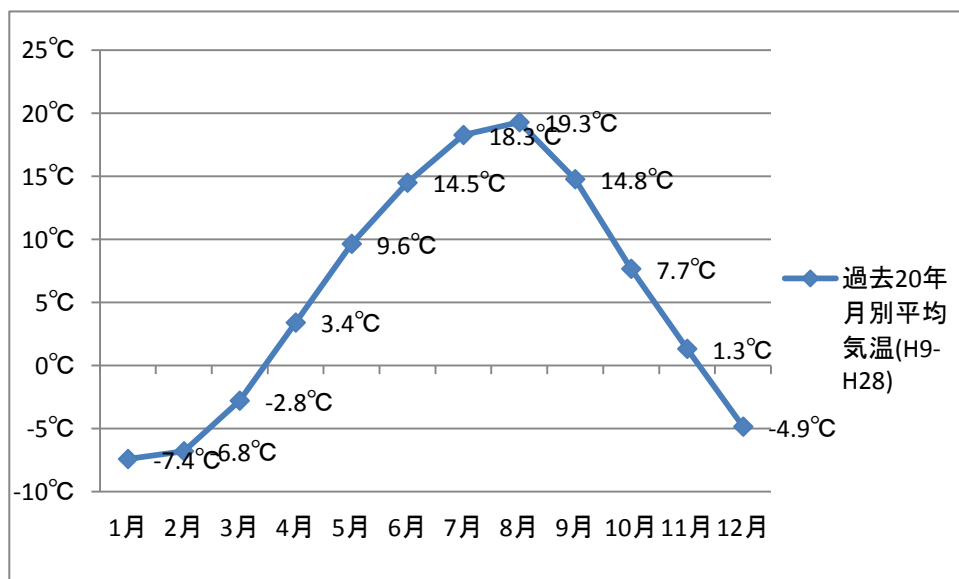
【現地の気象】

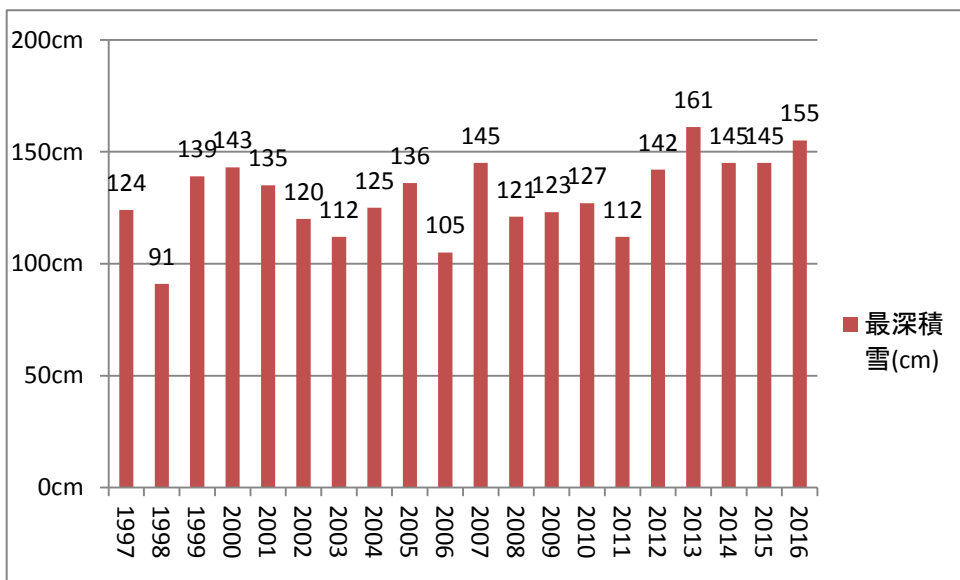
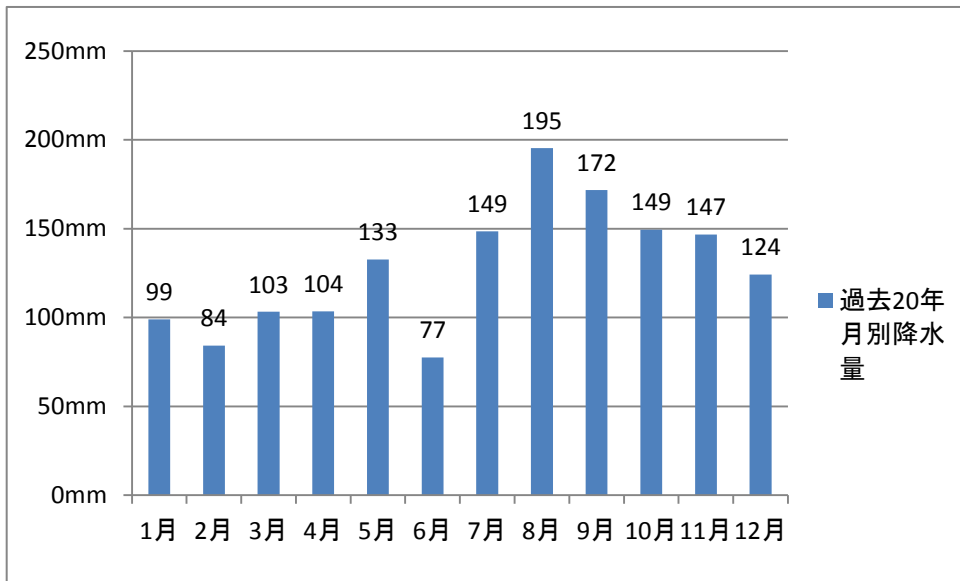
対象地に最も近いアメダス観測地点は、北海道伊達市大滝区内にある『大滝』（標高 390m）である。大滝における平成 9 年から 28 年までの年平均気温は 5.6℃で、周囲を山に囲まれた内陸性の気候で寒冷である。特に 12 月～3 月の平均気温は氷点下で、寒さが厳しい。対象地の標高は、アメダス設置地点より約 150m 高いので、気温の低減率（ $-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）を考慮すると約 1.0℃冷涼になるため、現地の年平均気温は約 4.6℃と考えられる。

年平均降水量は 1,536mm で、夏期の 8 月と 9 月に降水量が多い傾向があるが、冬期の 1 月と 2 月や春期の 6 月には降水量が少ない。

大滝における冬期の最大積雪深の平均は、130cm 前後と積雪が多い地域であり、特に平成 25 年は 161cm を記録した。

以上から、植付けは土壌の凍結と積雪に留意した時期に実施しなければならない。





C) 作業履歴

大滝国有林では、平成 27 年 8 月 17 日から 29 日まで伐出作業を行い、地拵え作業は同年 9 月 7 日から 25 日まで、植付け作業は同年 10 月 13 日から 19 日まで、連続的に実施した。

	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
	日					17- 29日	7-25 日	13- 19日					
H27年度	実施項目					伐出	地拵え	植付け					
	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
	日					16日		17日					
H28年度	実施項目					調査		調査					

①伐出後の林床にはササが密生（地拵え前）



②地拵え作業はグラップルレーキで全刈



③地拵え後の林況。
両端の残幅に枝
条置場を設定
（①と同一箇所
の地拵え後）



④トドマツコンテ
ナ苗の植付け(唐
鍬)

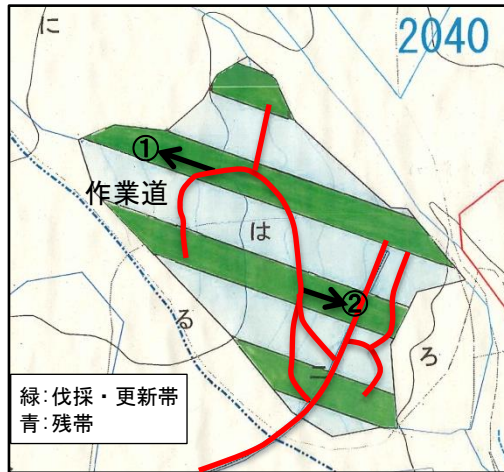


⑤植付け完了



2.3.2 現地の状況(北海道伊達市 大滝国有林)

A) 現況写真



(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。)

<p>①前頁の①、③と同一箇所 の林況。草本が回復し始める。 (H28.8月)</p>	
<p>②草本の回復状況 (H28.10月)</p>	

B) 地拵え状況

表 2.3 地拵え時の諸元（大滝国有林）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 27 年 9 月 7 日～25 日
放置期間	最短約 1 週間～最長約 4 週間
地拵え前の林床植生の状況	チシマザサ密生
地拵え方法	全刈
地拵え作業	機械（グラップルレーキ+刈払機）
地拵え生産性	0.07 ha/人日



C) 植付けの状況

表 2.4 植付け時の諸元（大滝国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 27 年 10 月 13～19 日
苗種	トドマツコンテナ 1 号苗（実生、300cc） トドマツコンテナ 2 号苗（実生、300cc） トドマツ裸苗
苗の規格（植付け時）	トドマツコンテナ 1 号苗：苗長 25cm 以上、根元径 5mm 以上 トドマツコンテナ 2 号苗：苗長 20cm 以上、根元径 4mm 以上 トドマツ裸苗：苗長 40cm 以上、根元径 10mm 以上
植付け面積	2.09 (ha)
植付け本数・密度	トドマツコンテナ 1 号苗：1,000 (本) トドマツコンテナ 2 号苗：500 (本) トドマツ裸苗：2,680 (本) 計 4,180 (本)・[植栽密度] 2,000 (本/ha)
植栽器具	スペード、唐鋤
植付け手法	各帯の全刈箇所にも 6 条植え

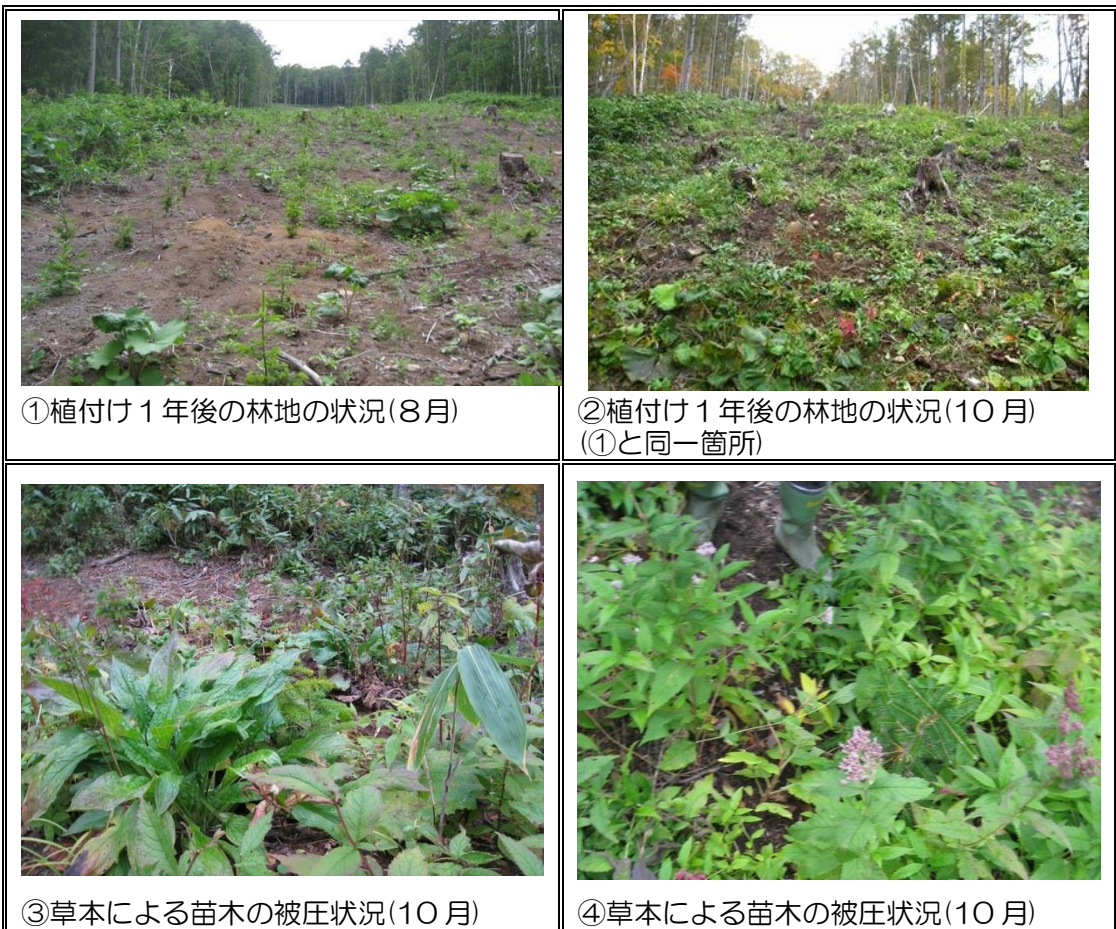


表 2.5 地拵え後から作業内容の整理と今後の作業予定



項目	名称・データ等
地拵え前の林床植生の状況	チシマザサ密生
林床植生の現況	草本を中心に回復が旺盛（機械地拵え効果で、ササの回復は限定的）。 オニシモツケ等の高茎草本は、苗木を被圧。
苗種	トドマツコンテナ苗（1号、2号）、トドマツ裸苗
獣害	目立つシカ食害はない。
今後の保育予定	平成28年は未実施。平成29年から、下刈りを開始予定。 （大滝地区では、通常、植付け後7年間下刈りを実施） 試験地のため、下刈り1回区と2回区に分けて実施予定

[植付け1年後のまとめ]

1. 苗木を被圧する植物が少なかったため、植付け1年目の下刈りは実施しなかった。
2. グラップルレーキで地拵えを実施したため、ササの地下茎が分断されている箇所にはササの回復はなく、苗木への影響は見られなかった。
3. グラップルレーキが作業できずに刈払機での作業となった伐根周辺などは、ササの回復が見られたが、群集としての回復は見られなかった。
4. ササ類の回復の影響が小さかった代わりに、草本の侵入が旺盛であった。特に、8月確認以降に成長が顕在化した種もあった。
5. 今後の保育作業の予定は、苗木の被圧状況を見ながら計画する。なお、大滝地域では通常植栽後7年目まで毎年下刈りを実施している。
6. 当対象地は、下刈り終了時期まで所轄署が経過観察をしていく予定である。各伐採帯は試験地に設定されており、年に1回刈りと2回刈りなど施業内容を変えて実施する予定である。

2.4 まとめ

一貫作業の実践地である石狩署管内の千歳国有林（千歳市）と、参考地としての大滝国有林（伊達市大滝区）の作業内容等を比較・検討し、今後の展望などを記述する。

項目	千歳国有林（千歳市）	大滝国有林（伊達市大滝区）
地形	平坦地	中傾斜地（11～15°）
林床植生	シダ類	チシマザサ密生、草本
		
下層木	少ない	少ない
放置期間	なし	なし（1～4 週程度）
地拵え	重機	重機（グラップルレーキ）
植付け	平成 27 年 10 月 1 日	平成 27 年 10 月 13～19 日
苗種	カマツコンテナ苗（300cc）	トマツコンテナ苗（300cc）、トマツ裸苗
成長程度	良好（枯死 2.9%、衰弱 4.6%）、 （シカ害 9.8%、傾斜苗 9.7%）	良好
次回下刈り	平成 29 年度	平成 29 年度
下刈り予定	平成 29～33 年度まで毎年 1 回実施	平成 35 年度まで毎年 1 回または 2 回実施

千歳国有林と大滝国有林では、地形や林床植生などの林地環境が異なり、シカの生息密度にも差がある。

林床植生は、千歳国有林ではササ類の生育がない代わりにシダ類が優占しており、苗への被覆等の影響は少ないと考えられる。特に、カマツコンテナ苗の成長が良好であり、周囲の下層植生はあまり密生せずに成長した際の高さも 50cm 程度のシダ植物が主であり、毎年下刈りを実施する必要性は低いと考えられる。シカ生息地であるため、生育して目立つ苗木が中心に食害を受けることのないよう、他植生による被圧と食害を受けない植生密度を両立するような管理レベルが望ましいと考えられる。

一方、大滝国有林ではチシマザサの密生地であったが、地拵え時にグラップルレーキで根茎の除去や切断を行っていたため、ササの回復は伐根際など人力の刈払機で実施し根茎が残存した一部に限定されていた。しかし、施業地周辺域から徐々にササの地下茎が伸長し、施業地内にもササが回復してくることが想定されるため、苗木の高さがササ高を超えるまで概ね 7 年間は、毎年の下刈りが必要になると考えられる。

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

3 東北地方 追跡調査一仁田山国有林(山形県西川町)

3.1 事業地概要

項目	名称・データ等
事業箇所	山形県西村山郡西川町字月岡 仁田山国有林 山形署 68 ち林小班
対象面積	0.18 ha
標高	470～500 m
平均斜度	緩傾斜地 (0～15°)
斜面方位	北
主な土壌	褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生樹種	スギ 63 年生
地表植生	落葉低木類 (ササなし)
獣害	ノウサギ

3.1.1 現地位置図

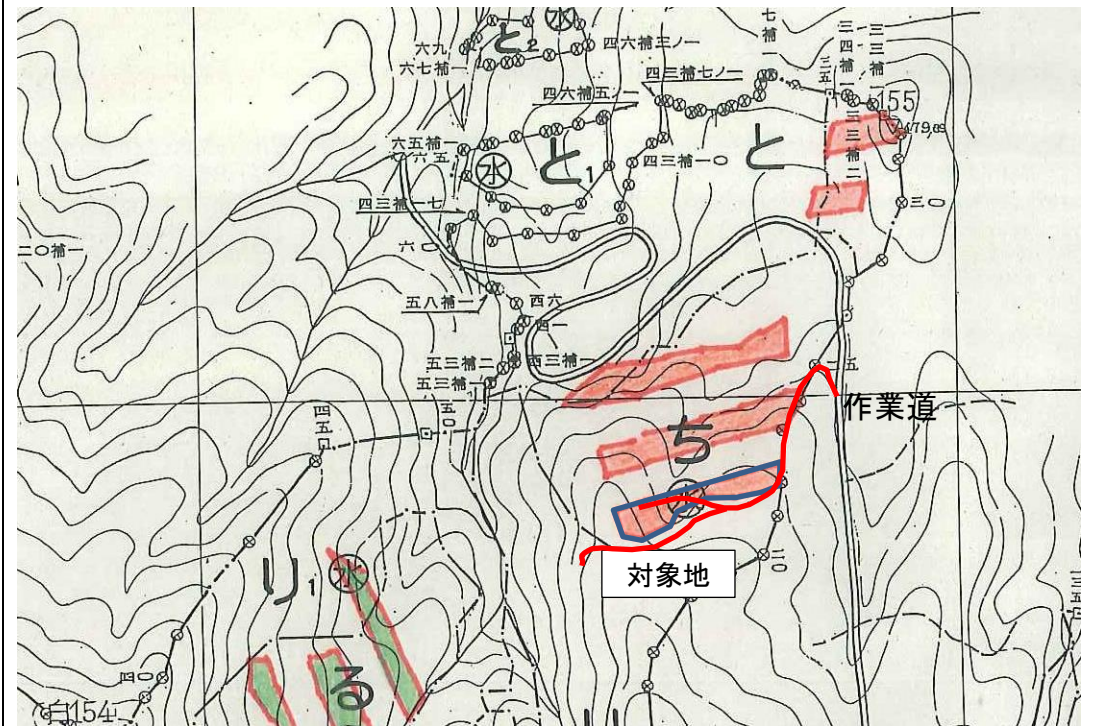
【現地地図】 (Google Map) ©2017 Google, ZENRIN



【衛星写真】（平成 27 年 10 月 21 日撮影、Google Earth）©2016 ZENRIN



【1/5000 基本図】



3.1.2 立地環境

山形県中央部の村山地方の西部に位置する西川町は、月山と朝日山地に挟まれ東流する最上川水系寒河江川流域に発達した町である。寒河江川沿いには、庄内地方と村山地方を結ぶ山形自動車道と国道 112 号が通じている。現地から県内各地へは、国道 112 号を利用して東西へ移動してから、目的の最短ルートとなる主要道が活用できる。村山市や鶴岡市にあるバイオマス発電施設へは概ね 40～50km の位置で、最上地方の製材所へは 80～100km 程度のアクセス距離となっている。また、県外へは山形自動車道を利用し各地を輸送することになる。

低コスト造林技術に対しては、山形県内では山形県森林研究研修センターを中心に取組んでおり、鶴岡市五十川（旧温海町）などで、研修や実習などの先進的な取り組みを行ってきている。

【現地の地形】

対象林小班へは、付近まで既設のふるさと農道から作業道を利用して到達できる。林地は概ね 15° 未満の緩斜地が広がっている。斜面方位は北で、標高は 490m 前後である。地質は一般的な褐色森林土である。

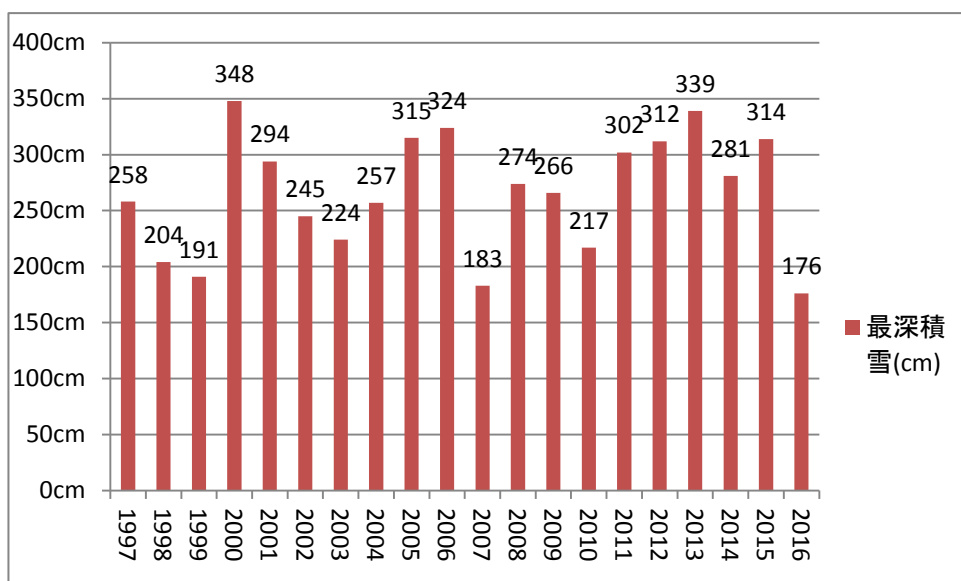
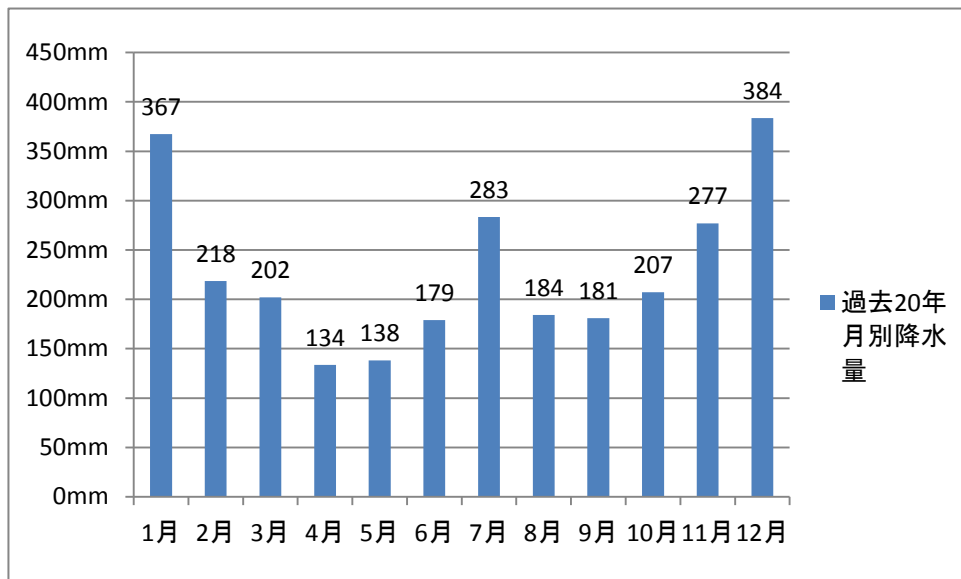
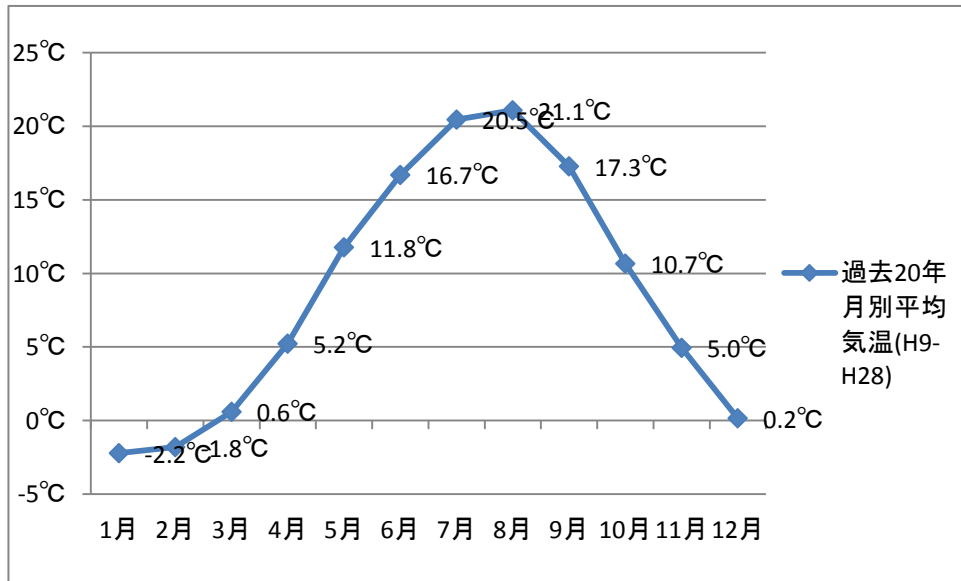
【現地の気象】

対象地に最も近いアメダス観測地点は、山形県西川町内にある『大井沢』（標高 440m）である。大井沢における平成 9 年から 28 年までの年平均気温は 8.7℃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 月の平均気温は共に氷点下で、寒さが厳しい。対象地の標高は、アメダス設置地点より約 50m 高いが、気温の低減率（-0.6℃/100m）は考慮しなくて良い程度と考えられる。

年平均降水量は 2,754mm で、冬季の積雪期（12 月～1 月）に圧倒的に多い、いわゆる豪雪地帯であり、平成 17 年 12 月は 596mm の降雪を観測した。7 月の梅雨時辺りにも降水量が多い。

大井沢における冬季の積雪は多く、例年 11 月から 4 月に降雪が記録され、年平均の最大積雪深は 266cm となっている。多い年は 300cm を超えるが、少ない年は平成 28 年のように 200cm に達しないこともある。

以上から、植付けは土壌が凍結せず、積雪のない時期、具体的に 5 月中旬以降から 10 月下旬くらいまでに実施するのが妥当と考えられる。



3.1.3 作業履歴

		月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
H27年度	日								6-8日					
	実施項目								え 伐 ・ 出 植 ・ 付 地 け 拵					
		月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
H28年度	日								24- 26日					
	実施項目								調 査					

【前生樹種及び林床植生】

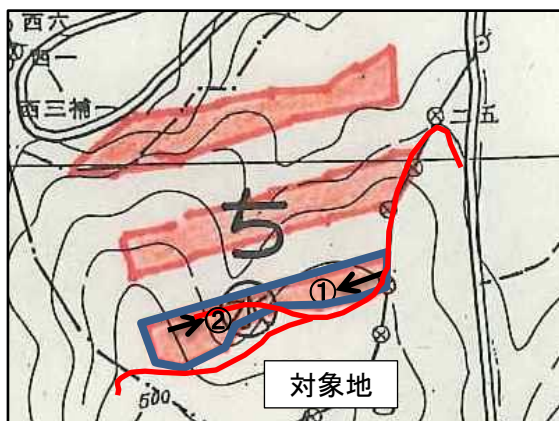
前生はスギ 63 年生が生育していた。林床植生は、主にムラサキシキブなどの落葉低木類が生育し、草本や稚幼樹が混生していた。

① 伐採前の林地の状況（H27 年度報告書より）



3.2 現地の状況

3.2.1 現地写真

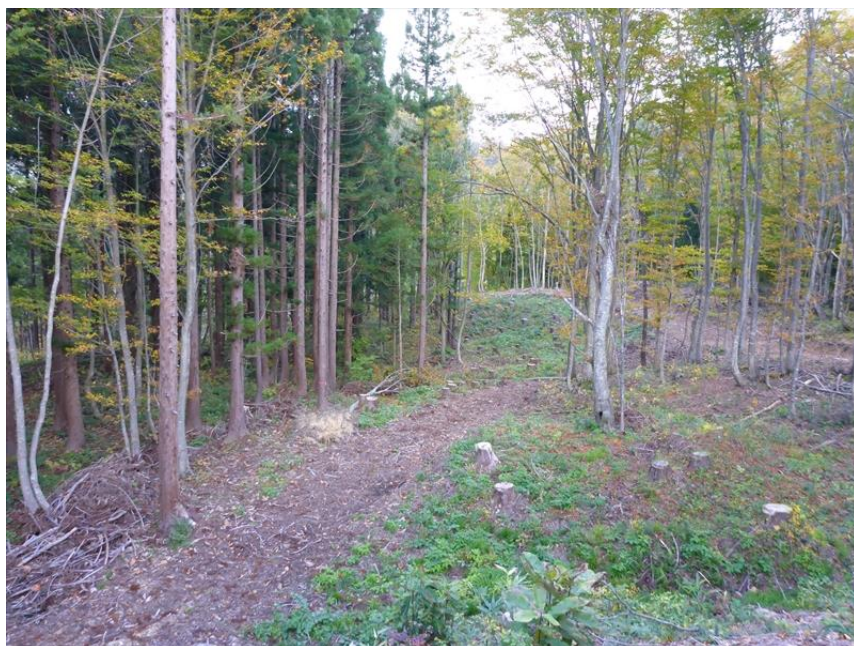


(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

①作業道から対象地西側全体の状況



②林地から対象地東側全体の状況



3.2.2 苗木の状況

表 3.1 植付け時の諸元（仁田山国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 27 年 10 月 8 日
苗種	スギコンテナ苗（実生、300cc）
苗の規格（植付け時）	苗長 35cm 以上、根元径 4mm 以上
植付け面積	0.18 (ha)
植付け本数・密度	450 (本)・2,500 (本/ha)
植栽器具	ディブル
植付け手法	方形植え



表 3.2 1年後の植栽木の状況（仁田山国有林）

項目	名称・データ等
平均サイズ	苗長 37.4 cm、根元径 0.6cm
枯死率（不明を含む）	9.2%（衰弱は 1.1%）
保育履歴	下刈り等は未実施
獣害の割合	ノウサギ：0.01%未満
その他	ニホンカモシカの目視

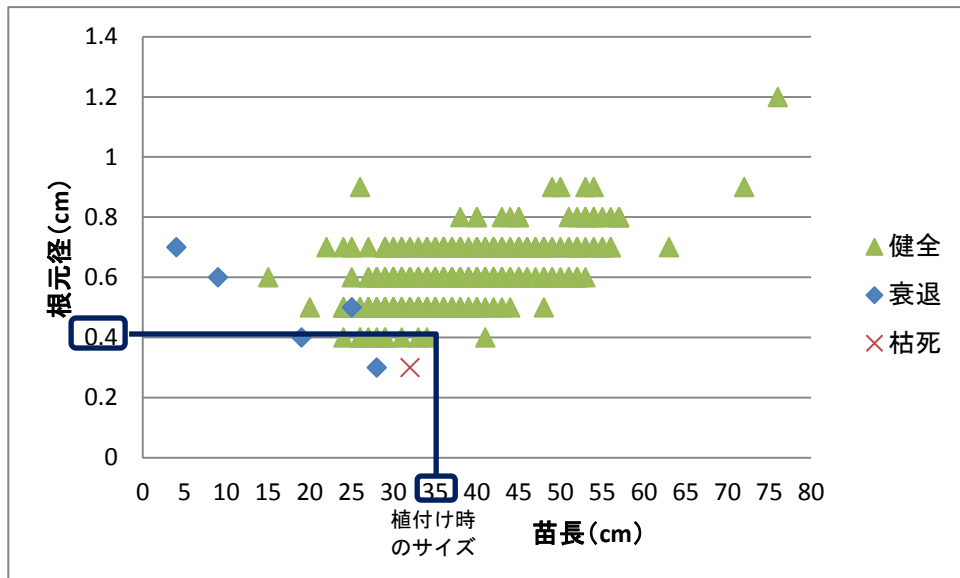


図 3.1 植付け1年後の苗木サイズと樹勢（仁田山国有林）

[植付け1年後のまとめ]

- 62%の苗において、植付け時より苗長が順調に生育していたが、残りの苗木は樹勢が衰えていた。
- 樹勢がやや衰えた苗も含めると、1年後の生残率は90.8%であった。
- 林床植生が苗木を被圧する状況はほとんど見られなかったため、植付け1年目の下刈りは実施しなかったが、一部では被圧されている苗木も見られた（写真④）。なお、木寄せ時にグラップルによる枝条等の林外存置と刈払機による人力地拵えを地拵え作業として実施しており、機械地拵えは1年目の下刈り省略へ少なからず貢献したものと考えられる。
- ノウサギの糞が林地にあり、実際に食害を受けた苗木が僅かに見られたが、植付けられた苗木全体に影響するレベルではなかった（写真⑥）。
- 今後、上長成長や被害状況を中心に、成長の推移を観察していくことが必要と考えられる。
- 来年度は下刈りの実施を予定しているが、その後も下層植生の繁茂状況と苗木の成長状況を考慮しながら、下刈りを継続していく。

3.3 対照地の状況(山形県山形市 虚空蔵国有林)

昨年度事業で対照地として選定されたのは、山形森林管理署管内で山辺町に位置する虚空蔵国有林 267 二林小班である。

3.3.1 事業地概要

山形県西川町の仁田山国有林に近接した箇所で、従来型の発注形態で皆伐・搬出・植付けが行われた適地はなかったため、昨年度は伐出箇所と地拵え・植付け箇所を分割して選定した。そのうち地拵え・植付け箇所は山形森林管理署内の**虚空蔵国有林**（東村山郡山辺町畑谷地内）であった。虚空蔵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
事業箇所	山形県東村山郡山辺町畑谷 虚空蔵国有林 山形署 267 二林小班
対象面積	1.67 ha
標高	660～670 m
平均斜度	中傾斜 11～15°
斜面方位	西～南
主な土壌	褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生林相	牧草地
地表植生	イネ科・カヤツリグサ科草本が密生

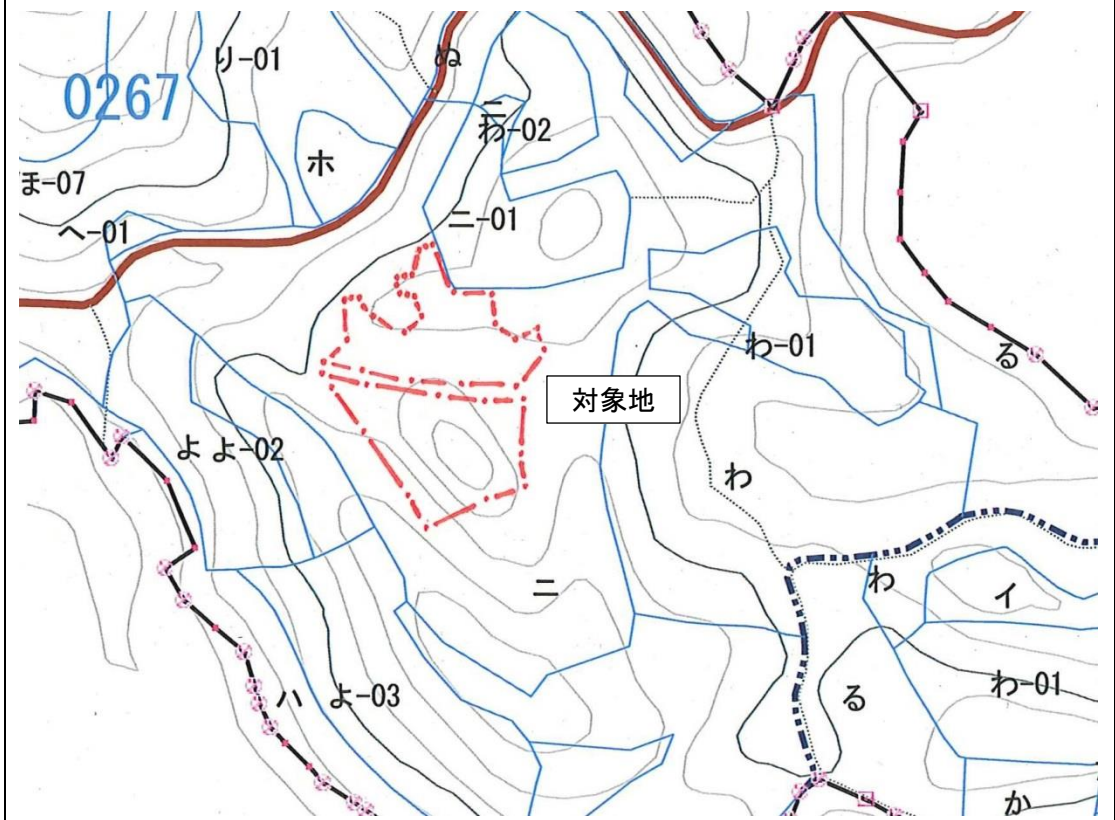
A) 現地位置図



【衛星写真】（平成 27 年 11 月 4 日撮影、Google Earth）©2016 ZENRIN、©2016Google



【1/5000 基本図】



B) 立地環境

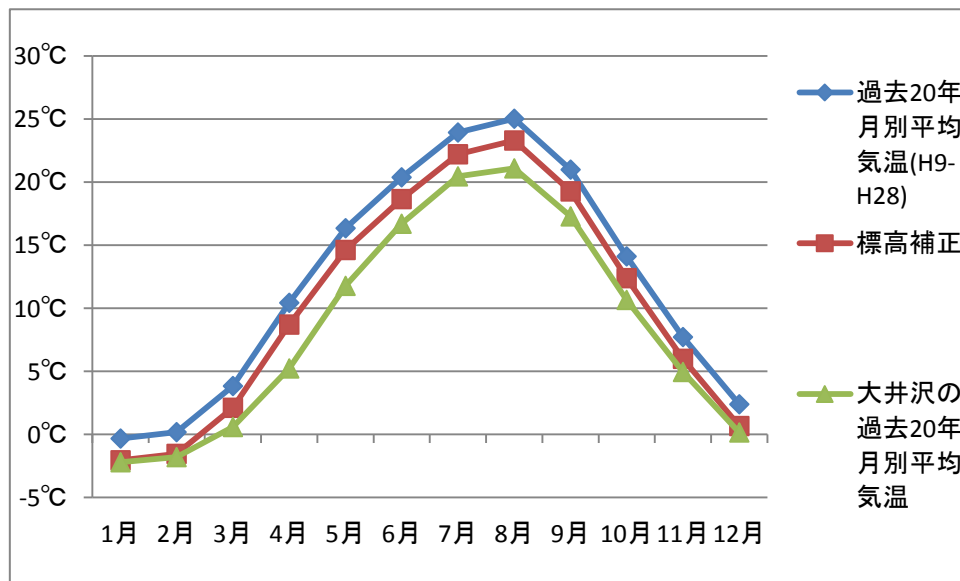
東村山郡山辺町畑谷地内に位置する虚空蔵国有林は、山辺町中心部から南西方面に向かって直線距離で約 8.7km に位置している。

虚空蔵国有林は、山辺町の南端付近に位置し、山形市、上山市、南陽市、白鷹町と市町村界が隣接している。周辺部には、大沼、荒沼、曲沼、苔沼などの湿地が点在し、周辺域は山形県民の森として各施設が整備されている。虚空蔵国有林は、白鷹山などの周辺の峰々間に位置し、それらからの緩やかな斜面上に立地し、仁田山国有林と比較しても、地形がなだらかな点や標高が 500m 前後に位置しているなど、類似点がある。

【虚空蔵国有林付近の気象】

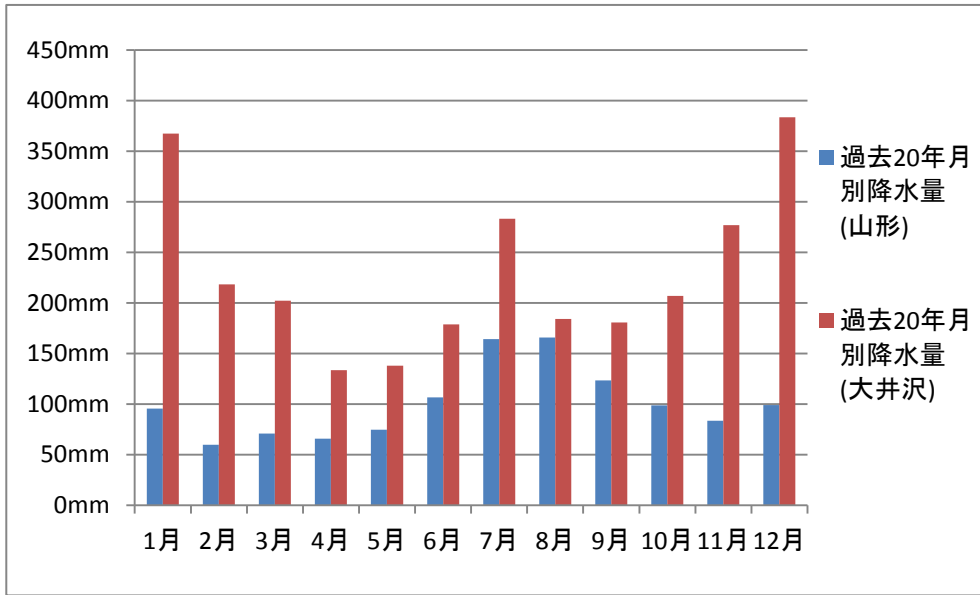
虚空蔵国有林に最も近いアメダス観測地点は、山形県山形市内にある『山形』（標高 153m）である。山形における平成 9 年から 28 年までの年平均気温の推移は、次のグラフのとおりである。

仁田山国有林に近い大井沢の標高が 440m なので、山形との標高差 287m から気温の低減率（ $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）で補正したグラフは、山形より約 1.7°C 低いものとなった。夏季は約 2°C の差が開いたものの、冬季を中心に大井沢と山形は概ね同様の図形を描き、両者は類似した気温環境であると考えられる。



一方の山形の年平均降水量は 1,208mm で、大井沢の 2,754mm の半分以下であった。一年を通して大井沢は山形の降水量を上回っていたが、特に冬期間の差が大きく、11 月から 2 月にかけて 3 倍以上の差となっていた。大井沢では、庄内地方と村山地方を隔てる月山や朝日連峰などの山塊の山麓に位置するため、日本海側からの雪雲の影響で降雪量が多いが、山形ではそこまでの豪雪とはならないと考えられた。

雪に閉ざされている期間は山形より大井沢の方が長いですが、気温パターンが類似しているので、降雪による影響を考慮すれば、比較する地点として適当と考えられる。



【前生樹種】

虚空蔵国有林の267ニ林小班の植付け前は牧草地であったため、樹木は植え付けられていなかった。

C) 作業履歴

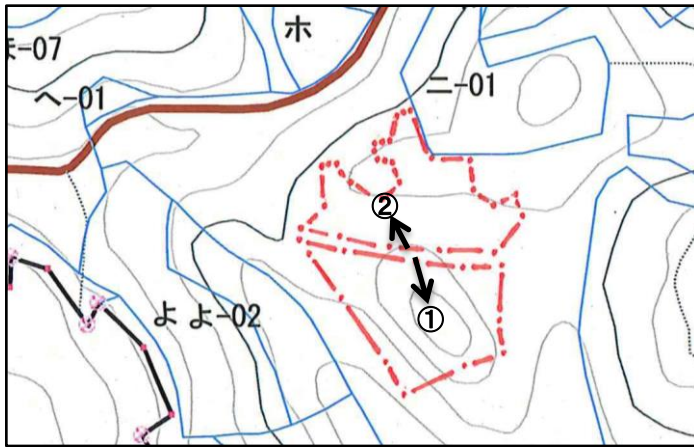
虚空蔵国有林では、平成27年9月30日から10月4日に地拵えを実施し、同年10月14～15日に植付けを行った。

	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
日							9.30-10.4	14-15日					
H27年度	実施項目						地拵え	植付け					
H28年度	実施項目						目視						

3.3.2 現地の状況(東村山郡山辺町 虚空蔵国有林)

A) 現況写真

平成 28 年度の現地写真がないため、平成 27 年度の植付け直後の写真を掲載する。



(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近況
(H27.10月15日)



②近況
(H27.10月15日)



B) 地拵え状況

表 3.3 地拵え時の諸元（虚空蔵国有林）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 27 年 9 月 30 日～10 月 4 日
放置期間	—
地拵え前の林床植生の状況	木本類の侵入はほとんどなく、イネ科やカヤツリグサ科の草本が生育。
地拵え方法	全刈
地拵え作業	人力（刈払機）
地拵え生産性	0.05 ha/人日



C) 植付けの状況

表 3.4 植付け時の諸元（虚空蔵国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 27 年 10 月 14～15 日
苗種	スギ裸苗（4号）
苗の規格（植付け時）	苗長 35cm 以上、根元径 8mm 以上
植付け面積	1.67（ha）
植付け本数・植栽密度	スギ裸苗：4,200（本）・植栽密度：2,500（本/ha）
植栽器具	唐鋤
植付け手法	方形植え
植付けの生産性	150 本/人日





表 3.5 地拵え後から作業内容の整理と今後の作業予定

項目	名称・データ等
地拵え前の林床植生の状況	草本が旺盛に繁茂
地拵え方法	人力（刈払機）
苗種	スギ裸苗（4号）（苗長 35cm 以上）
獣害	目立つ被害はない
今後の保育予定	植付け翌年の平成 28 年は、下刈りは実施しない。 平成 29 年から 33 年までの 5 年間は、下刈りを実施予定。

3.4 まとめ

一貫作業の実践地である山形県管内の仁田山国有林（西川町）と虚空蔵国有林（山辺町）の作業内容等を比較・検討し、今後の展望などを記述する。

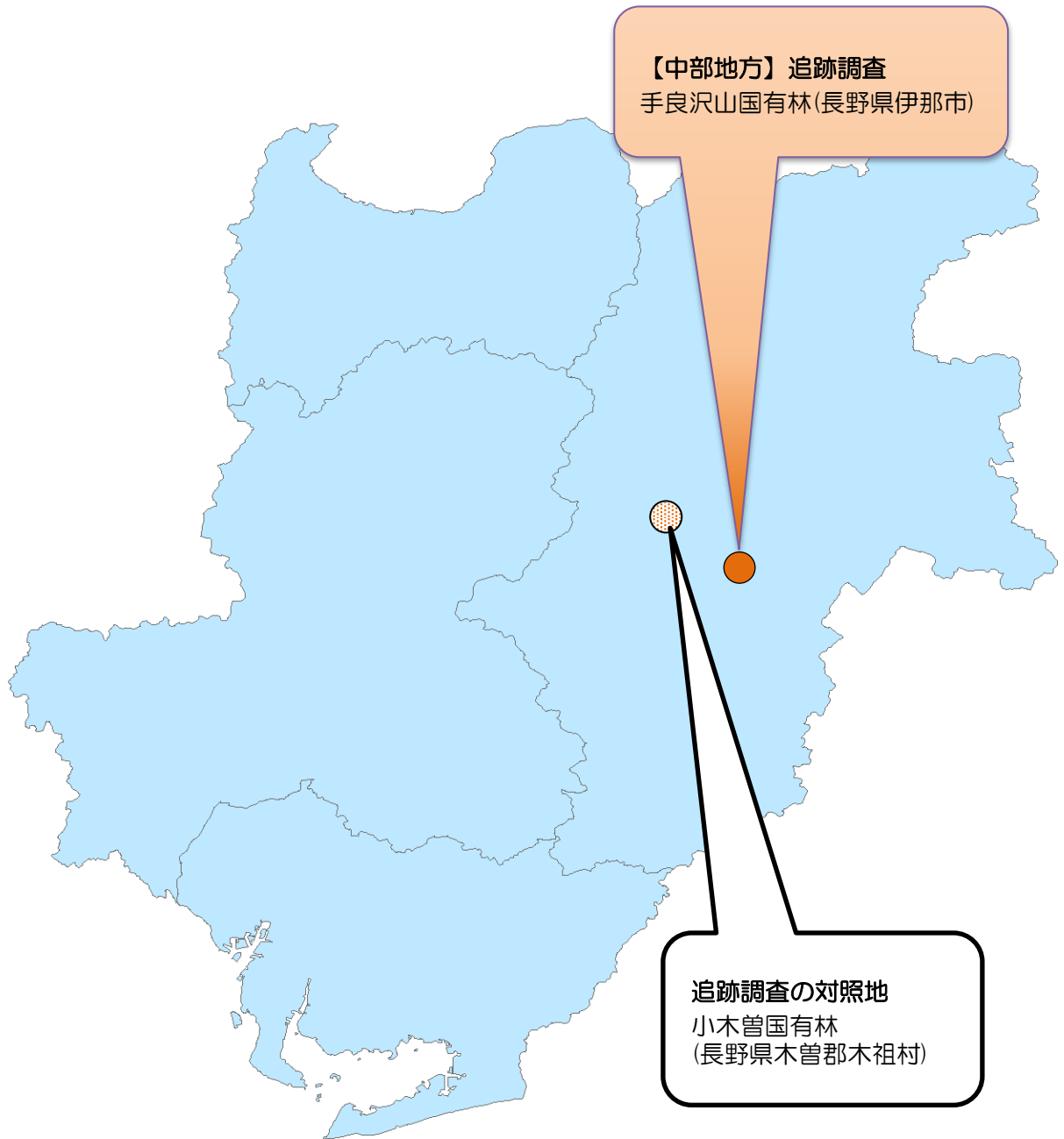
項目	仁田山国有林（西川町）	虚空蔵国有林（山辺町）
地形	平坦地	中傾斜地（11～15°）
林床植生	落葉低木類	イネ科等の草本
		
下層木	少ない	ない
放置期間	なし	—
地拵え	重機＋刈払機	刈払機
植付け	平成 27 年 10 月 8 日	平成 27 年 10 月 14～15 日
苗種	スギコンテナ苗	スギ裸苗
成長程度	上長成長がやや遅い	良好
次回下刈り	平成 29 年度	平成 29 年度
下刈り予定	平成 33 年度まで毎年 1 回実施	平成 33 年度まで毎年 1 回実施

仁田山国有林と虚空蔵国有林における、最大の違いは従前の土地利用に起因する林床植生である。仁田山国有林では落葉低木類が優占していたのに対し、虚空蔵国有林では牧草地としての利用からイネ科やカヤツリグサ科等の草本が繁茂していた。落葉低木類は密生することが少ないが、ススキなどのイネ科草本は地下茎により栄養繁殖し密生することがあり、特に虚空蔵国有林では以前の土地利用に関連して密生している箇所が見られた。

地拵え手法は、仁田山国有林がグラップルと刈払機で、末木枝条整理や植生の刈り払いなど、共に地表の整理が目的であった。また、虚空蔵国有林でも刈払機による地表整理が目的であった。両者とも地表の掻き起こしが行われていないため、虚空蔵国有林のイネ科草本類の地下茎は残存しており、地表整理だけでは毎年のようにススキなどの高茎草本が回復・成長し、苗木の成長を阻害することになると想定される。

一方、仁田山国有林の苗木の上長成長がやや遅く、林床植生との競合に打ち勝てる高さまで成長するのを、注意深く見守る必要がある。上長成長が遅い原因は、苗木そのものの、植付け時期、多雪環境等、いくつか想定されるが、いずれも明確ではない。

中部地方



凡例

記号	内容
●	追跡調査地
●	追跡調査対照地

※中部地方には、長野県、富山県、岐阜県、愛知県が含まれます

4 中部地方 追跡調査—手良沢山国有林(長野県伊那市)

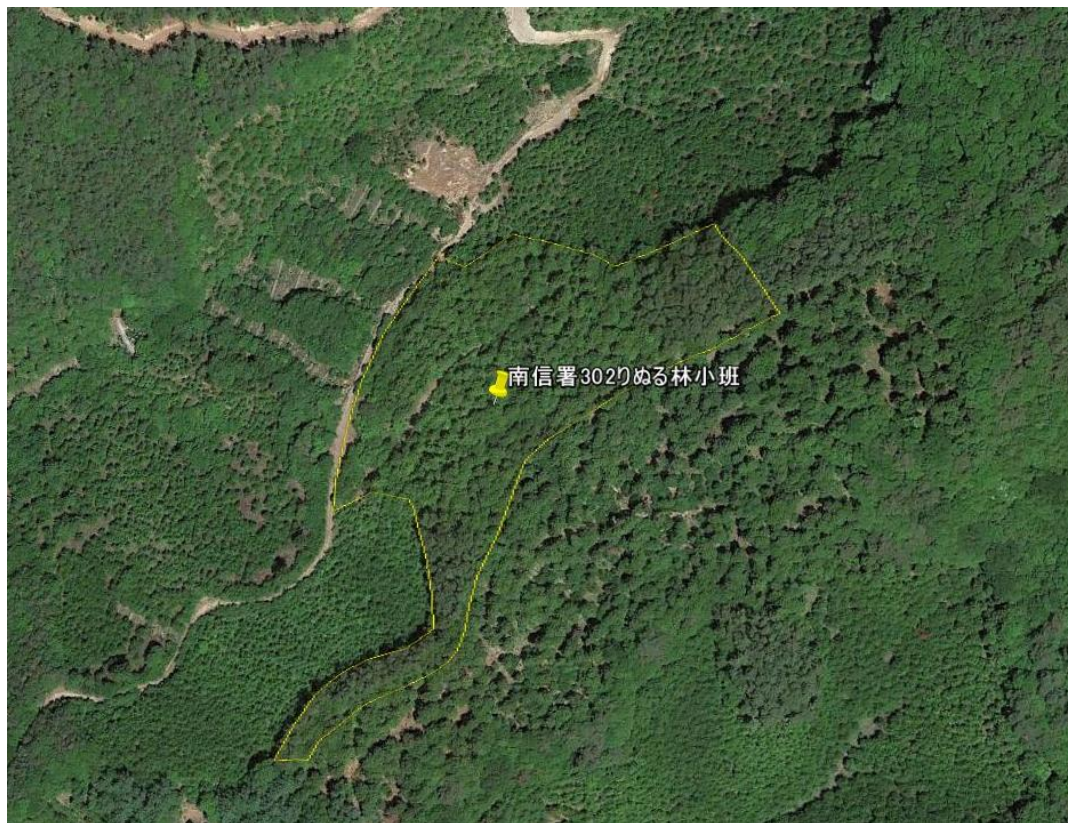
4.1 事業地概要

項目	名称・データ等
事業箇所	長野県伊那市手良野口地内 手良沢山国有林 南信署 302り、ぬ、る林小班
対象面積	2.03 ha
標高	1,260～1,340 m
平均斜度	急 (31° ～)
斜面方位	北西～西
主な土壌	褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生樹種	ヒノキ、アカマツ、広葉樹
地表植生	落葉低木類、ササ類
獣害	ニホンジカ

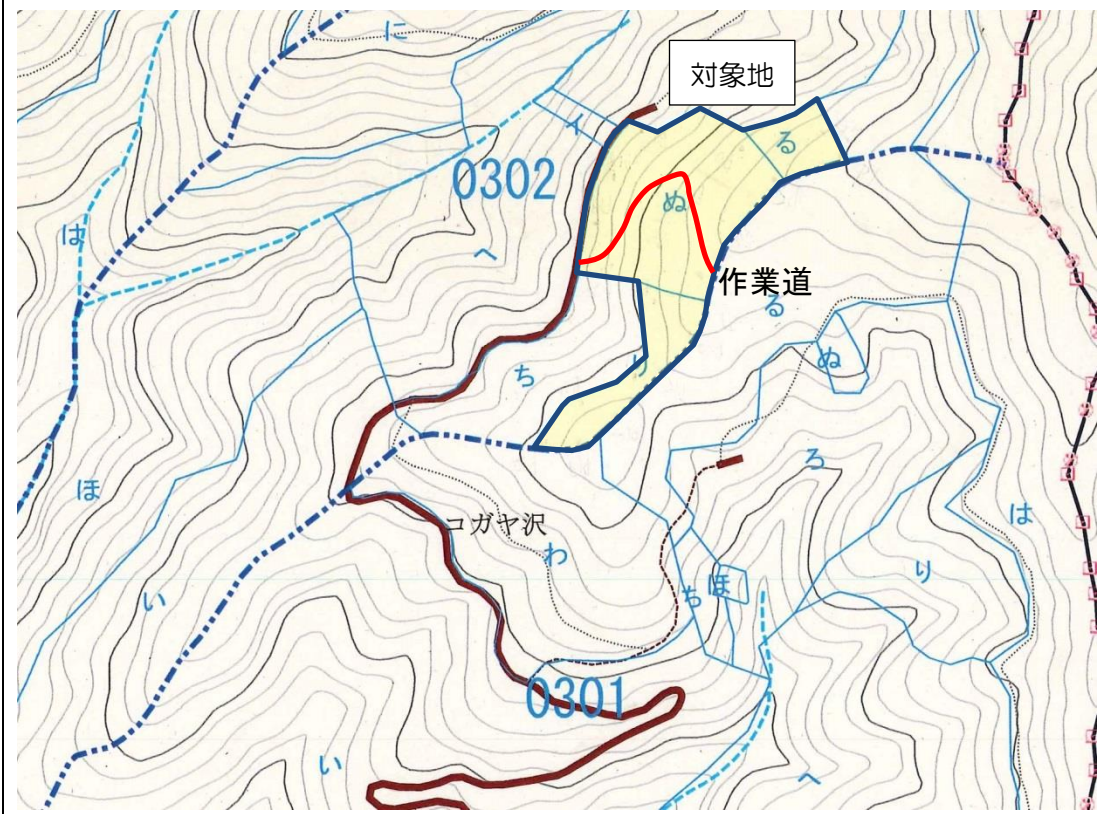
4.1.1 現地位置図



【衛星写真】（平成 26 年 6 月 15 日撮影、Google Earth）©2016 ZENRIN



【1/5000 基本図】



4.1.2 立地環境

長野県中南部東側に位置する伊那市は、山梨県境を有する市である。施業地付近から南西の伊那市手良野口地内へ下り、県道 207 号を経て伊那市を東西に横断する国道 361 号に出ると、南信地域を南北に通る国道 152 号、153 号、中央自動車道などへアクセス可能である。県内各地または県外へは、それら何れかの道路を利用するのが至近である。伊那木材センターには近く、また各国道・高速自動車道を利用して、東海地方にも運搬されている。また、隣接する塩尻市には、信州しおじり木質バイオマス推進協議会が進める「F・POWER プロジェクト」があり、平成 29 年度中に県内最大規模の木材加工施設（年間原木 10 万 m^3 ）や、県内間伐材や工場端材を燃料とする木質バイオマス発電施設が稼働する予定となっており、それらの供給地としても立地条件が良好である。

低コスト造林技術については、長野県林業総合センターが南信地域の根羽村などで、コンテナ苗植栽や一貫作業に関する試行を行っているところである。

【現地の地形】

伊那市は南アルプス（赤石山脈）と中央アルプス（木曾山脈）に跨るように分布しており、両山脈の間には天竜川や三峰川が流下している。施業地を含む伊那市北部は、付近の鉢伏山（1,454m）から天竜川方向にかけての山腹斜面となっており、施業地は標高 1,300m 前後となっている。現地は概ね 31° 以上の急傾斜地が多い傾向である。局地的な斜面方位は北西から西向きである。地質は一般的な褐色森林土である。

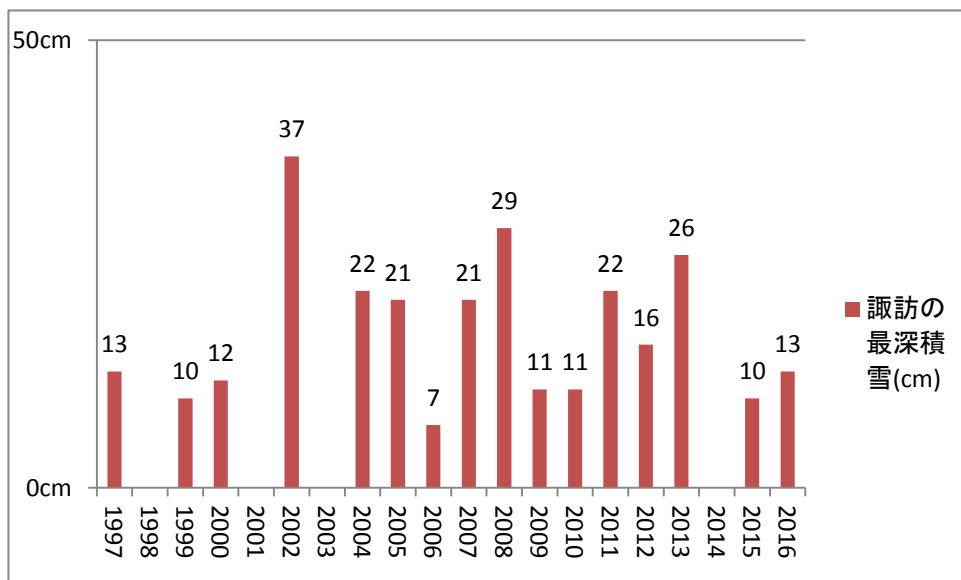
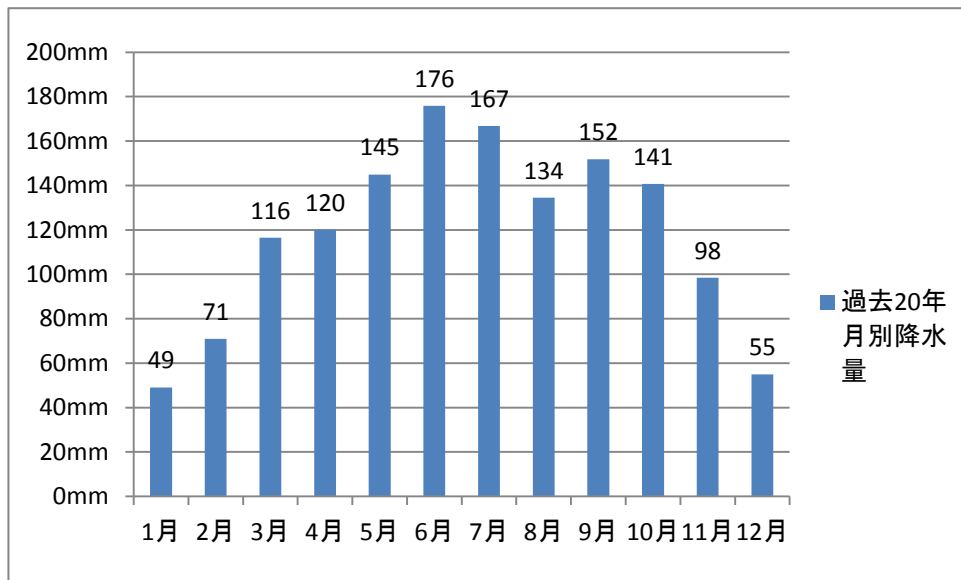
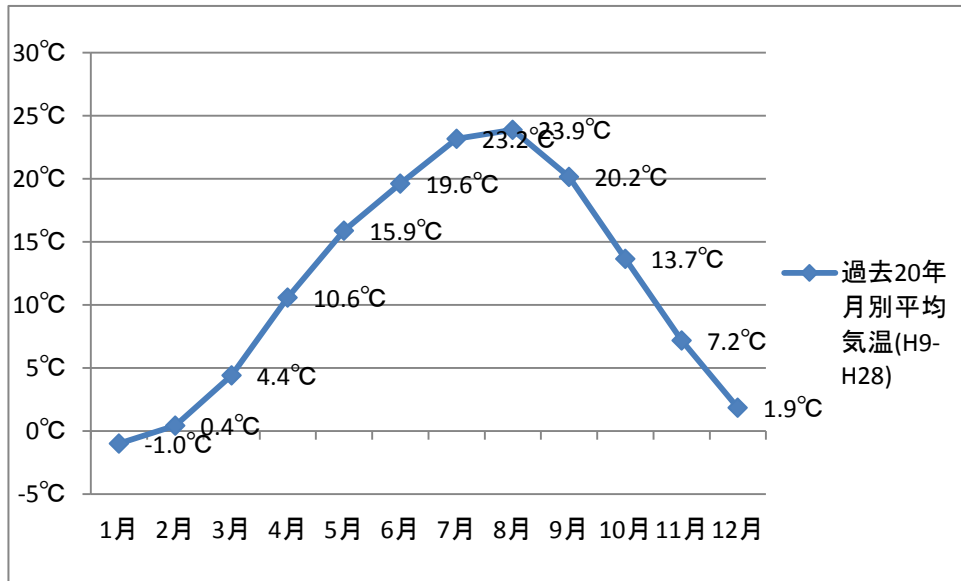
【現地の気象】

対象地に最も近いアメダス観測地点は、長野県伊那市内にある『伊那』（標高 633m）である。伊那における平成 9 年から 28 年までの年平均気温は 11.7°C で、典型的な内陸性気候を示し、比較的湿度が低く、気温の日較差や年較差が大きい。対象地の標高は、アメダス設置地点より約 600m 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 3.6°C 冷涼になるため、現地の年平均気温は約 8.1°C と考えられる。伊那は、冬型の気圧配置や日本海の低気圧で強い風の吹く所であるため、風の影響を考慮した気温は、さらに低く感じられると考えられる。

年平均降水量は 1,424mm で、6 月から 7 月の月降水量は 170mm 前後と多く、梅雨時にしっかりと降雨がある傾向がある。

なお、伊那における積雪深は観測対象外のため、最も近い諏訪（直線距離で約 28km）のデータを参照すると、20 年間の最大積雪深の最高は 2,001 年の 69cm で、それ以外の年では概ね 20cm 弱の積雪深となっていた。また、降雪は例年 12～3 月で観測されている。

以上から、植付けは降雪期間の 12～3 月を避け、冬期間の季節風の影響を考慮し、12～3 月は不適期として、それ以降の月に実施するのが妥当と考えられる。



4.1.3 作業履歴

	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
	日						24日	5-7日	19-20日	18、26日	6-16日		
H27年度	実施項目						伐出	伐出	地拵え	植付け			
	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
	日								1-4日				
H28年度	実施項目								調査				

【前生樹種及び林床植生】

前生はヒノキ 91 年生の他、アカマツや広葉樹も生育していた。林床植生は、主にオカメノキなどの落葉低木類が生育し、ササが優占している箇所も見られた。

①伐採前の林地

落葉低木類が優占している
(H27 年度報告書より)



②伐採前の林地

林床にササが広域に見られる
(H27 年度報告書より)



4.2 現地の状況

4.2.1 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最上部から斜面下の状況。斜度が急である。



②等高線に沿って筋状に地拵えされている。



4.2.2 苗木の状況

表 4.1 植付け時の諸元（手良沢山国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 27 年 12 月 18、26 日、平成 28 年 1 月 6～16 日
苗種	ヒノキコンテナ苗（実生、300cc）、ヒノキ裸苗
苗の規格（植付け時）	コンテナ苗：苗長 30cm 以上、根元径 5mm 以上 裸苗：苗長 35cm 以上、根元径 6mm 以上
植付け面積	2.01 (ha)
植付け本数・密度	コンテナ苗：3,922 (本)・1,951 (本/ha) 裸苗：500 (本)・249 (本/ha) 計 2,200 (本/ha)
植栽器具	改良型唐鋤
植付け手法	筋刈箇所へ 2 条植え
植付けの生産性	130 本/ha



表 4.2 1年後の植栽木の状況（手良沢山国有林）

項目	名称・データ等
平均サイズ	苗長 53.8 cm、根元径 0.6cm
枯死率	27.9%（衰弱は 26.3%）
保育履歴	下刈り等は未実施
獣害の割合	ノウサギ：0.01%
その他	周囲にシカ防除柵が設置済

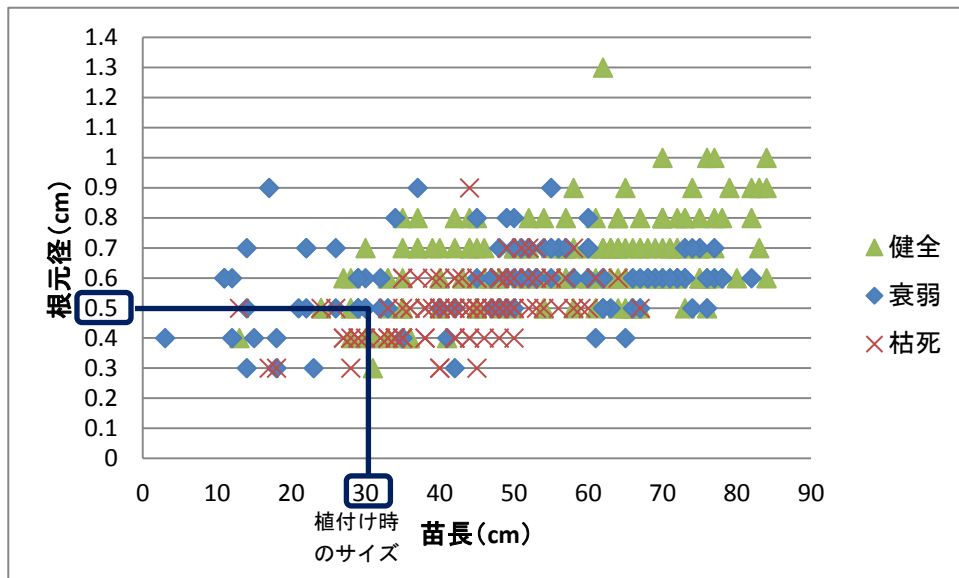


図 4.1 植付け1年後の苗木サイズと樹勢（手良沢山国有林）

[植付け1年後のまとめ]

- 28%の苗が枯死、26%の苗が先枯れ、枯れ上がり、葉量の減少等で衰弱しており、健全と見られた苗は半数弱であった。
- 樹勢がやや衰えた苗も含めると、1年後の生残率は72.1%であった。平成29年度に補植の予定である。
- 生残している苗は、平均苗長が53.8cm、根元径が0.63cmと成長していた(写真②)。
- 枯死または衰弱した苗は、浮き上がったりぐらついたりしているのが多く確認され、植付け時期が12～1月の積雪状況下や、北西からの季節風が影響して、根鉢と周囲の土壌が密着せずに枯死したと推察される(写真③～⑤)。
- シカ防除柵によりシカの影響はなかったが、ノウサギによる食害が若干見られた。植付けられた苗木全体に影響するレベルではなかった(写真⑥)。
- 林床植生が苗木を被圧する状況はほとんど見られなかった上、中部森林管理局管内の寡雪地におけるヒノキ下刈り適期である7月までは、植付けてから最長で半年程度の期間しか経過していなかったため、植付け1年目の下刈りは実施しなかった。なお、地拵え作業は人力による筋寄せを実施しており、1年目の下刈り省略へ少なからず貢献したものと考えられる。
- 来年度は下刈りの実施と補植を予定している。今後も下層植生の繁茂状況と苗木の成長状況を考慮しながら、植付け後7年目まで下刈りを継続していく予定である。

4.3 対照地の状況(長野県木曾郡木祖村 ^{おぎそ} 小木曾国有林)

昨年度事業で対照地として選定されたのは、木曾森林管理署管内で木祖村に位置する小木曾国有林 1194 へ林小班である。以降に詳述する。

4.3.1 事業地概要

長野県伊那市の手良沢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・植付けが行われたのは、長野県木曾森林管理署内の **小木曾国有林**（長野県木曾郡木祖村）であった。小木曾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
事業箇所	長野県木曾郡木祖村 小木曾国有林 木曾署 1194 へ林小班
対象面積	4.96 ha
標高	1,320 ～ 1,500 m
平均斜度	31° ～
斜面方位	南～南西
主な土壌	褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生林相	94 年生ヒノキ
地表植生	ササ類と草本が密生

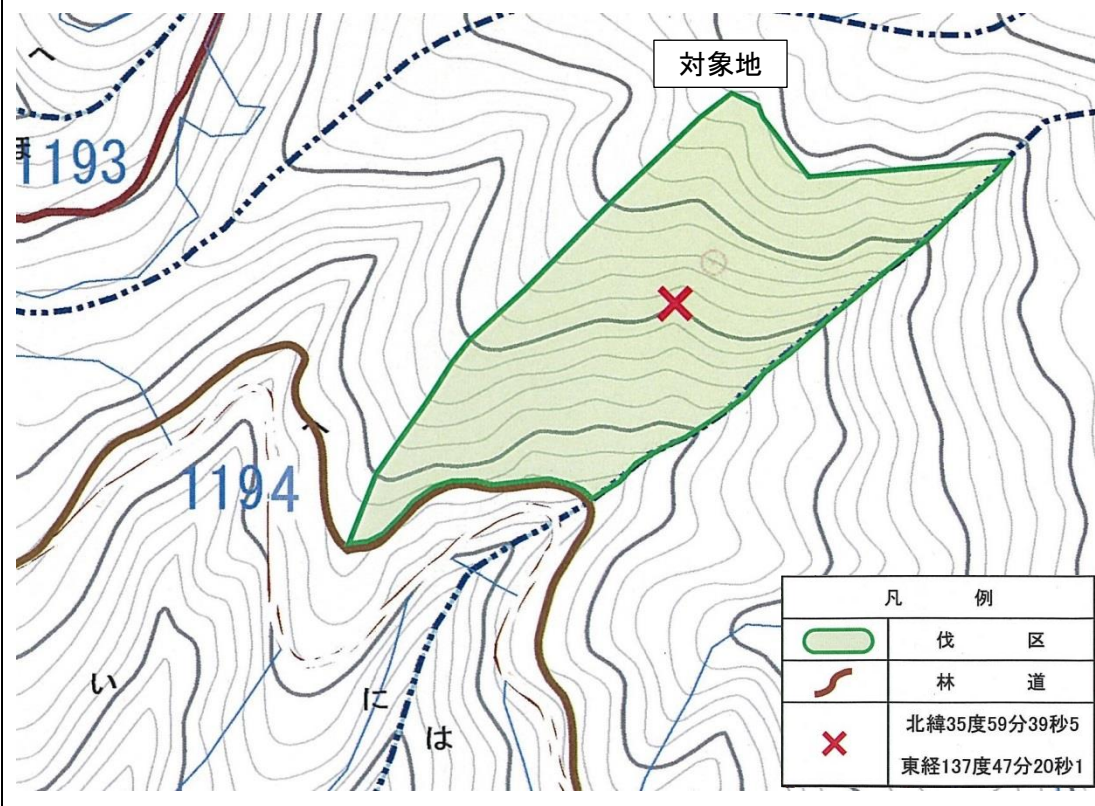
A) 現在位置図



【衛星写真】（平成 26 年 6 月 15 日撮影、Google Earth）©2016 ZENRIN



【1/5000 基本図】



B) 立地環境

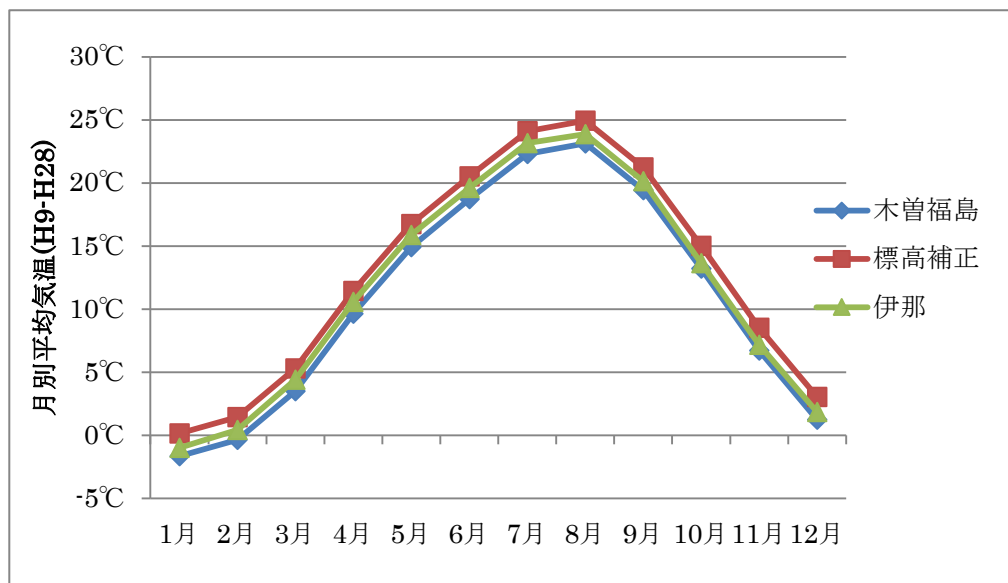
長野県西部の小木曽国有林は、伊那市を東西に通過する国道 361 号を西に向かい権兵衛峠で中央アルプスを越え、木祖村内の中心部に位置する味噌川ダムの貯水池である奥木曽湖の左岸に位置している。

小木曽国有林の現地は、奥木曽湖左岸の 1,614m 峰の西斜面に広がっており、標高は手良沢山国有林より 100m 前後高い。手良沢山国有林とは、山腹斜面上の急傾斜地にある点や、奥木曽湖上を通過し西からの季節風を受ける地形など、類似点がある。

【小木曽国有林付近の気象】

小木曽国有林に最も近いアメダス観測地点は、長野県木曾郡木曾町内にある『木曾福島』（標高 750m）である。木曾福島における平成 9 年から 28 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。

手良沢山国有林に近い伊那の標高が 633m なので、木曾福島との標高差 117m から気温の低減率(0.6°C/100m)で補正したグラフは、木曾福島より約 1.8°C 高いものとなった。10 月と 11 月に約 1.4°C の差が開いたものの、春から夏にかけて伊那と木曾福島は概ね同様の図形を描き、両者は類似した気温環境であると考えられる。

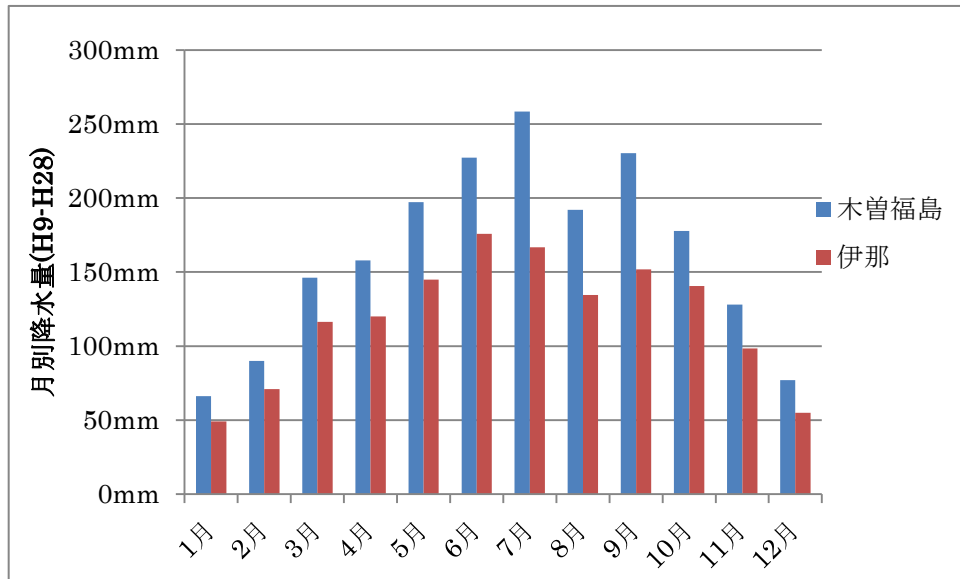


一方の木曾福島の年平均降水量は 1,948mm で、伊那の 1,424mm より 500mm 以上多く、一年を通して月別降水量は伊那を上回っていた。特に梅雨時期の差が大きく、7 月は 90mm 以上の差となっていた。

木曾福島の年間降水量は伊那より多いが、気温パターンが類似しているので、比較する地点として適当と考えられる。

【前生樹種】

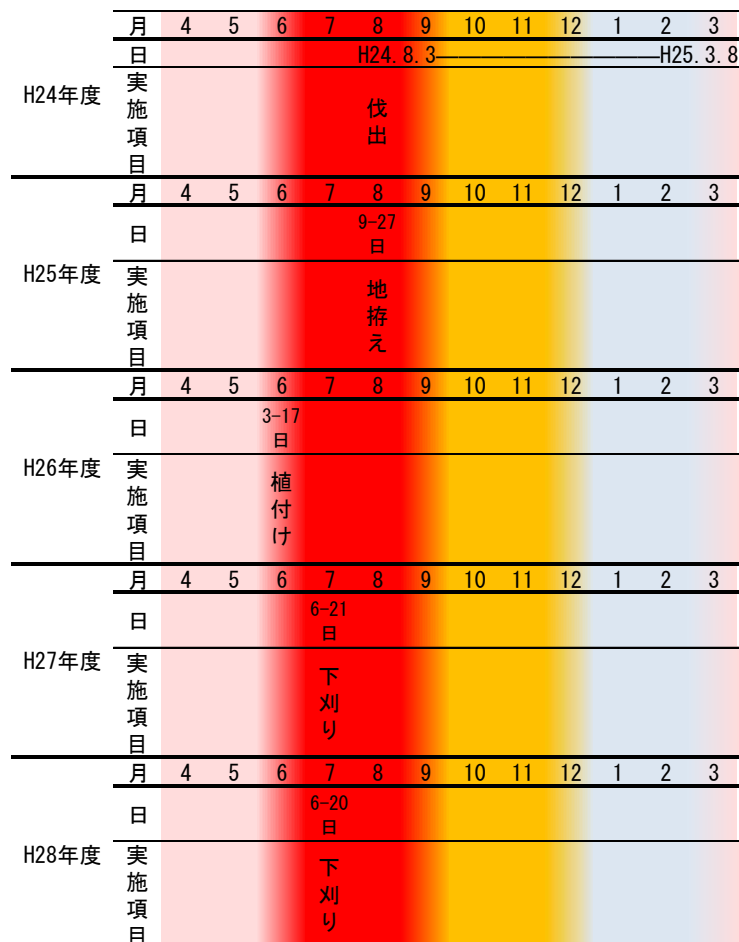
小木曽国有林の伐採前に植えられていた樹種はヒノキであり、手良沢山国有林の対象伐区と同様な状況であった。



C) 作業履歴

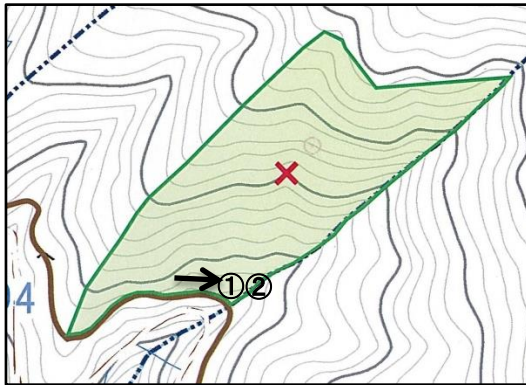
小木曾国有林では、平成24年8月3日から平成25年3月8日にかけて伐出作業を行った後、平成25年8月9～27日に地拵えを実施し、翌平成26年6月3～17日に植付けを行った。伐出後に放置された期間は、最短で約5ヶ月から最長で約1年であった。

植付けの翌年の平成27年から、毎年下刈りを実施している。



4.3.2 現地の状況(長野県木曾郡木祖村 小木曾国有林)

A) 現況写真



(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。)

<p>①現況 (H28.7月20日)</p>	<p>A photograph showing a steep, green hillside. In the foreground, there is a survey marker consisting of a white sign on a red and white striped pole. A red and white striped barrier is also visible. The background shows dense green vegetation.</p>
<p>②現況 (H28.7月20日)</p>	<p>A photograph showing a similar view to photograph 1, but with more dry leaves and debris on the ground. The survey marker and barrier are still present. The background shows dense green vegetation.</p>

B) 地拵え状況

表 4.3 地拵え時の諸元（小木曾国有林）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 25 年 8 月 9 日～27 日
放置期間	最短約 6 ヶ月～最長約 1 年 1 ヶ月
地拵え前の林床植生の状況	草本が繁茂。部分的にササ類が密生
地拵え方法	筋刈
地拵え作業	人力（草刈り鎌、刈払機、チェーンソー）
地拵え生産性	0.06 ha/人日



①地拵え前の状況



②地拵え後の状況(写真①と同一箇所)



③人力の丸太寄せ



④草刈り鎌による地拵え



⑤地拵え前の全景



⑥地拵え後の全景

C) 植付けの状況

表 4.4 植付け時の諸元（小木曾国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 26 年 6 月 3～17 日
苗種	ヒノキ裸苗、ヒノキコンテナ苗、ミズナラ
植付け面積	4.96 (ha)
植付け本数・密度	ヒノキ裸苗：10,000 (本)・2,016 (本/ha) ヒノキコンテナ苗：2,000 (本)・403 (本/ha) ミズナラ：1,300 (本)・262 (本/ha) 計 13,300 本・[植栽密度]2,681 本/ha
植栽器具	唐鋤
植付け手法	筋刈箇所へ 2 条植え
植付けの生産性	238 本/人日



表 4.5 地拵え後から作業内容の整理と今後の作業予定

項目	名称・データ等
地拵え前の林床植生の状況	草本が繁茂（部分的にササ類が密生）。
地拵え方法	人力（刈払機、チェーンソー、草刈り鎌）
苗種	ヒノキ裸苗、ヒノキコンテナ苗、ミズナラ
獣害	ニホンジカ（H26, H27 に忌避剤を塗布）
今後の保育予定	植付け翌年の平成 27 年から 31 年まで、5 年間は毎年下刈りを実施予定。

4.4 まとめ

一貫作業の実践地である南信署管内の手良沢山国有林（伊那市）と木曽署管内の小木曽国有林（木曽郡木祖村）の作業内容等を比較・検討し、今後の展望などを記述する。

項目	手良沢山国有林（伊那市）	小木曽国有林（木祖村）
地形	急傾斜地（31°～）	急傾斜地（15～40°）
林床植生	落葉低木類、ササ類	草本、ササ類
		
下層木	少ない	少ない
放置期間	なし	最短約6ヶ月～最長約1年1ヶ月
地拵え	人力（巻き落とし棒、ハンマー）	人力（刈払機、チェーンソー、草刈り鎌）
植付け	平成27年12月18日～1月16日	平成26年6月3～17日
苗種	ヒノコンテナ苗、ヒノキ裸苗	ヒノコンテナ苗、ヒノキ裸苗、ミズナラ
成長程度	28%が枯死、26%に衰弱傾向 生残苗は1.8倍に伸長	良好
次回下刈り	平成29年度	平成29年度
下刈り予定	平成29-33年度まで毎年1回実施	平成27-31年度まで毎年1回実施

手良沢山国有林と小木曽国有林の林地環境は類似しており、急傾斜地、ササ類が混じる草本層の繁茂、シカ食害地等の特徴がある。

林床植生が、両国有林ともササ類の生育が確認されており、下刈り作業後にササ類が回復することを考慮すると、毎年の下刈り作業は必要と考えられる。また、地拵え手法は、両国有林とも人力で実施しており、表土の掻き起こしが少ないため、ササ類の地下茎からの栄養繁殖にも今後とも注意が必要であり、植付け後、苗木の高さが周辺植生を超えるまでは毎年下刈りを実施し、その後も苗木の成長状況と周辺植生の繁茂状況を考慮して、その後の下刈りの実施を検討することが必要である。なお、手良沢山国有林において、平成28年の下刈りを実施しなかったのは、平成27年12月から28年1月の植付け後、当地の下刈り適期である6月中旬から8月中旬まで、林床植生の回復が低調と判断されたためである。

植付けた苗木は、手良沢山国有林ではコンテナ苗が中心に植え付けられており、路網からのアクセスが比較的良好であるため、コンテナ苗はフォワードにより斜面上部に運搬された後、小運搬は人力で行われた。小木曽国有林では、対象地の下端に林道が通ず

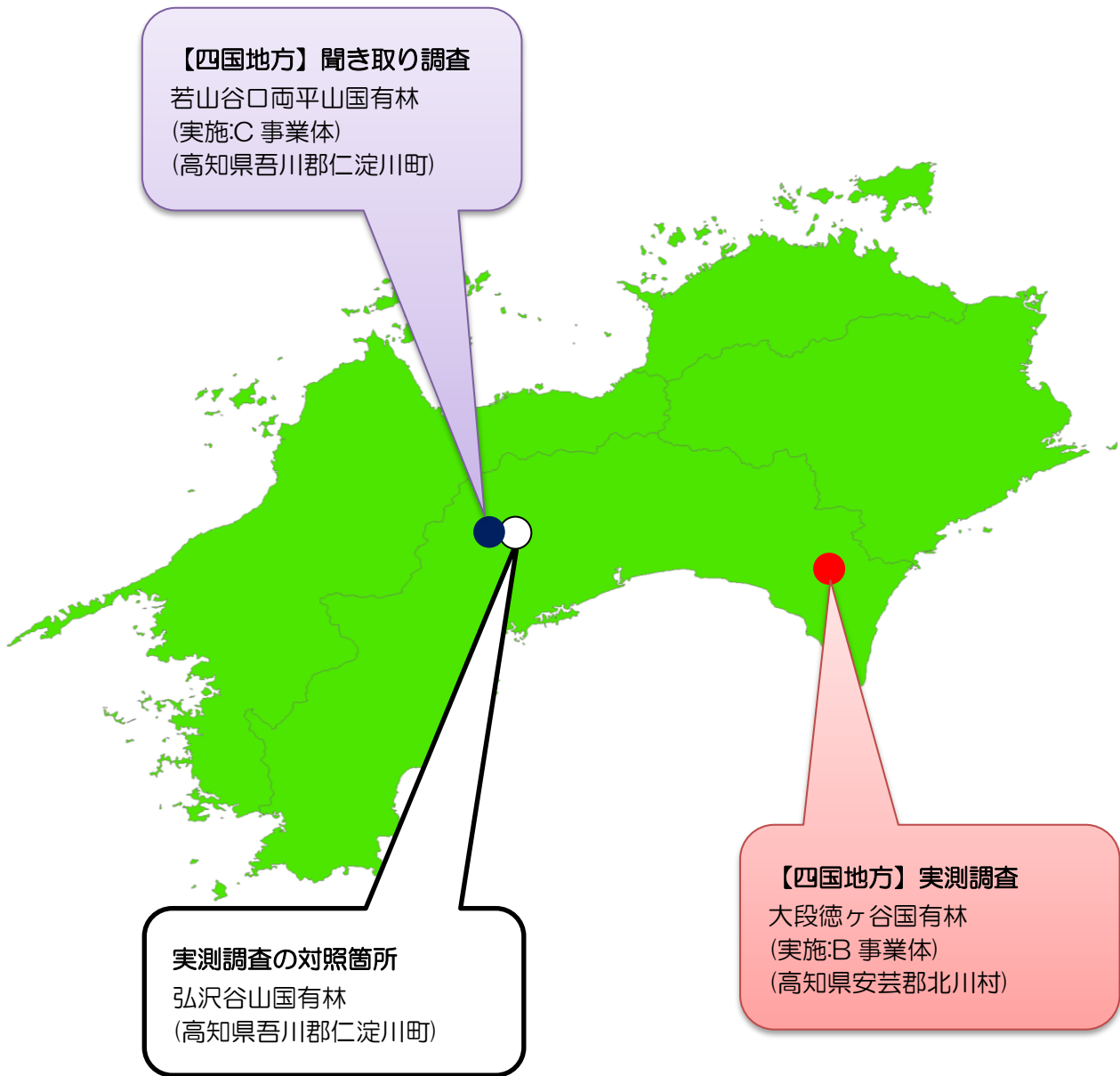
るのみで、林地へのアクセス環境は良くない。植付けた苗の約 85%に裸苗を選択したのは、急傾斜地で林内へのアクセス環境が良くない箇所では適切であったと考えられる。

手良沢山国有林で、苗木の生残率が低かったのは、植付け時期が冬期になったことが要因の一つと考えられ（写真 4.1）、コンテナ苗であっても積雪下または土壌の凍結状況下での苗木の活着は困難であるとの結果が得られた。積雪寒冷地においてコンテナ苗の植栽を行う場合には、冬の積雪・凍結期を避けることが望ましい。



写真 4.1 手良沢山国有林での冬期の植付け作業（H27 年度報告書より）

四国地方



凡例

記号	内容
●	聞き取り調査地
●	実測調査地(一括発注箇所)
○	実測調査の対照箇所

※四国地方には、徳島県、香川県、愛媛県、高知県が含まれます

5 四国地方 実測調査—大段徳ヶ谷山国有林(高知県安芸郡北川村)

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環境保全整備事業（誘導伐）
事業箇所	高知県安芸郡北川村大段徳ヶ谷山国有林 安芸署 2076ろ林小班
対象面積	4.46 ha
標高	820～1,050 m
平均斜度	急（31°～）
斜面補遺	東～南東
主な土壌	乾性褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生樹種	57年生スギ、広葉樹
地表植生	かん木あり（部分的にササあり）
獣害	ニホンジカ

5.1.1 現地位置図

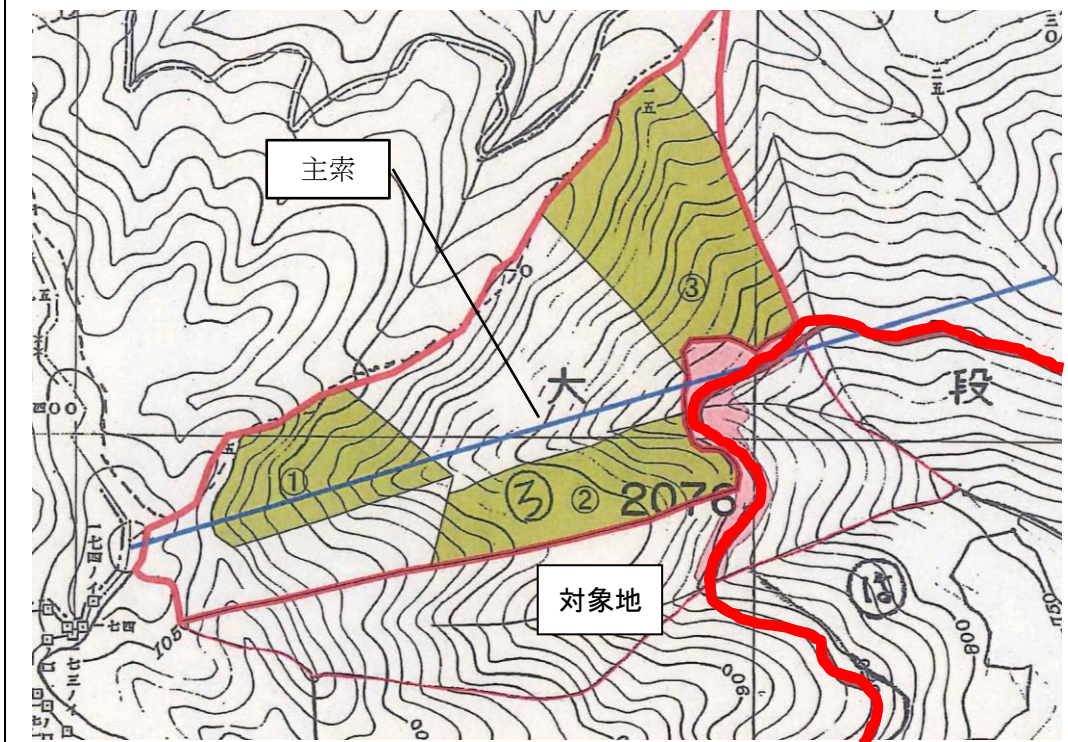
【現地地図】(Google Map) ©2017 ZENRIN



【衛星写真】(平成 24 年 4 月 9 日撮影、Google Earth) ©2016 ZENRIN、©2016 Digital Globe



【1/5000 基本図】



5.1.2 立地環境

高知県東部に位置する北川村は、村域のほぼ中央部を太平洋に向かって流下する奈半利川沿いに立地している。施業地は奈半利川上流部の右岸に位置し、日本三大スギ美林の一つに数えられる魚梁瀬からもほど近い。施業地付近は北川村の最西部に当たり、施業地上部の尾根を越えると、隣接する馬路村の村域となる。施業地付近は山深い山岳地となっており、施業地直下の栃谷林道を下って接続する県道 12 号を経て馬路村経由で安芸市、または北川村内の国道 493 号経由で高知県奈半利町や東洋町といった太平洋岸の市町に到達した後に、各地の木材市場等の消費地へ行くことになる。栃谷林道や県道 12 号などは、何れも狭隘な道路を通行する必要がある。

【現地の地形】

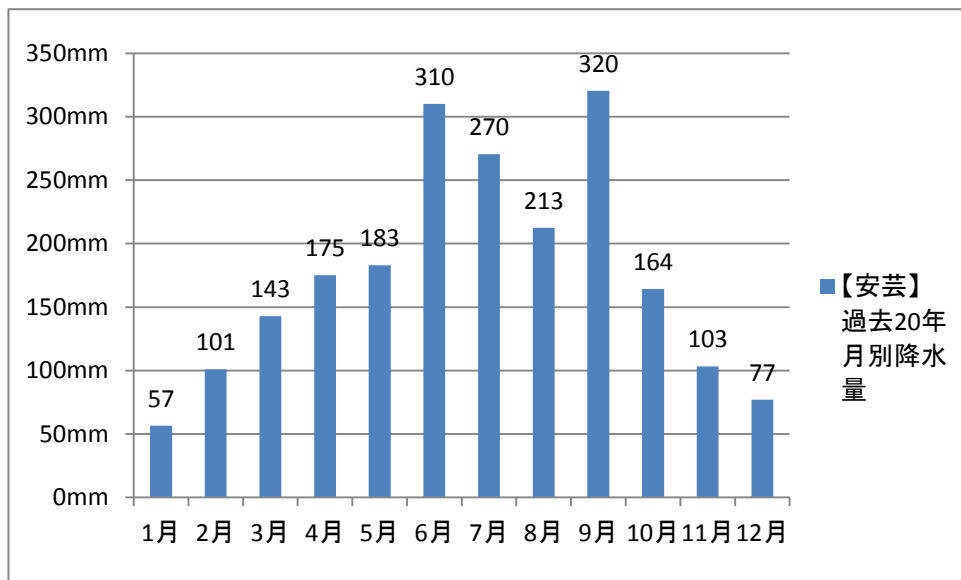
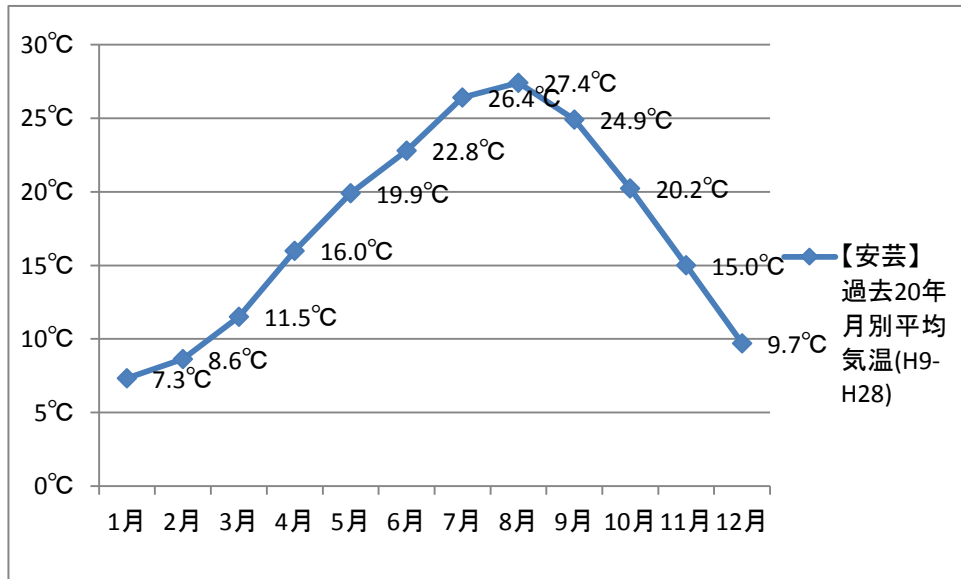
施業地の位置する北川村は、高知県の東部内陸部に位置している。南に隣接する奈半利町方面以外は、三方を 1,000m 級の急峻な山岳に囲まれている。村の中央部を奈半利川が南流しており、河川沿いには僅かながらの平地があるものの、ほぼ山地が占めている。北川村北部には魚梁瀬県立自然公園が位置し、樹齢 200 年を超すスギの老木の他、奈半利川上流域の渓谷美も見どころの一つとなっている。周辺の地質は、約 5200~3200 万年前に海溝で複雑に変形した付加体であり、もろく崩れやすい特徴がある。施業地を含め、周囲は 31° 以上の急斜面が広がっている。土壌は乾性褐色森林土が主である。

【現地の気象】

対象地に最も近いアメダス観測地点は、高知県安芸市内にある『安芸』（標高 6m）である。安芸における平成 9 年から 28 年までの年平均気温は 17.4℃と温暖で、いわゆる太平洋岸式気候区に属する。太平洋に面する県の中で、背後に近接して急峻な四国山地が位置するため、同気候区の中でも特に降水量が多い。冬季は山岳地のため寒さが厳しい時があり、朝は氷点下 5 度程まで下がることもある。また年に数日は降雪を観測する日がある。対象地の標高は、アメダス設置地点より約 900m 高く、気温の低減率（ $-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）を考慮すると、年平均気温は 12℃程度と考えられる。

年平均降水量は 2,116mm で、6 月から 9 月の月降水量が 200mm 以上と多く、特に 6 月と 9 月は 300mm を超える。反対に冬は乾燥し、12 月と 1 月は 100mm 以下である。なお、降雪の観測をしている近接観測地点は『室戸岬』（標高 185m）で、冬季の降雪日は平均して年に 5 日前後であるが、積雪になることは稀である。

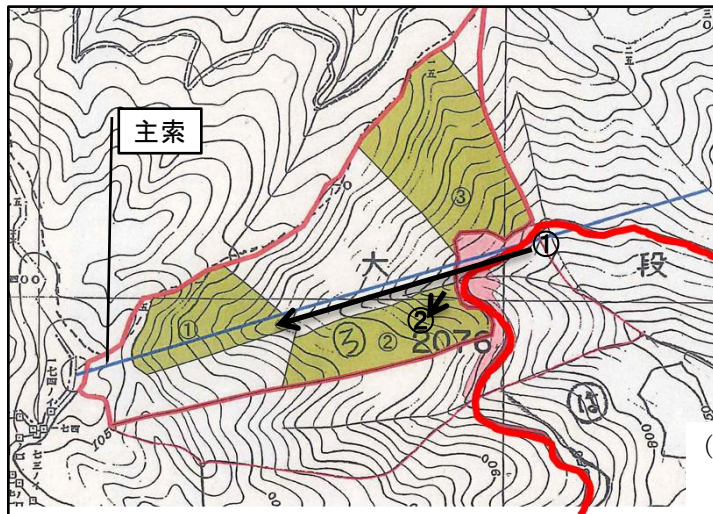
以上から、当地における植付け適期は、土壌が適潤となる 3 月上旬からが通例となっている。



【前生樹種】

安芸森林管理署管内では、スギが中心に植えられており、当施業地でも3箇所に分割された伐区のうち、全伐区にスギが植栽された。

5.1.3 現地写真

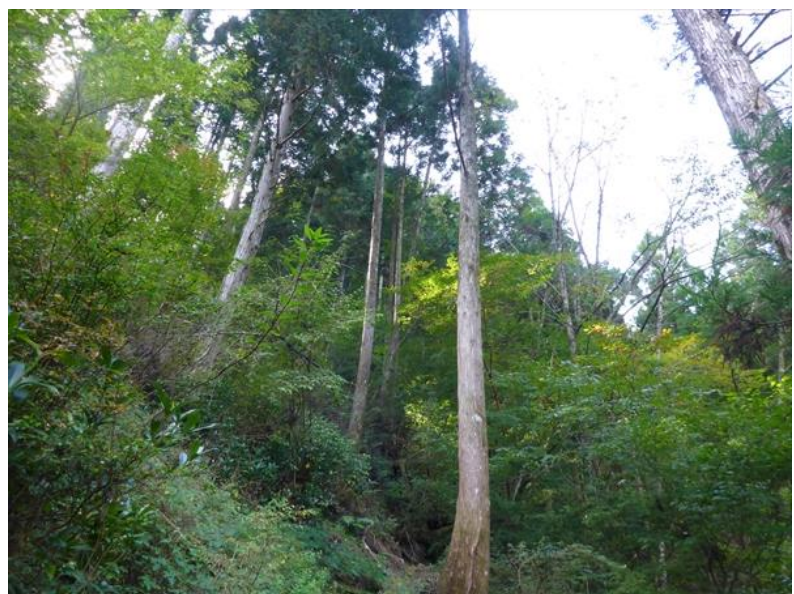


(図中の矢印と丸数字は、下表の写真番号とその撮影方向を示す。)

① 栃谷林道上から対象地を望む。かつての間伐時の架線跡が線状に残る。



② 2 伐区の林内。急斜面のスギ樹冠下に、多様な広葉樹が生育している。



5.2 現地作業

5.2.1 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。仕様に関する主な部分を以下に列記する。

【間伐等に関する作業仕様書】

4. 請負者は、伐倒に当たって、対象木以外の立木を損傷しないよう注意すること。
5. 請負者は、間伐等の実施に当たり、造林木の成長を阻害しているもの及び造林木の成長を阻害するおそれのある雑木類は伐採すること。なお、植栽木に巻き付いている蔓茎類は、根元から切り離すこと。
6. 請負者は、伐倒した木を保残木に伐りかけたまま放置することなく、地面に引き倒しておくこと。
7. 請負者は、間伐等に当たって、目的樹種以外であっても、監督職員の指示に従い、植栽木のない箇所には生育する天然有用樹や尾根筋又は沢筋に生育する有用樹、林分保護上必要な場合は林縁木について、保残するよう努めること。

【植付作業仕様書(コンテナ苗植栽)】

1. 現地において表示または、指示した区域に指定した樹種、企画の苗木を次の基準により植えつけるものとする。
 - (1) 植付本数 ha 当たり 2,000 本
 - (2) 列間距離 2.0m 苗間距離 2.5m
 - (3) 植穴の大きさは、植え付けるコンテナ苗の形状を考慮し、根鉢と土壌が密着する大きさとし、深さについては地表面より根鉢上面が 2cm 程度深くなる深さとする。
2. 前項基準に基づく植付地点が伐根、石礫、岩盤等により植付が困難な場合は、苗間方向に植付地点を移動するものとする。
6. 地表部は、根鉢が乾燥しないよう除去した地被物を苗木周辺に被覆すること。
8. 苗木を保管する場合は、立てて寄せて並べ、地面に直置きせず、シート等の上に置き、高温環境、直射日光を避け、必要に応じ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。
9. 植付地までの苗木運搬は、当日植付の必要量のみにとどめ植え残り苗ができた場合は、前項と同様に取り扱うこと。
11. この仕様書により難しいことが生じたときは、監督職員に申し出て、その指示によること。

5.2.2 伐採作業

【伐採の事前作業】



先行刈払い
実施せず



(伐採時)スギ下層木の繁茂状況



(伐採時)伐区内の下層木は、同時に伐採

※対象伐区の林床に侵入した植生の整理は、伐倒時に同時に実施したため、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）

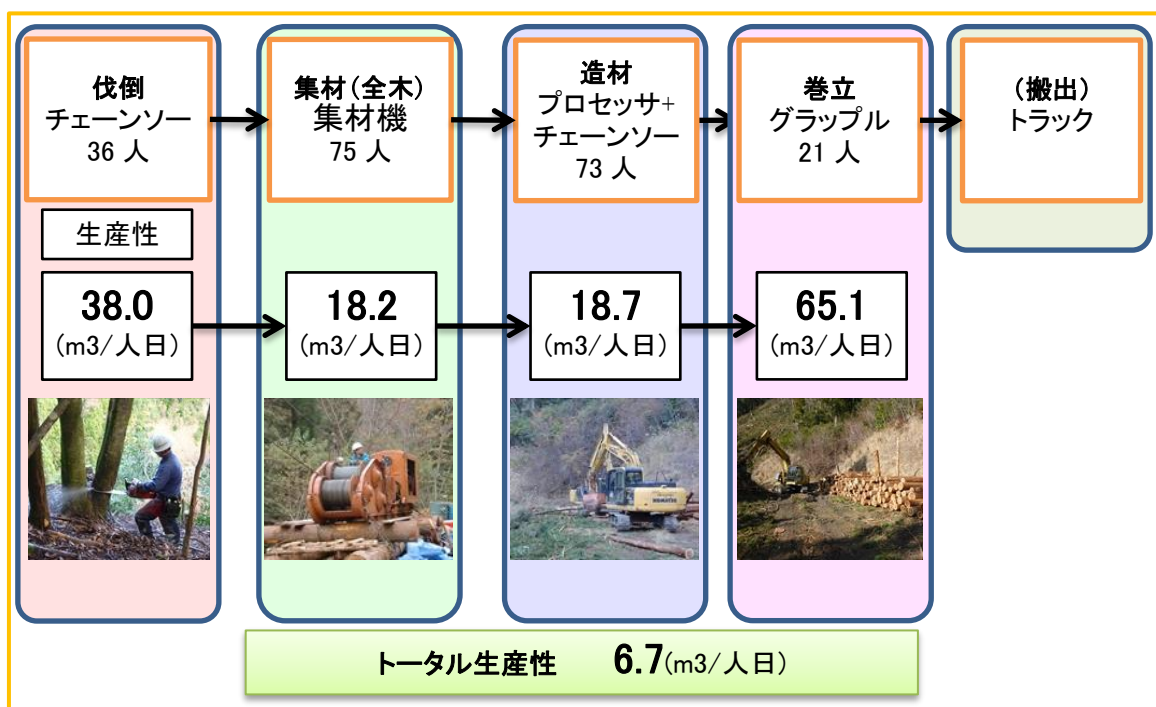
・(0 人工) × (日額人件費 ¥17,000) = ¥ 0

合計 ¥ 0

【伐採作業】

表 5.1 伐採に関する諸元（大段徳ヶ谷山国有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 28 年 11 月 4 日～12 月 20 日
路網密度	19 (m/ha)
土場までの距離	50～500 (m)
出材積・全人工	1,367 (m ³) (307m ³ /ha) ・ 205 人
伐採対象	素材、一部バイオマス材





①集材効率を考慮し、主索下付近に材が集まるよう、斜面下から順に伐倒

②伐根は切り落とし、伐倒木が斜面上から下の主索下に滑りやすいよう処理

③古い伐根も切り落とす

④荷外しは、プロセッサ、グラップル、集材機のオペレーターが協力し実施

[伐採時のポイント]

1. 集材効率を高めるため、谷筋上空の主索下に材を滑らせるため、斜面下側から順次伐倒した (写真①)。
2. 斜面上部から下部へ材を滑らせる際、障害となる伐根は上端部を切り落として、高さを低くした。今回の伐倒木に対してだけでなく、古い伐根に対しても行った (写真②、③)。
3. 架線からの荷外しは、着地点付近にいる作業員が協力し合って実施した (写真④)。

【所要人工・経費例】 (赤字は推定部分、他は実績を示す)

・(205 人工) × (日額人件費 ¥17,000) = ¥3,485,000 (推定)

・チェーンソー日額 (¥2,100+燃料 ¥2,560) × 73 人 + グラップル日額 (¥15,900 × 35 日 + 燃料 1,750円 × 100 円) + プロセッサ日額 (¥24,300 × 36 日 + 燃料 2,880円 × 100 円) + 集材機日額 (¥0+燃料 1,840円 × 100 円) = ¥2,418,480 (推定)

・架設・撤去: (架設 44 人工 + 撤去 10 人工) × 日額 ¥17,000 = ¥918,000 (推定)

・架設・撤去時の稼働機械: チェーンソー日額 (¥2,100+燃料 ¥2,560) × 9 人 + グラップル日額 (¥15,900 × 9 日 + 燃料 180円 × 100 円) + 集材機日額 (¥0+燃料 135円 × 100 円) = ¥216,540 (推定) (機械経費及び燃料は、既往報告¹や他社実績より算出)

合計 (推定) ¥1,578,031 (/ha) (¥7,081/m²)

【地拵え】

表 5.2 地拵えに関する諸元（大段徳ヶ谷山国有林）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 29 年 2 月 3～4 日
面積	1.26 (ha) (2 伐区のみ)
地拵え方法	枝条の筋寄せ（植栽列間 2m を確保する）
地拵え作業	人力による筋寄せ
作業人工（労働生産性）	6 人工（4.8 人/ha）（2 伐区のみ）

【所要人工・経費例(2 伐区のみ)】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

・(6 人工) × (日額人件費 **¥17,000**) = ¥102,000(推定)

合計(推定) ¥80,952 (/ha)

[地拵え時のポイント]

1. 下層植生の伐倒木や架線集材時に発生した枝条などが林地に散乱しており、当初は、管轄署との合意の下、植栽列においてそれらを筋寄せする地拵えを行うこととした。
2. 枝条等の量が多く、全ての伐区で同様の作業が行う場合大規模となるため、1 伐区と 3 伐区では、苗木を植え付ける周辺のみを整理する坪寄せとした。

5.2.3 植付け作業

表 5.3 植付けに関する諸元（大段徳ヶ谷山国有林）

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 29 年 2 月 3～8 日、3 月 2～10 日
苗種	スギコンテナ苗（150cc）
植栽面積	4.46 (ha)
植栽本数・植栽密度	8,920 (本)・2,000 (本/ha)
植栽器具	ディブル
植栽方法	列間距離 2.0m、苗間距離 2.5m の方形植え

[植付け時のポイント]

1. コンテナ苗の現地搬入は、集材時に使用したままの架線を活用した。
2. 現場は急傾斜地のため、集材時の架線を活用して各伐区の最上部に苗を運び上げた後、人力で荷下げし、各所の苗の保管場所へ移動させた。
3. 苗の小運搬は、苗の保管場所から持ち運ぶこととし、補充については、昼休みや当日作業終了後に林道上の車両から保管場所へ移動した。
4. 今回 2 伐区の植付け作業は 2 月上旬に実施されたが、土壌凍結による植栽器具の貫入困難事例が見られた。なお、安芸郡域の植付け適期は通常 3 月からである。
5. 2 伐区は、試行的に 2 人 1 組で植付けを実施し、1 人が植え位置決めと植穴掘り、

もう1人が植付けと根元被覆としたが、2人の時間バランスが悪く、以降は1人での植付け作業とした。

6. 急斜面での作業を考慮し、ディブルの柄が短く加工されたものを使用した。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実施した。
7. 植栽本数を出役人工で単純に除した労働生産性は、**178 本/人日**となった。途中から地拵えを行わず、植栽位置周辺のみ坪寄せ作業が植付け作業に加わったため、地拵え作業の軽減と一体で評価する必要がある。

【所要人工・経費例】 (赤字は推定部分、他は実績を示す)

・(50 人工) × (日額人件費 **¥17,000**) = ¥850,000 (推定)

・コンテナ苗 ¥162 × 8,920 本 = ¥1,445,040

合計(推定) ¥514,583 (/ha)

【所要総人工・経費総額例】

・**人工**: (伐倒搬出 205 人工 + 架設撤去 54 人工) / 4.46ha + 地拵え 6 人工 / 1.26ha + 植付 50 人工 / 4.46ha

・**経費**: 伐倒搬出 ¥1,323,650 + 架設撤去 ¥254,381 + 地拵え ¥80,952 + 植付 ¥514,583

人工合計 74.0 人 (/ha)

経費合計(推定) ¥2,173,566 (/ha)

5.3 従来型施業箇所

大段徳ヶ谷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**誘導伐施業地**をレビューしていくこととする。

5.3.1 事業地概要

高知県安芸郡北川村の大段徳ヶ谷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、高知県嶺北森林管理署内の**弘沢谷山国有林** (吾川郡仁淀川町)であった。弘沢谷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	高知県吾川郡仁淀川町弘沢谷山国有林 嶺北署 291 ろ林小班
対象面積	1.38 ha
標高	870~960 m
平均斜度	やや急 (21~30°)
斜面方位	北東
主な土壌	褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生樹種	59年生スギ、ヒノキ
地表植生	かん木あり (部分的にササあり)
獣害	ノウサギ

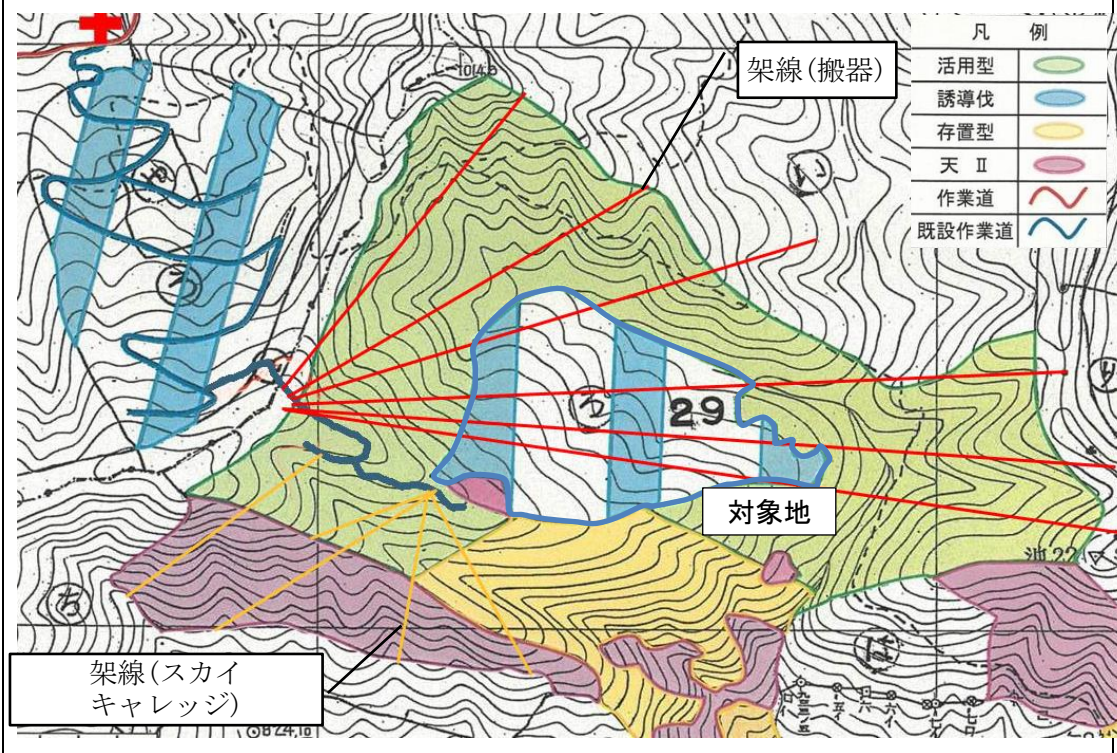
【現地地図】 (Google Map) ©2017 Google, ZENRIN



【衛星写真】 (平成 28 年 4 月 19 日撮影、Google Earth) ©2016 ZENRIN



【1/5000 基本図】



A) 立地環境

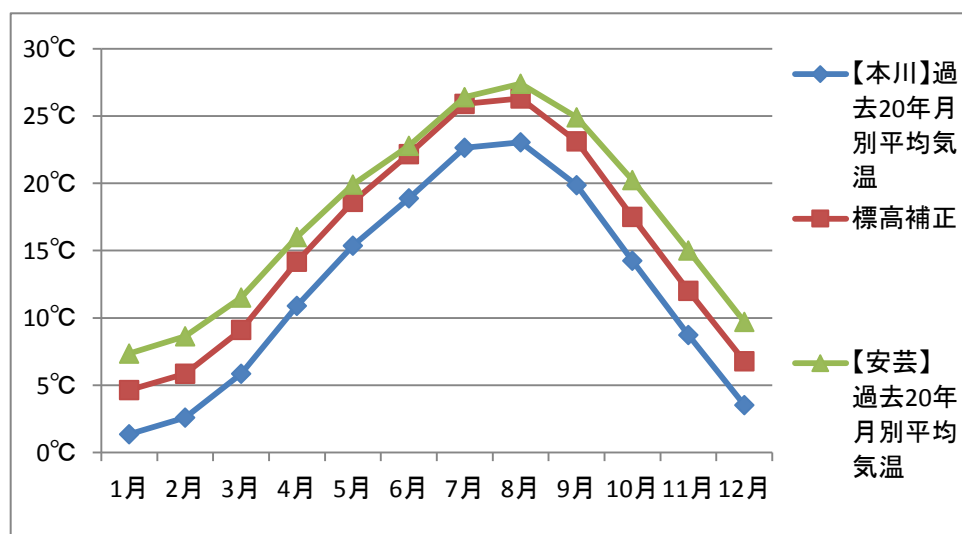
高知県吾川郡仁淀川町宮ヶ平地内に位置する弘沢谷山国有林は、愛媛県と県境を接する仁淀川町内の北東部にある標高 1,051m の宝来山周辺の国有林である。太平洋岸からの直線距離は概ね 33km 程で、大段徳ヶ谷山国有林の約 17km より内陸に位置しており、瀬戸内側の方が近いものの、四国山地の南側に位置している点で近似している。

弘沢谷山国有林周辺には、標高 1,000m 級の山々に囲まれており、施業地までのアクセスはそれらの山を迂回するように遠回りなものとなる。傾斜は 31° 以上の急傾斜地が多い。大段徳ヶ谷山国有林と比較すると、標高 900m 前後で急傾斜地が多い環境は類似している。

【弘沢谷山国有林付近の気象】

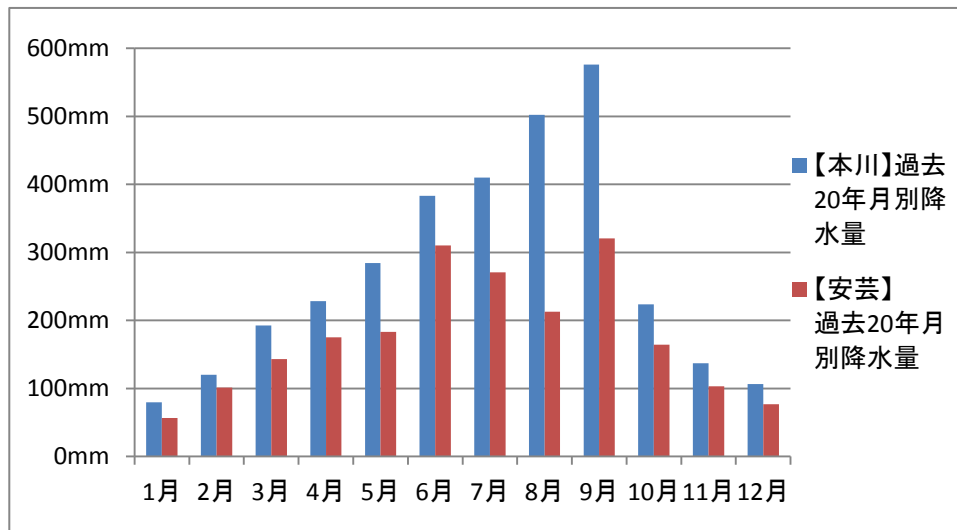
弘沢谷山国有林に最も近いアメダス観測地点は、高知県吾川郡いの町内にある『本川』（標高 550m）である。本川における平成 9 年から 28 年までの年平均気温の推移は、次のグラフのとおりである。

大段徳ヶ谷山国有林に近い安芸の標高が 6m なので、本川との標高差 544m から気温の低減率（0.6°C/100m）で補正したグラフは、安芸より最大で 2°C 程低いものとなった。春から初夏にかけてはほぼ同一の気温分布となったが、冬期間は標高による寒さに内陸の冷え込みが加わるため、本川の方がより低い結果となったが、概ね同様の気温変化となり、両者は類似した気温環境であると考えられる。



一方の本川の年平均降水量は 3,243mm で、安芸の 2,116mm より年間 1,100 以上も多く、月別降水量を比較すると、特に梅雨時から秋雨前線の影響を受ける初夏以降の降水量が本川の方が多く、8月 は 2 倍以上の降水が観測されてきた。冬期間の降水量に大きな差異は見られなかった。降水量については、本川が安芸より夏場に降水量が多い点に留意すれば、他の季節は概ね同程度の降水環境にあると考えられる。なお、降雪の観測をしている近接観測地点は『高知』（標高 0.5m）で、冬季の降雪日は平均して年に 5 日前後であるが、積雪になることは稀である。

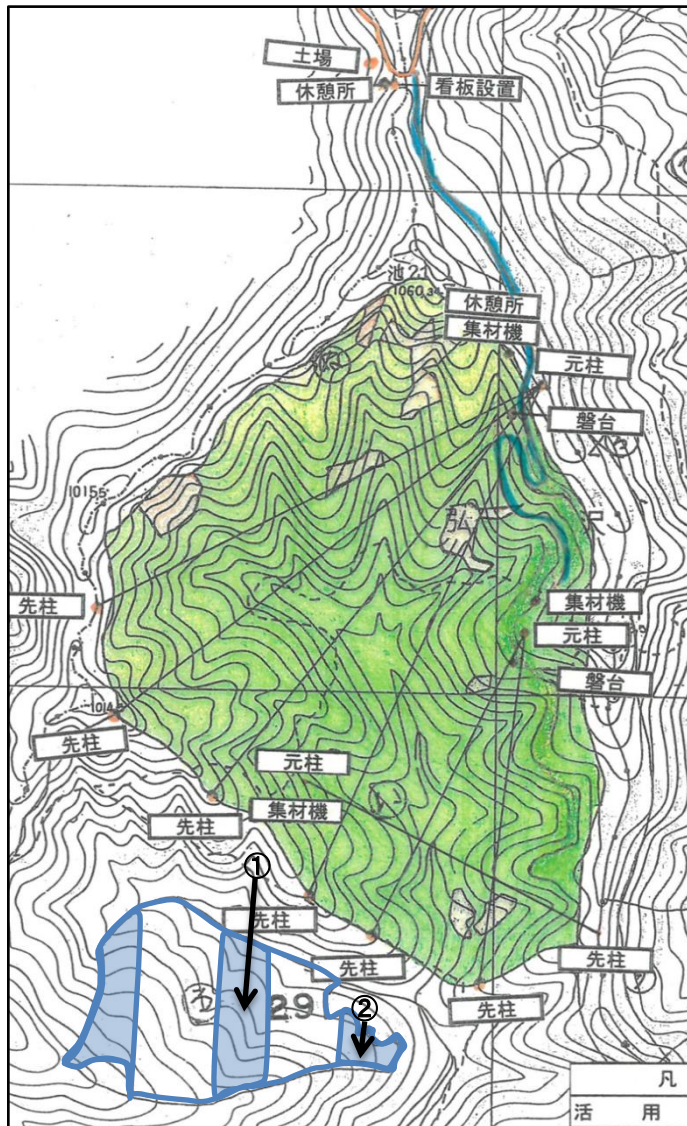
以上から、夏季の降水量が多い点に留意すれば、比較地点として適当と考えられる。



【前生樹種】

弘沢谷山国有林の誘導伐前に植えられていた樹種はスギ・ヒノキであった。一方、大段徳ヶ谷山国有林の対象伐区にはスギが植栽されていた。

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 植付け後の状況 (平成 27 年 11 月 6 日)





5.3.2 現地作業(弘沢谷山国有林)

A) 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)

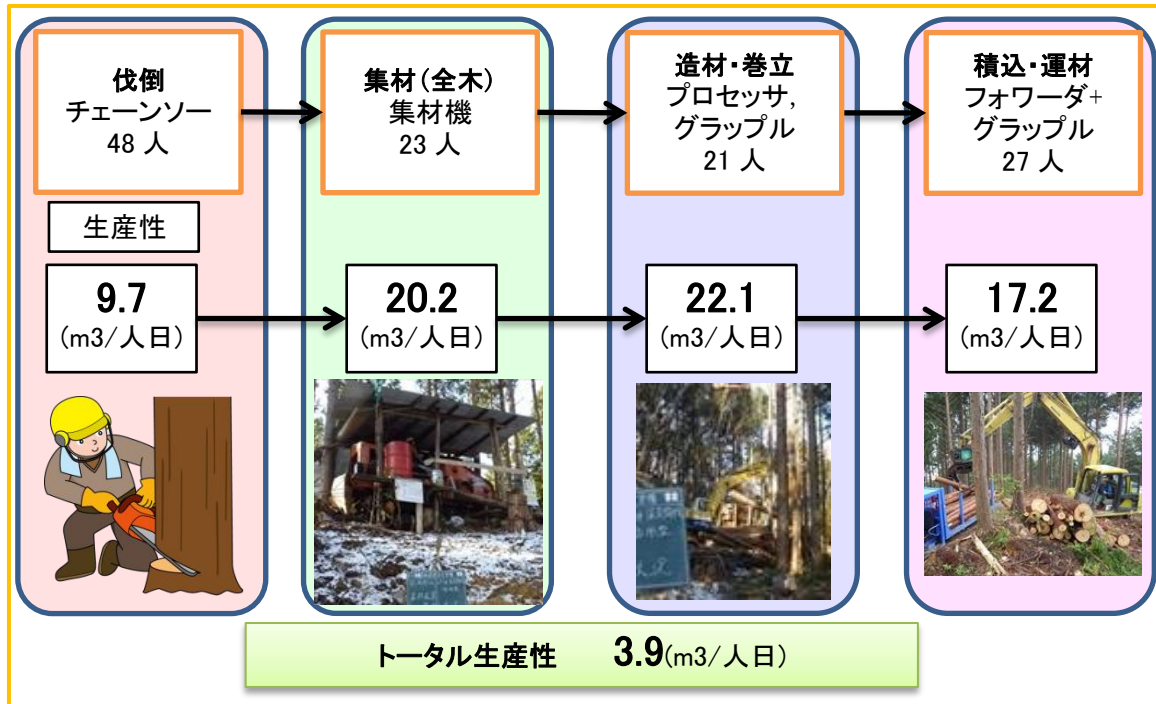
・0 人工) × (日額人件費 **¥17,000**) = ¥ 0

合計 **¥ 0** (/ha)

【伐採作業】

表 5.4 伐採に関する諸元 (弘沢谷山国有林)

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 26 年 5 月 12 日～平成 27 年 1 月 19 日
路網密度	57.5 (m/ha)
土場までの距離	1,000 (m)
出材積・全人工	465 (m ³) (337m ³ /ha) ・ 119 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)

・(119 人工+架線架設 25 人+撤去 12 人) × (日額人件費 ¥17,000) = ¥2,652,000 (推定)
 ・チェーンソー (日額 ¥2,100+燃料 ¥2,560) × 48 日 + 集材機 (日額 ¥0+燃料 135ℓ × 100 円) × 23 日 + プロセッサ (日額 ¥24,300 + 燃料(40ℓ × 100 円)) × 21 日 + グラップル (日額 ¥15,900 + 燃料(25ℓ × 100 円)) × (10+13) 日 + フォワーダ (日額 ¥19,600+燃料 50ℓ × 100 円) × 27 日 = ¥2,215,880 (推定) (機械経費及び燃料は、既往報告ⁱや他社実績より算出)

合計(推定) ¥3,527,449 (/ha) (¥10,469/m²)

B) 地拵え・植付け作業

表 5.5 地拵え・植付けに関する諸元 (弘沢谷山国有林)

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 27 年 10 月 13~24 日
放置期間	最短 10 ヶ月~最長約 1 年 6 ヶ月
地拵え方法	人力筋刈 (植幅 2.5m、筋置幅 1.5m)
植付け年月日	平成 27 年 11 月 3~6 日
苗種	ヒノキコンテナ苗
植栽面積	1.38 (ha)
植栽本数・植栽密度	3,450 (本)・2,500 (本/ha)
植栽器具	ディブル



[地拵え時・植付け時のポイント]

1. 伐採してから地拵えの実施までは、最長で1年6ヶ月の期間があった。
2. 地拵え作業は、人力で実施した。
3. コンテナ苗の現地搬入は、隣接林小班 (98 頁 B) 現地写真の図面参照) に設置済みの架線を活用し (写真④)、その後人力で現地搬入をした (写真⑤)。

【所要人工・経費例】 (赤字は推定部分、他は実績を示す)

・(地拵え 40 人工) × (日額人件費 **¥17,000**) = **¥680,000**(推定)

・チェーンソー日額 (**¥2,100**+燃料 **2,560**÷2) × 40 人 = **¥135,200**(推定)

地拵え合計 (推定) ¥590,725 (/ha)

・(植付け 15 人工) × (日額人件費 **¥17,000**) = **¥255,000**(推定)

・(コンテナ苗 **¥183** × 3,450 本) = **¥631,500**

植付け合計 ¥642,283 (/ha)

5.4 一貫作業と従来型作業の比較

安芸署 2076 ろ林小班と嶺北署 291 ろ林小班は、共に標高 900m 付近の山腹の急傾斜地で、車両系作業システムが適用できない点で類似しており、架線系作業システムを導入していた。また、前生林分も 57 年生（スギ、ヒノキ、広葉樹）と 59 年生（スギ、ヒノキ）であったので、伐倒サイズや林況も類似していた可能性がある。また、林齢が類似していたこともあり、下層植生や林床植生についても広葉樹の侵入や一部にササ類の生育が確認されるなどの共通点が見られた。

しかし、付近に搬出用トラックが侵入可能な林道の有無が大きな違いであった。一貫作業地では、架線直下に林道があり、架線集材した伐倒木を林道上に荷降ろしし、林道上で造材し、林道脇へ巻き立てし、搬出用トラックに直接積込みを行い搬出していた。一方の従来型作業地では、架線集材した伐倒木は、作業スペースに荷降ろしされた後、造材されると山土場までフォワーダ運材があったので、一貫作業地と比べて、伐出するまでに一段階余分な工程があったことになる。そこで、フォワーダ運材に係る人工、グラップル積込、フォワーダ運材の機械損料と燃料を算出すると ¥1,296,533/ha となり、それを減じて一貫作業地と同項目に合わせると伐出に掛かる経費は ¥2,230,916/ha となる（表 5.6 参照）。一貫作業地では、架線の張り替えは一度もなかったのに対し、従来型作業地では計 10 回の張り替えを行っているので、従来型作業地の経費が高いのは架線の張り替えにも要因が考えられる。

地拵えについては、従来型作業地では地拵えが仕様書により指示されていたが、一貫作業地では植付けに支障のない程度の、簡単な地表整理を行いつつ植付けを行うこととしたため、若干の地拵え人工が掛かった。苗代と人件費に差はないため、前生植物や集材時の枝条等の残存物の量により、地表整理に掛かる人工の差となってくる事が分かった。

表 5.6 一貫作業と従来型作業における経費と人工の比較 (/ha)

作業種	一貫作業地		従来型作業地	
	経費	人工等	経費	人工等
伐出（架設・撤去含む） （うちフォワーダ運材関連）	¥1,578,031	58.1 人	¥3,527,449	113.0 人
生産小計	¥1,578,031		¥3,527,449	
（比較用）生産小計	¥1,578,031		¥2,230,916	（フォワーダ運材抜き）
地拵え	¥80,952	4.8 人	¥590,725	29.0 人
植付け	¥514,583	11.2 人	642,283	10.9 人
（うち苗代）	¥324,000	¥162/本、 2000 本/ha	¥457,500	¥183/本、 2500 本/ha
（うち人件費）	¥190,583		¥184,783	
造林小計	¥595,535		¥1,233,008	
合計	¥2,173,566	74.0 人	¥4,760,457	152.9 人
（比較用）合計	¥2,173,566	74.0 人	¥3,463,924	132.9 人

以上から、急傾斜地で架線集材を行う箇所、林床植生にササ類や草本が密生していないものの、広葉樹等の進界木が見られる箇所では、一貫作業地においても植付け前の

地拵え（地表整理）はある程度必要であるが、伐採から植付け時まで空白期間がないため、新たな植生繁茂は見られない。そこで、地拵えの実施程度については、植付けができるレベルで考えるか、今後の下刈り等の保育時も想定したレベルで考えるかを考えていく必要がある。

今回の事例では、当初は植列に沿って筋状に地拵えを行ったが、途中から植穴周辺だけを人力地拵え（地表整理）する「坪寄せ」に変更した。地拵えを実施していない分、植付け時に林内移動や植え位置の確認、植穴周辺の地表整理など掛かる時間が増し、効率性が落ちていた。地拵え経費は、従来型作業が約 51 万円/ha 高いが、植付けの人件費は植栽密度が 500 本/ha 少ないにも関わらず一貫作業が約 6 千円/ha 高くなっていた。一貫作業地の植付け人件費が高くなった要因が、地拵えを実施しなかったことに起因するのであれば、植付け時の多少の労力の掛かり増しがあるとしても、地拵えを未実施にして経費を削減する方が有利と考えられる。

しかし、今後の下刈り作業への影響度が未知数のため、今後のトータル的な評価が待たれる。

【一貫作業による低コスト化の可能性】

- ・高知県大段徳ヶ谷山国有林を参考に、1 現場当たりの地拵え経費 503,973 円が大幅に削減された。
- ・一貫作業地ではスギコンテナ苗（¥162/本）を 2,000 本/ha の密度で植栽し、従来型作業地ではヒノキコンテナ苗（¥183/本）を 2,500 本/ha の密度で植栽したため、1 現場当たりの植付け作業費（苗代＋人件費）は 127,700 円が削減された。
- ・造林経費全体では、ヘクタール当たり最大 **¥637,473** の低コスト化が可能と試算。
- ・但し、今後の下刈り作業で、地拵えをしなかったことによる経費の掛かり増しがある可能性を考慮すべき。

5.5 まとめ

安芸森林管理署管内の大段徳ヶ谷山国有林と、嶺北森林管理署管内の弘沢谷山山国有林の事例を比較検討した結果を、以下にまとめる。



【四国地方 安芸森林管理署における事例】

- 高知県安芸郡北川村の大段徳ヶ谷山国有林では、架線系作業システムで、伐採、集材、造材を行い、時間を空けずに植付け作業を行った。
- （伐採時）集材の効率化のため、伐倒方向は主索の直下である谷筋とした。伐倒は谷筋から斜面上部へと行った（右上写真）。
- （伐採時）効率的に伐倒木を斜面下へ寄せるため、新旧の伐根は高さを減ずるための切断作業を行った（右中写真）。
- （伐採時）林道上及びその周辺で造材、巻き立ての作業を行ったため、トラックに直接積込むことができ、運材工程は発生しなかった（右下写真）。
- （植付け時）植付け作業前には、植付け作業が安全かつ効率的にできるよう、最小限の地表整理を実施した。
- 一方、環境が類似する高知県吾川郡仁淀川町の弘沢谷山山国有林では、架線で集材、造材を行った後、フォワーダ運材を経て山土場に材を運んだ。
- 最長で、伐採後に林地を約1年間放置した。
- 伐採後に最小限の地表整理を行った場合、最大で503,973円/haのコスト削減が可能であったと試算された。なお、造林経費全体では637,473円/haの低コスト化となった。
- 但し、作業の効率性や安全性を考慮して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。



6 四国地方 聞き取り調査一若山谷口両平山国有林(高知県吾川郡仁淀川町)

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）＋植付け
事業箇所	高知県吾川郡仁淀川町宮ヶ平 若山谷口両平山国有林 嶺北署 287 ろ、や林小班
対象面積	1.88 ha
標高	880～1,000 m
平均斜度	やや急 (21～30°)
斜面方位	北
主な土壌	褐色森林土
局所地形	山腹斜面
前生樹種	57年生スギ、ヒノキ、広葉樹
地表植生	かん木あり (ササなし)
獣害	ノウサギ
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前述四国地方実測調査の対照地 (291 ろ林小班) に隣接 ・ 利用可能な森林作業道が既設

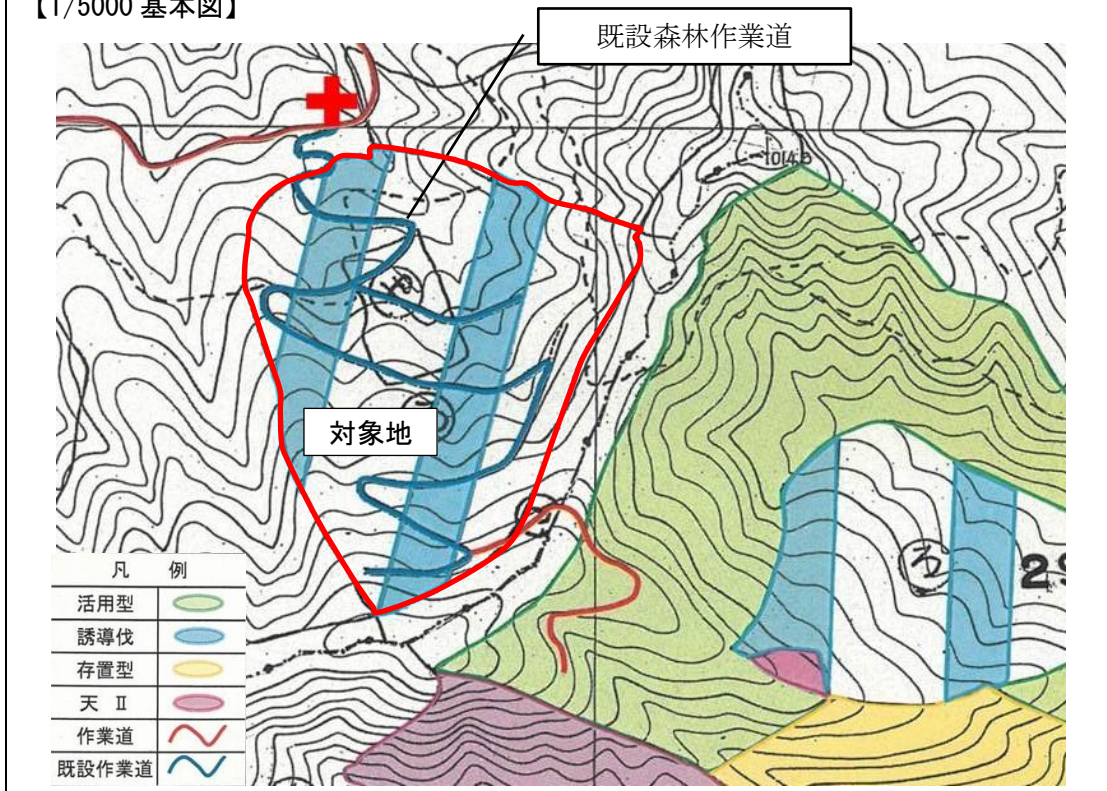
6.1.1 現地位置図



【衛星写真】（平成 28 年 4 月 19 日撮影、Google Earth）©2016 ZENRIN



【1/5000 基本図】



6.1.2 立地環境

若山谷口両平山国有林は、一貫作業地の対照地として前出した弘沢谷山国有林 291 号林小班と同じ嶺北森林管理署管内に位置し、それとの直線距離は約 200m 足らずと近接している。

仁淀川町市街地から対象林小班までは、国道 439 号から県道 362 号を経て、宮ヶ平地内から弘沢林道、若山林道を利用して到達できる。対象林小班の斜度は 25° 程度でやや急な傾斜地となっている。若山谷口両平山国有林の標高は 900m 前後である。斜面方位は北で、土壌は一般的な褐色森林土が分布している。

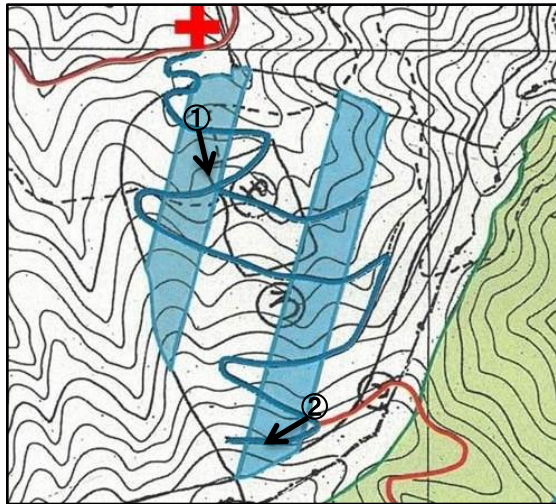
【若山谷口両平山国有林付近の気象】

若山谷口両平山国有林は、従来型作業地として前述した弘沢谷山国有林（5.3.1 事業地概要 94 頁）と約 200m しか離れてなく、標高差もないことから、気象特性はほぼ同一と見なせる。

【前生樹種】

若山谷口両平山国有林の伐採前に植えられていた樹種はスギ、ヒノキで、それに進界してきた広葉樹も混生していた。

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地拵え後の林地
状況




②地拵え後の林地
状況



6.2 現地作業

6.2.1 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）

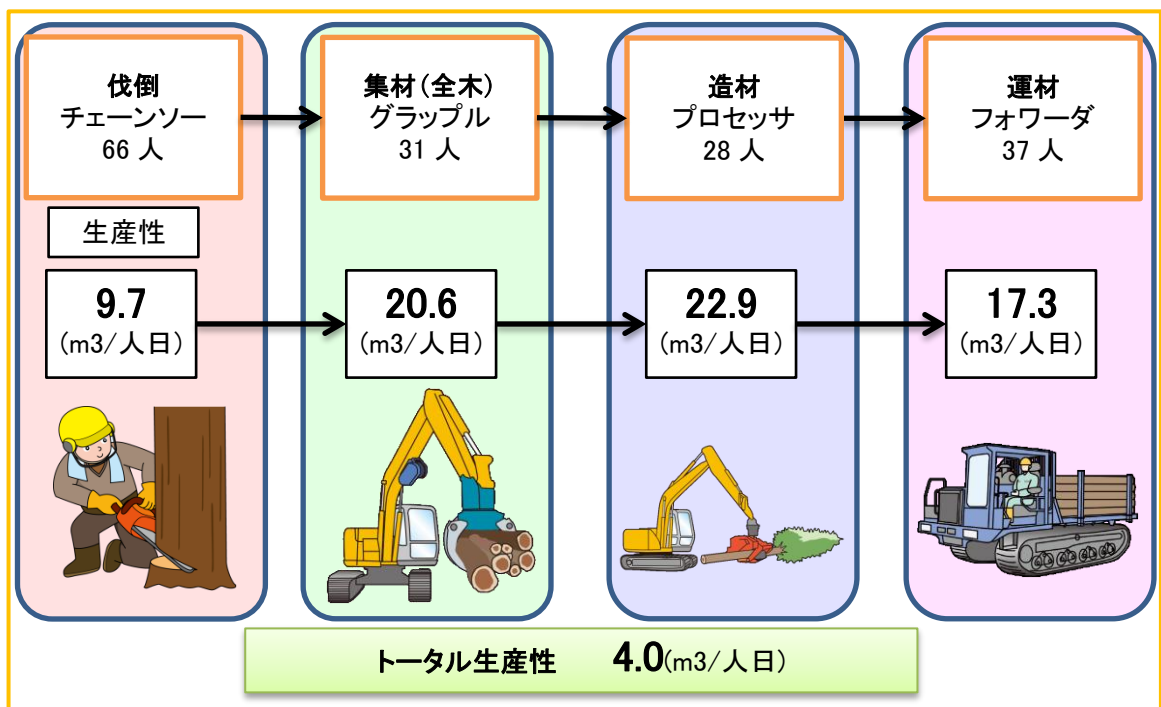
・(0 人工) × (日額人件費 ¥17,000) = ¥ 0

合計 ¥ 0

【伐採作業】

表 6.1 伐採に関する諸元（若山谷口両平山国有林）

項目	名称・データ等
伐採年月日	平成 26 年 5 月 12 日～6 月中旬
路網密度	515 (m/ha)
土場までの距離	最長 1,000 (m)
出材積・全人工	640 (m ³) (340m ³ /ha) ・ 162 人工
伐採対象	素材、低質材（小径木）



【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(162 人工) × (日額人件費 ¥ 17,000) = ¥ 2,754,000 (推定)
- ・チェーンソー日額 (¥ 2,100 + 燃料 ¥ 2,560) × 66 日 + グラップル日額 (¥ 15,900 + 燃料 50ℓ × 100 円) × 31 日 + プロセッサ日額 (¥ 24,300 + 燃料 50ℓ × 100 円) × 28 日 + フォワーダ日額 (¥ 13,600 + 燃料 50ℓ × 100 円) × 37 日 = ¥ 2,464,060 (推定) (機械経費及び燃料は、既往報告ⁱや他社実績より算出)

合計(推定) ¥ 2,805,409 (/ha) (¥ 8,217/m³)

【地拵え】

表 6.2 地拵えに関する諸元（若山谷口両平山国有林）

項目	名称・データ等
地拵え年月日	平成 26 年 11 月 18 日～20 日（伐採から最長 191 日放置）
面積	1.88 (ha)
地拵え方法	刈払機による草刈中心（列間 2m）
作業人工（労働生産性）	18 人工（9.6 人/ha）
特記事項	仕様では「地拵えは不要」であったが、植付け・保育作業時の安全性や、下刈り時の誤伐防止を念頭に、自発的に実施



①地拵え作業前



②地拵え作業



③地拵え作業後

[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、植付け前に地拵えをした方が今後の作業の安全性等の面から必要と判断し、自主的に実施した。
2. 機械は林地に進入できないため、植栽列を人力による草刈り中心で実施した。

【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 ¥17,000) = ¥306,000(推定)

・刈払機日額(燃料込) (¥1,260 × 18 人) = ¥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) ¥174,830(/ha)

6.2.2 植付け作業

表 6.3 植付けに関する諸元 (若山谷口両平山国有林)

項目	名称・データ等
植付け年月日	平成 26 年 11 月 26 日～12 月 2 日
苗種	スギコンテナ苗 (300cc)
植栽面積	1.88 (ha)
植栽本数・植栽密度	4,650 (本)・2,500 (本/ha)
植栽方法	方形植え (列間 2m、苗間 2m)
植栽器具	コンテナ苗移植穴明器
特記事項	隣接 291 ろ林小班で使用中のフォワードを苗運搬に活用



[植付け時のポイント]

1. 列間 2m、苗間 2m の方形植えで植付けた（写真①）。
2. 植栽器具は高知県安芸市で製作されている「コンテナ苗移植穴明器」を使用した
が、破損する事案もあった（写真②（合成））。
3. コンテナ苗の植付け時には、隣接 291 ろ林小班で稼働中のフォワーダを運搬に活用
した（写真③）。
4. 植栽本数を出役人工で単純に除した労働生産性は、**388 本/人日**となった。

【所要人工・経費例】（赤字は推定部分、他は実績を示す）

- ・(12 人工) × (日額人件費 ¥ 17,000) = ¥ 204,000 (推定)
- ・スギコンテナ苗 ¥ 162 × 4,650 本 = ¥ 753,300
- ・フォワーダ日額 (¥ 13,600 + 燃料 500 × ¥ 100) = ¥ 18,600 (推定)

合計 ¥ 519,096 (/ha)

【所要総人工・経費総額例】

- ・人工: 伐倒搬出 162 人工 + 地拵え 18 人工 + 植付 12 人工
- ・経費: 伐倒搬出 ¥ 2,805,409 + 地拵え ¥ 174,830 + 植付 ¥ 519,096

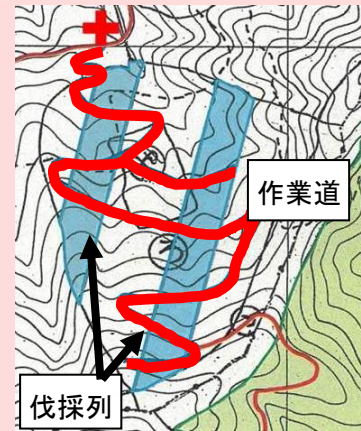


人工合計 102.1 人 (/ha)

経費合計(推定) ¥ 3,499,335 (/ha)

6.3 事例から見える『低コスト造林』に向けた要点

1. 当地での事例は、伐出が終わった後に、別途植栽作業を請け負ったもので、厳密には一貫作業ではなかった。
2. （伐採時）施業地には高密路網が配置されていたため、地拵え作業の軽減化を念頭に、機械で届く範囲の枝条を事前に整理しておくことが望ましい。
3. （植付け前）傾斜があるため、地拵え全てを重機で行うことはできない。仕様書にはなかったが、植付けまでの空白期間に生育した草本の草刈りを中心に、植付け前に実施しておくことで、植付け作業や今後の下刈り作業の安全性・効率性が図られ、トータルコストで低コスト化に貢献できる。
4. （植付け前）周辺で稼働中のフォワーダで、苗木の運搬を行い、労働強度の低減を図った。




5. （植付け時）高密路網を活用し、小運搬距離が短くなり省力化が図られた。
6. （植付け時）コンテナ苗移植穴明器は新たに開発された器具であるが、重量があり移動に負担がかかる。また、土壌状況により数度の打撃が必要であったり、器具が損壊するなど、今後の改良が必要である。

ⁱ 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.

平成 28 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 29 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

〒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