

造林に係る省力化・低コスト技術指針について

令和7年9月18日

林野庁整備課 造林間伐対策室

1. 造林に係る省力化・低コスト技術指針の背景
2. 技術指針の構成
3. 技術指針の概要
4. 今後に向けて

1

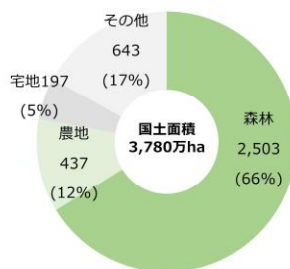
1. 背景

森林の現状と人工林の齢級構成

- 旺盛な木材需要に対応して拡大造林が進められ、森林面積の約4割、1,000万haを超える人工林が造成され、現在の森林が構成されている。
- 全国的に造成された人工林は、本格的な利用期に入り、主伐が増加しているが、主伐後の再造林は伐採面積に対して低位な状況となっている。

■ 国土面積と森林面積の内訳

(単位: 万ha)



資料: 国土交通省「令和6年版土地白書」
(国土面積は令和2年の数値)
注1: 計の不一致は、四捨五入による。
注2: 林野庁「森林資源の現状」とは森林面積の調査手法及び時点が異なる。

■ 人工林の齢級構成 (R3年度末時点)



資料: 林野庁「森林資源の現状」(令和4年3月31日現在)
※森林法第5条及び第7条の2に基づく森林計画の対象となる森林の面積

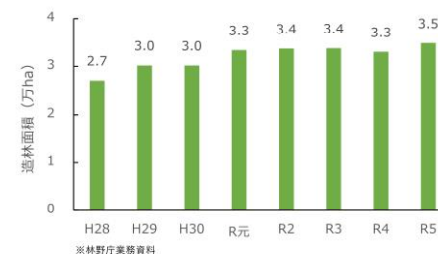
2

1. 背景

再造林巡る現状と課題

- 人工林資源が本格的な利用期を迎えている一方、造林面積は3万ha程度で推移しており、資源の循環利用を進めるにあたり、再造林対策が重要。
- 再造林が進まない理由として、将来の収益では造林費用をまかなえないことが第一に挙げられており、再造林対策を進めるには、販売収入を上げ、再造林コストを低減し、収益構造を改善する取組が急務。

■ 造林面積の推移



■ 立木販売収入と造林初期費用



資料: R6年度標準単価(スギ3000本/ha標準、下刈5回、獣害防護柵400m)
※立木販売収入はR5年スギ山立木単価にスギ10割の平均材積315m³/haを乗じて算出

■ 再造林を実施しない理由 (森林組合が把握する管内組合員の意向)



資料: 令和2年度森林資源の循環利用に関する意見・意向調査(林業部)
※山林を保有している経営体への「今後5年間に主伐を実施する予定及び主伐を予定する場合の更新の予定」の質問において「主伐後に再造林を行うつもりはない」「伐採に連した山林はあるが、主伐を実施する予定はない」と答えた経営体に対して質問したもの

立木販売収入を上げ、

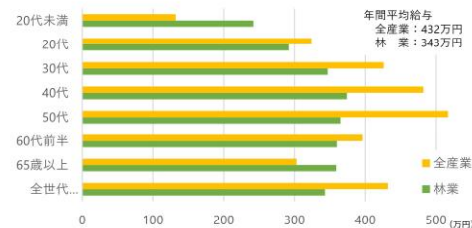
- ① 山をまとめる
- ② 自然的・社会的条件が良い森林での主伐・再造林
- ③ 生産・流通コストの低減
- ④ 付加価値の向上
- ⑤ 多様な収入源

再造林コストを低減し、
収益構造を改善する取組が急務

3

林業従事者の課題 ～特に育林従事者の減少～

■ 林業従事者年間平均給与



■ 林業従事者の推移



■ 年齢別育林従事者の推移



■ 年齢別伐木・造材・集材従事者の推移



省力・低コスト造林に関わる技術の進展

- 林業を持続的な産業へと発展させ、伐採後の再造林を確保していくためには、造林コストの低減や造林作業の省力化が必要となる。

苗木生産の効率化

- ・コンテナ苗の導入
- ・生産工程の高度化



コンテナ苗の活用



ハウス内で育苗

地拵え・植栽の効率化

- ・伐採と造林の一貫作業システムの導入



グラブを用いた地拵え

植栽効率の向上・育林作業の機械化

- ・低密度植栽の実施
- ・下刈り機械の導入



低密度植栽

機械による下刈り

下刈りの省力化 等

- ・エリートツリー等の活用
- ・大苗の活用
- ・下刈り回数や方法の見直し

植栽後4年
(←6m)
(↓2.8m)

従来品種

造林に係る省力化・低コスト技術指針作成の目的

- ・ 省力・低コスト造林技術に係る実証や調査などの取組は、様々な主体により各地で行われている。
 - ✓ 技術の範囲が限定的・研究ベースである・実施主体が異なることからバラバラに公表されている。
 - ✓ 普及も限定的で成果が有効に活用されていない。



各地での取組の成果を体系的にとりまとめ
我が国における省力・低コスト造林の確実な実装を
図るための道しるべが必要。

「造林に係る省力化・低コスト技術指針」
を策定

造林に係る省力化・低コスト技術指針目次

- 第1．趣旨
- 第2．本指針の対象範囲
- 第3．用語の定義
- 第4．通常の造林技術
- 第5．具体的な省力・低コスト化技術
- 第6．標準的な組み合わせ
- 第7．その他

2. 指針の構成 技術指針と解説書の構成

(1) 機械による地拵え

- ① 機械による地拵えは、伐採・搬出に使う機械を地拵えに活用する作業であり、人力による地拵えと比べて、作業の省力・低コスト化を図ることが可能となる。
- ② 特に平坦地や緩傾斜地においては、機械を林内走行させることで機械による作業範囲が広くなることから省力化の効果が大きい。
- ③ 機械による地拵えの実施に当たっては、伐採・搬出時に使用したグラブブルを用いて作業するが、伐採作業の段階から末木枝葉の崩落や、金木集材による末木枝葉の林外への持ち出しなど、地拵えの生産性向上を意図した伐倒処理を行う必要がある。
- ④ なお、造林作業まで一定の期間が空く場合であっても、機械を他の伐採現場へ移動させる前には、地拵えを終わらせることが重要である。

【解説】

- ① 機械による地拵えは、伐採・搬出時に使用する機械を用いて行うが、林地の傾斜や路網密度によって使用できる機械は異なるため、それらの機械に応じて、実際の地拵え作業の方法を検討する必要がある。
- ② なお、地拵えに着手する前の伐採作業の際に、林地に散乱する末木枝葉等や造材場所へ排出される末木枝葉の溜まり場所を事前に計画すること。特に枝払い・工切りで排出される多量の末木枝葉を林内の走行路沿い等に崩落させること、金木集材により造材を路上で行うこと等により、より効率的な作業が可能となる。
- ③ 実際の作業に当たっては、丸太をつかむ機能を持つ機械等を用いた作業が基本となる(図3)。また、丸太をつかむ機能と掘削機能を合わせ持つグラブブルバケットにより末木枝葉等をバケットで掻き集め搬出する方法もある。この場合、表土を地掻きすることとなるため、結果的に競合する雑草木の種子等もある程度除去され、その後の下刈り回数の削減効果も認められる¹⁾が、傾斜が緩やかであるなど表土が流出するおそれがないような箇所で行う必要がある。



図3 機械による地拵えの事例

(左: グラブブル、中: プロセッサ、右: グラブブルバケット)

技術指針

- ✓ すでに概念的に標準化されているような技術についてまとめ。
- ✓ 記載する事項はシンプルに、各技術がどういったものなのかを説明。

解説書

- ✓ 技術指針で示したその効果や根拠について、図表を用いて解説。
- ✓ 現場感覚で容易に理解できるような再造林作業の流れを意識して記載。
- ✓ 解説の根拠として引用文献を記載。

8

3. 指針概要 第1 趣旨

(☞指針 P1)

Point

- 本指針は、**既存の省力・低コスト造林に係る技術**について、**基本的な考え方、技術的事項、作業上の留意点等を定め、造林費用の低減と確実な成林を図ることを目的とする。**
- 省力・低コスト造林を推進する背景及び必要性について、解説で具体的に記載。
- 事業実施に当たっては、**現場において、省力・低コスト化が図られる手法を検討・選択し組み合わせて実施する。**
- なお、記載している造林技術は今後の技術水準の向上も踏まえ適宜見直す。

9

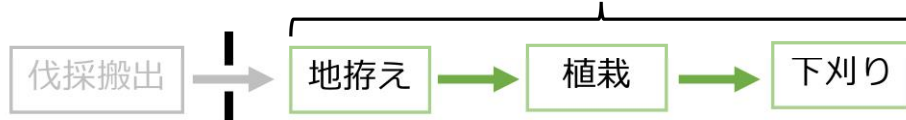
3. 指針概要 第2 本指針の対象範囲

(☞指針 P4)

Point

- 合板や集成材等を用途とする、いわゆる「並材」を生産目標の中心とする育成単層林を造成することを目的とした造林技術を対象とする。
- 対象樹種は、現在の人工林の主要構成樹種であり、日本全国で広く造林されている「**スギ・ヒノキ・カラマツ**」とする。
- 対象作業種は、「地拵え、植栽、下刈り」とする。

再造林作業



10

(参考コラム) 生産性(効率) = アウトプット / インプット

○製造業の場合

$$\text{生産性(効率)} = \frac{\text{アウトプット: 製品、サービス、機能、品質、納期、生産量、売価など}}{\text{インプット: コスト(人、設備、材料、エネルギー、情報)}}$$

全体の生産性(効率)を上げるには、

- ① アウトプットを増やす
- ② インプットを減らす
- ③ ①と②の両方を図る

→ アウトプットの増大分よりインプットの増大分が大きいのは非効率

①、②、③の中でいずれが最も実現しやすいかを判断して取り組むことが重要

参考: 橋本賢一著「ナットク現場改善シリーズ」よくわかる「ムダとり」の本 日刊工業新聞社

○林業(森林整備)の場合

$$\text{生産性(効率)} = \frac{\text{アウトプット: 公益的機能、木材(販売収入)}}{\text{インプット: 手間(経費(資材・労力))、時間}}$$

並材生産でそのインプットは必要か? という視点

11

Point

- 指針としてまとめるにあたり、その前提となる用語について、これまで明確に定義をされていたものも少ないことから、改めて本指針において用語を定義。

定義された用語

造林、人工造林、再造林、省力・低コスト化、地拵え、苗木、裸苗、コンテナ苗、大苗、成長に優れた苗木、エリートツリー等、植栽、植栽木、低密度植栽、下刈り、伐採と造林の一貫作業、機械

Point

- 第5で記載する「具体的な省力・低コスト化技術」と比較する形で、通常の技術を記載。
- 通常の造林技術は、基本的には人力での作業が主体。



人力による地拵え



人力による苗木運搬
植栽密度3,000本/ha
(裸苗の植栽)



人力による下刈り
(毎年継続で複数回)

指針

本指針に定める造林に係る労力やコストの削減に資する技術は以下をいう。

- (1) 機械による地拵え
- (2) 機械による苗木運搬
- (3) コンテナ苗の植栽
- (4) 伐採と造林の一貫作業
- (5) 低密度植栽
- (6) 下刈り回数の削減
- (7) 下刈り面積の削減
- (8) 付帯施設整備での省力化

(参考コラム) ECRSの原則

作業・業務の改善をするための順番と視点を示したもの。

現場には、改善の対象がたくさんあり、例えば、生産される製品が滞貨している、作業の待ち時間がある、機械が遊んでいるといった場合、どこかに問題(無駄、無理)が存在。このような改善の必要性を意識し、不断に改善していくことが重要。

ECRSの原則によって得られる改善効果は、一般的にEが最も大きく、C、R、Sの順に小さくなる

Eliminate(排除) 無くせないか？

Combine(結合) 一緒にできないか？分けた方がよいか？

Rearrange(交換・順序変え) 順序や人員を変更できないか？

Simplify(簡素化) 単純化できないか？

原則 改善 検討	現状認識	What	Where	When	Who	How
		何を	何处で	何時	誰が	どのように
原則 改善 着想	目的: Why	何のために	なぜそこで	なぜその時に	なぜその人が	なぜそのように
	改善の四原則 (ECRSの原則)	E(排除)	C(結合)		R(入替)	
	着想	やめられないか	同じ場所で 他の場所で	同時に 他の時に	同じ人で 他の人で	簡単に できないか
造林の場合(例)		低密度植栽、 下刈回数削減 下刈面積削減	伐出機械による地拵 伐出機械による苗木運搬・資材運搬 伐採・造林一貫作業 コンテナ苗による植栽			コンテナ苗 による植栽 植栽器具

ECRSの原則はE(Eliminate):排除、C(Combine):結合、R(Rearrange):入替、S(Simplify):簡素化を示し、E(排除)が最も重要(他の3つも結果として何かをなくす取組でEに帰着)

参考:橋本賢一著 ナットク現場改善シリーズ「よくわかる「ムダとり」の本」 日刊工業新聞社

○ 造林の省力化・低コスト化

- 「工程そのもの(=仕様)」をなくす(減らす)取組
- 並材生産を目的とした場合インプットが過大でないか?
- 「工程」を工夫する取組
- 一緒にやる、時期を変える、器具を工夫すること等でインプットを減らせないか

Point

- 広く全国でその効果が認められる省力・低コスト化技術について整理。
- 現場における施業の実施に当たっては、本指針で記載した留意点を踏まえた上で、**取組が可能となる具体的な手法を検討・選択して組み合わせ、省力・低コスト化が可能となる造林手法を検討・実践することが重要。**
- 全国各地において研究・実証されている省力・低コスト化に資する技術については、「第7 その他」において参考情報として記述。

3. 指針概要
第5 (1) 機械による地拵え

指針

- ① 機械による地拵えは、伐採・搬出に使う機械等を地拵えに活用する作業であり、人力による地拵えと比べて、作業の省力・低コスト化を図ることが可能となる。
- ② 特に平坦地や緩傾斜地にあつては、機械を林内走行させることでグラップル等による作業範囲が広がることから省力化の効果が高い。
- ③ 機械による地拵えの実施に当たっては、伐採・搬出時に使用したグラップル等を用いて作業するが、伐採作業の段階から末木枝条等の筋置きや、全木集材による末木枝条の林外への持ち出しなど、地拵えの生産性向上を意識した伐倒処理を行う必要がある。
- ④ なお、造林作業まで一定の期間が空く場合であっても、機械を他の伐採現場へ移動させる前には、地拵えを終わらせることが重要である。

3. 指針概要
第5 (1) 機械による地拵え

Point

- 伐採・搬出に使用する林業機械等を用いて行うため、**使用する機械に応じて、実際の地拵え作業の方法を検討**する必要。
- また、**伐採作業の際に、その後の機械地拵えや植栽の生産性向上を特に意識して取り組むことが必要。**
- また、重量物や嵩が張る末木枝条を除去することを重視し、植栽や下刈り作業が支障なくできる程度を目安に、地拵えを行うことが適当。

森林整備事業における標準工程の違い

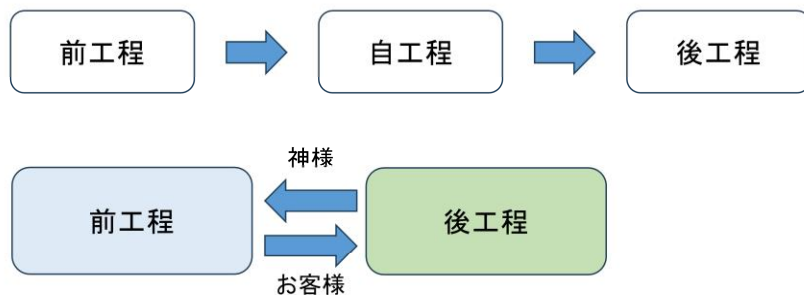
人力地拵え 13.7～19.3人/ha → 機械地拵え 4.54人/ha

「前工程は神様、後工程はお客様」

前工程は神様 : 自分ではできないこと。感謝。

後工程はお客様 : 後工程への配慮。

後工程、全体への配慮により
全体の生産性が上がる。



20

第5 (1) 機械による地拵え

■ 機械地拵えの生産性の事例

(📍指針P10)

車両系・林内走行

傾斜	地拵え生産性 (ha/人日)	地拵えの 形態	伐採生産性 (m³/人日)	調査 場所
0~5	1.74	機械	15.7	北海道 千歳市
10	0.42	機械	19.5	長野県 信濃町
11.4	0.14	機械	14.8	長野県 南牧村
15	0.13	機械	9.14	熊本県 水俣市
11~20	0.3	ほぼ機械	10.1	北海道 下川町
11~20	0.26	機械	4.7	鹿児島県 曾於市
11~20	0.23	ほぼ機械	7.2	長崎県 佐世保市
11~20	0.12	ほぼ機械	15.3	山形県 西川町

車両系・路上走行

傾斜	地拵え生産性 (ha/人日)	地拵えの 形態	伐採生産性 (m³/人日)	調査 場所
11~20	0.1	機械 3 人力 7	13.9	広島県 東城町
21~30	0.2	機械 人力	7.3	大分県 九重町
21~30	0.08	機械 6 人力 4	18.3	茨城県 城里町
21~30	0.06	機械 6 人力 4	10.6	茨城県 城里町
21~30	0.03	機械 3 人力 7	7.2	茨城県 城里町



林内走行による地拵え

路上走行による地拵え

21

第5 (1) 機械による地拵え

■ グラップルによる地拵えの様子



22

第5 (2) 機械による苗木運搬

(📍指針P11)

指針

- ① 機械による苗木運搬は、集材・搬出時に利用したフォワーダや架線系機械を用いて行う作業であり、人肩による苗木運搬と比較して省力化を図ることが可能となる。
- ② 苗木運搬に当たっては、機械を撤収する前に行えるよう、伐採・搬出の完了時期と植栽時期を綿密に調整して作業計画を検討することが重要である。
- ③ また、植栽適期が長いなどの特性を有するコンテナ苗の利用が推奨されるが、苗木を運搬したのちすぐに植栽ができない場合は、日射を避けた現地保管や裸苗を用いる際には仮植を適切に行う必要がある。

23

Point

- 搬出に用いる機械に応じて苗木の運搬量等を検討。
- 伐採・搬出の完了時期と植栽時期を綿密に調整して作業計画を検討することが重要で、**素材生産者と造林者、造林者と種苗生産者の連携・情報共有が必要**。
- 苗木は植栽適期が長く、裸苗より乾燥に強いコンテナ苗が有効。**一時的に現地保管が必要な場合には、苗木の束に末木枝条を被せて保管し、強い日射や乾燥を回避**。



フォワーダによる運搬

森林整備事業における標準工程の違い

人力運搬 0.55人/千本 → フォワーダ運搬 0.06人/千本

指針

- ① コンテナ苗は、植栽の適期が長いことから、植栽作業の時期を平準化することが可能となるほか、植栽時の植え穴掘り作業が裸苗植栽に比較し容易であるため、熟練者でなくとも植栽作業の省力化を図ることが可能となる。
- ② コンテナ苗の選定に当たっては、地上部のバランスが良く根鉢が十分に形成された優良な苗木を選ぶようにする。
- ③ コンテナ苗の植栽に当たっては、根鉢が崩れないよう運搬し、土壌が極端に乾燥する時期や凍結する時期を避けるようにする。また、事業地の傾斜や土壌等の条件に適した植栽器具を使用することで、植栽効率をあげることが可能となる。

Point

- コンテナ苗は裸苗に比較し耐乾燥性を有することから**植栽の適期が長く、植栽作業の平準化が可能**。
- コンテナ苗の根鉢サイズの植え穴を掘ればよく、裸苗に比較し掘り上げる土壌の嵩が少なく、作業の省力化が可能。
- **植栽に用いる器具を場所に応じて使い分けることで植栽効率を上げることが可能**。

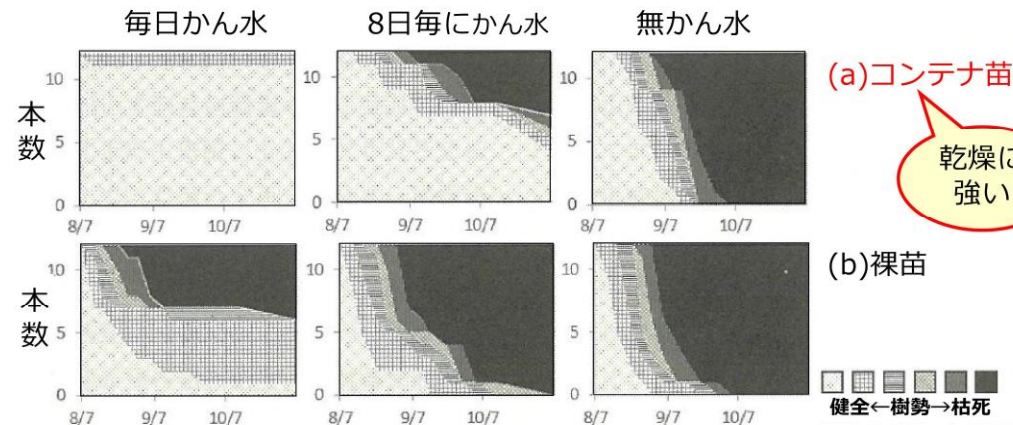


コンテナ苗の根鉢

森林整備事業における標準工程の違い

裸苗植栽 0.41人/百本 → コンテナ苗植栽 0.36人/百本

■ コンテナ苗の耐乾燥性



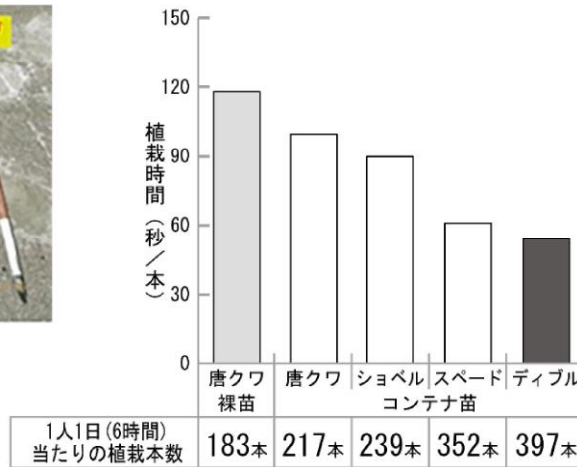
実験条件： 2015年8月ワグナーボットにコンテナ苗と裸苗を植栽
 : 屋根付き温室に置いて3日間十分にかん水
 : 毎日灌水 180ml (宮崎市の8月の日平均降水量に相当)
 : 8日間おき灌水 180ml (宮崎市の8月の連続最大無降雨日数の平均)

実験結果： **毎日灌水した場合、コンテナ苗では樹勢の衰えが見られなかったが、裸苗では半数近くが枯死した。**他の処理でもコンテナ苗で枯死数が少なく生存期間が長かった (伊藤哲ら2019を一部改変)

■ 植栽器具の違い



■ 植栽器具別の植栽本数



指針

- ① 伐採と造林の一貫作業は、伐採・搬出作業とそれに続けて植栽を一貫して行うことで、地拵えから植栽までの作業の効率化を図るものであり、（1）～（3）に定めた、機械による地拵え、機械による苗木運搬、コンテナ苗の植栽等を並行又は連続して行うことで、なお一層の省力・低コスト化が可能となる。
- ② 一貫作業の実施に当たっては、伐採と造林を行う事業者が異なることが多いことから、各段階における作業手順を事前に検討することや、作業間の連携や伐採・搬出作業と造林作業の連携を図ることが重要である。
- ③ そのため、
 - ア 複数の関係者で作業を行うことが多くなることから、それぞれの作業分担、作業日程等について事前に打合せをすること
 - イ 作業の進捗状況や見通しについて共有するなど密に連携すること
 - ウ 伐採時から、その後の造林作業の効率を考慮して作業すること等に留意が必要である。

Point

- 伐採（＋機械地拵えと苗木運搬）と造林で事業者が異なることも多いことから、**各作業の連携が重要。また同一事業者でも作業間連携が重要。**
- 伐採事業者は造林事業者ともそれぞれの**伐採・機械地拵え・苗木運搬の作業進捗や植栽作業場所等を確認し、各種調整を図ることが必要。**
- 実施に当たっては、**都道府県等で実施に向けたガイドラインの作成も有効。**



伐採 → 搬出 → 地拵え → 植付

■ 一貫作業による労働投入量と通常施業の比較

	地拵え （人日/ha）	植栽 （人日/ha）	合計 （人日/ha）	一貫作業システム / 通常施業
北海道千歳市での実証（北海道局） 一貫作業	0.6	4.6	5.2	16%
通常施業	14.3	19.1	33.4	—
山形県西川町での実証（東北局） 一貫作業	8.3	7.5	15.8	43%
通常施業	20	16.8	36.8	—

北海道 作業システム



伐倒・造材（ハーベスタ）

地拵え（グラブ）

苗木運搬（軽トラック）

植栽（アースオーガー）

山形県 作業システム



伐倒・造材（チェーンソー）

地拵え（グラブ）

苗木運搬（フォワード）

植栽（ディブル）

第5（4）伐採と造林の一貫作業

■ 一貫作業による地拵えコストの削減

(指針 P16～17)

実証場所	作業方法	地拵えの方法	コスト	
北海道千歳市での実証（北海道局）	一貫作業	グラップル	約12万円/ha	約6割減
	通常施業	人力（刈払機含む）	約32万円/ha	－
山形県西川町での実証（東北局）	一貫作業	グラップル（刈払機含む）	約22万円/ha	約3割減
	通常施業	人力（刈払機含む）	約31万円/ha	－

※林野庁「低コスト造林技術実証・導入促進事業（2018）」

■ 一貫作業による下刈り作業の省略

✓ 従来の作業（伐採2年後に地拵え・植栽）

H28.1 地拵え・植栽



H28.8 下刈り前



植栽1年目から下刈りが必要

H29.2 地拵え・植栽



H29.8 下刈り省略



植栽1年目の下刈りが不要に

32

第5（5）低密度植栽

(指針 P18～20)

Point

- 植栽時に省力・低コスト化が可能になるのみならず、**下刈り作業等においてもコストを低減させる可能性あり。**
- 気候条件や競合植生にもよるが、**1,500本/haが下限の目安とするのが望ましい。**並材生産の場合、この本数以上であれば将来の収獲材積や材質の担保が可能。
- 植栽密度が低下するほど林冠閉鎖に時間を要するため、下刈り終了後の継続的な保育作業（ツル切りや除伐）の必要性に留意。

カラマツ 低密度植栽試験地
(岩手県紫波町)スギ 低密度植栽試験地
(熊本県美里町)ヒノキ 低密度植栽試験地
(岡山県吉備中央町)

34

第5（5）低密度植栽

(指針 P18)

指針

- ① 植栽本数を減少させることにより、苗木に係る資材費及び植栽に要する労務費が低減できる。
- ② また、植栽時のみならず下刈り等を行う際にも、刈り払い時に注意を払うべき植栽木の本数が少ないことから、効率化が図られる可能性がある。
- ③ 低密度植栽の実施に当たっては、樹種の特長、気象害等による枯損の可能性、ツル植物を含む競合する雑草の繁茂状況等を勘案して、植栽密度を検討することが重要である。

33

第5（5）低密度植栽

■ 生産目標との関係

低密度植栽での樹木の形状

- ✓ 通常の植栽密度よりも、単木当たりの葉量が増え、単木レベルでの物質生産量が増える。
- ✓ 特に肥大成長が促進され、年輪幅が広がる。
- ✓ 太枝が多くなり、結果的に採材時に節が多くなる。
- ✓ 樹幹は梢殺（うらごけ）になる。

近年の木材加工技術の進展
集成材や合板の利用拡大といった木材需要の変化

合板や集成材といった加工向けの並材の生産を目指すのであれば、**再造林の際の選択枝の一つ**になる。

35

- 吉野林業の密植はどのように生まれたか
山主から山守への造林費の支払いが、植え付け本数で決まっていたから一箇所ですできるだけ多く植えたため。

参考: 村尾行一「間違いだらけの日本林業ー未来への教訓ー」日本林業調査会

植栽本数と苗間の関係

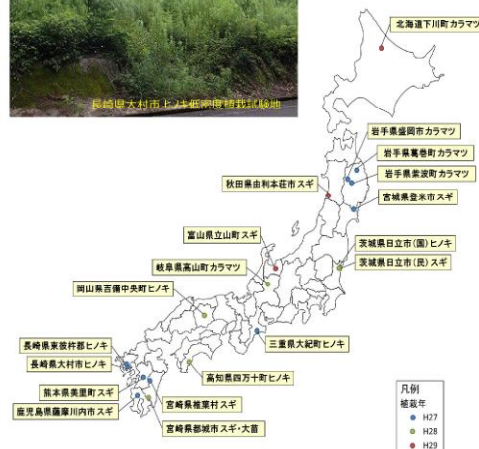
植栽本数 (本/ha)	苗間 (cm)	差 (cm) (3,000本 ベース)
1,500	258	35
2,000	224	24
2,500	200	17
3,000	183	0
3,500	169	-14
4,000	158	-11
4,500	149	-9
5,000	141	-8



36

■ 低密度植栽実証試験地での下刈り時間短縮の状況

(指針 P20)



林野庁 低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業
(H27～R元年度)

都道府県	市町村	樹種	平均下刈り時間 (人時間/ha)	
			2500本/ha区	1600本/ha区
北海道	下川町	カラマツ	13.3	18.4
岩手県	紫波町	カラマツ	22.9	20.9
岩手県	盛岡市	カラマツ	36.9	33.0
岩手県	葛巻町	カラマツ	30.2	25.2
宮城県	登米市	スギ	32.5	21.9
秋田県	由利本荘市	スギ	24.9	22.7
茨城県	日立市	ヒノキ	22.7	22.2
茨城県	日立市	スギ	25.7	24.1
富山県	立山町	スギ	26.1	20.1
岐阜県	高山市	カラマツ	29.2	20.5
三重県	大紀町	ヒノキ	33.0	43.3
岡山県	吉備中央町	ヒノキ	19.2	14.1
高知県	四万十町	ヒノキ	16.1	15.4
長崎県	大村市	ヒノキ	31.9	26.5
長崎県	東彼杵町	ヒノキ	40.4	25.8
熊本県	美里町	スギ	24.2	26.9
宮崎県	椎葉村	スギ	18.0	15.4
宮崎県	都城市	スギ	26.0	19.1
鹿児島県	薩摩川内市	スギ	36.0	38.7

※植栽2～3年目の夏に下刈り行程調査を実施
※薄黄色セルは低密度植栽で下刈り作業時間が短縮されている事例

37

(指針 P21)

指針

- ① 下刈りは、植栽木と雑草木の競合状態をもとに、実施の要否を判断することにより、不要な作業を行わないことが可能となる。
- ② 下刈りの要否は、下刈りを実施する時期における競合雑草木のタイプや高さを想定し判断する。その際には、植栽樹種の特性や雑草木のタイプを踏まえた要否の判断を行うことが重要である。
- ③ また、植栽木として大苗や成長に優れた苗木等を用いることでも、周辺の競合する雑草木との樹高競争から早期に抜け出し、下刈り回数の削減や下刈り完了までの期間を短縮することが可能となる。

38

(指針 P21～27)

Point

- 競合状態 (C区分) を用いて下刈り要否を判断するが、結果のフィードバックを通じて、翌年度以降の判断目安の高度化を図ることが必要。
- 樹種毎に競合状態への成長反応が異なること、競合植生タイプ毎に成長・繁殖特性が異なるため、下刈り判断のフロー図及び記載の各留意点を参考に、下刈り回数削減の判断。
- また、大苗や成長に優れた苗木を用いることも下刈り回数削減に効果的。



ススキ型



ササ型



広葉草本型

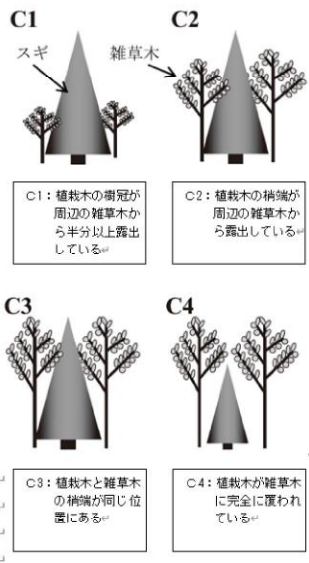


木本型

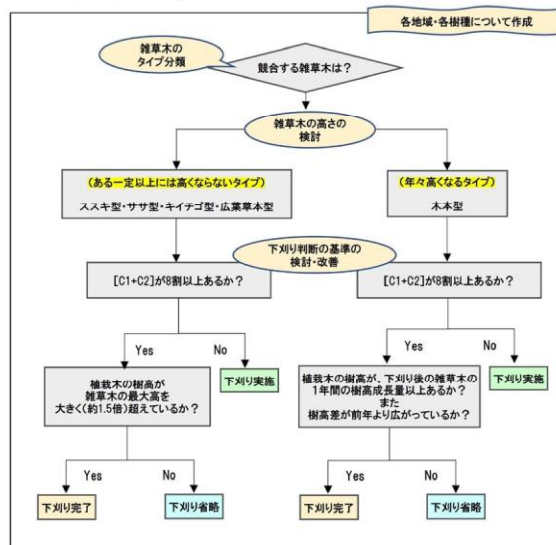
(and more...)

39

■ 植栽木と雑草木の競合状態
(C区分)



■ 下刈り判断のフロー図



40

■ 大苗植栽による下刈り回数削減の事例

(指針 P26～27)

調査地	伐採年	植栽年	苗種 平均苗長	競合植生 優占種	下刈り				
					1年	2年	3年	4年	5年
岩手県 遠野市	2009年 2～3月	2009年 9月	裸苗 約60cm	イチゴ タラノキ	×	○	×	終	
高知県 土佐町	2007年 春	2010年 春	裸苗 76cm	イチゴ タラノキ	×	○	×	○	×
熊本県 人吉市	2015年 秋	2017年 3月	コンテナ苗 70～90cm	ススキ	○	×	×	×	終
宮崎県 都城市	2016年 秋	2017年 1月	コンテナ苗 57cm/92cm	アカメガシワ クサギ	×	○	○	×	終



遠野市 14年生

土佐町 13年生

人吉市 6年生

都城市 6年生

現況の確認調査は2022年に実施（写真も同時期に撮影）

41

指針

(指針 P28)

- ① 下刈り面積の削減は、植栽木の成長に直接的に影響を及ぼす植栽木周辺の雑草木のみを刈り払うことで、対象地域の全ての雑草木を刈り払う場合と比較し、下刈りの省力化を図ることが可能となる。
- ② 刈り払う面積を減少させる方法としては、筋刈りや坪刈りがある。
- ③ 下刈り作業の実施に当たっては、刈り残しの雑草木が植栽木に影響を与えないよう、樹種の特長や競合する雑草木に留意する必要がある。

42

(指針 P28)

Point

- 雑草木が残存することから、**気象緩和の効果があり、寒風害等のリスクがある幼齢林分や比較的被陰に耐える陰樹**に対してはその影響が小さく、実施可能であり、植栽間隔が広い**低密度植栽の林分で実施することが効果的**。
- 動物類の隠れ場となりやすく食害を誘発するリスクがあるため、このような林地での実施には留意が必要。



筋刈りの様子

森林整備事業における標準工程の違い

全刈り
6.8人/ha



筋刈り
2.2人/ha

43

指針

- ① 集材・搬出時に利用したフォワーダや架線系機械を用いて、獣害防護柵等の付帯施設に係る資材を運搬することで、人肩運搬と比較して省力化を図ることが可能となる。
- ② 機械による付帯施設に係る資材の運搬に当たっては、機械による苗木運搬と同様に、伐採搬出の時期と作業時期を綿密に調整し作業計画を立てることが必要である。

Point

- 機械による苗木運搬と同様に、獣害防護柵等の資材を機械運搬することで、省力化を図ることが可能。
- 留意点は「機械による苗木運搬」と同一。



獣害防護柵等の運搬

指針

第5に定めた技術を組み合わせて行う標準的な造林方法については、以下のとおりとする。

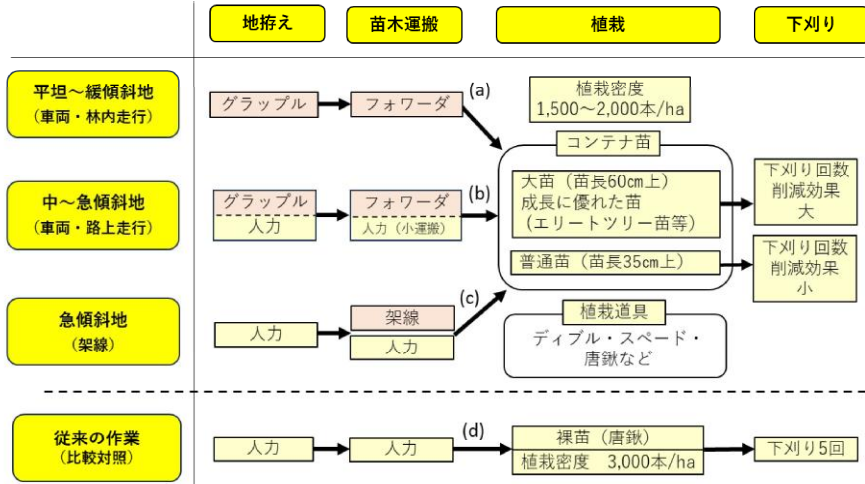
- （1）平坦地から緩傾斜地においては、伐採・搬出に用いる機械の林内走行が可能であり、造林作業においても当該機械を活用することができることから、
 - ① 機械による地拵え
 - ② 機械による苗木の運搬
 - ③ 専用器具によるコンテナ苗の低密度植栽を行うことを基本とする。
- （2）中～急傾斜地においては、森林作業道等の路網を機械が走行することとなるため、
 - ① 機械による地拵えと一部人力での地拵え
 - ② 機械による苗木運搬
 - ③ 専用器具によるコンテナ苗の低密度植栽を行うことを基本とする。特に高密度に路網が整備された箇所においては、機械による作業範囲が広くなり、労力やコストの削減の効果が高くなる。

指針

- （3）路網の開設が困難な急傾斜地においては、車両系機械の活用が期待できないが、
 - ① 架線による全木集材による末木枝条の林外搬出を通じた地拵え作業の低減
 - ② 架線による苗木運搬を行うことにより、労力やコストの削減が図られることとなる。
- （4）1～3とあわせて、大苗や成長の優れた苗を使うことにより、下刈り回数の削減も可能となることから、各作業工程のみならず、造林作業全般の労力やコストの削減が図られることとなる。
- （5）下刈りについては、選択した植栽木や周辺の雑草木の状況を踏まえ、具体的な実施方法を検討することが重要である。

Point

- 傾斜に応じた作業システムと合わせて、組み合わせを検討することが重要。



48

指針

- 造林に係る労力やコストの削減に資する技術については、本指針で定めるもののほか、調査・実証 段階にあるものも多いことから、国・都道府県・市町村・現場のそれぞれの段階において、研究・技術開発等の取組を推進することが重要である。
- また、その実施に当たっても、傾斜区分と作業システムに応じた路網を活用することが重要であり、路網の整備に当たっては、継続的に利用することを前提として、林野庁が定める各種の規程や規範に基づいて整備を行う必要がある。

49

Point

- 第5で示した技術以外にも、未だ実証段階にあるものも多く、それらの研究・技術開発等の取組を推進。
- 特に、調査・実証等が行われている技術として、**ドローンによる苗木運搬、機械による下刈り、小型運搬車による苗木運搬**等について説明。



ドローンによる苗木運搬



機械による下刈り



小型運搬車による苗木運搬

50

- 省力・低コスト造林技術は、**各地で実証等が進んでおり、既に技術的に確立。**
- 需要の変化（並材メイン）、造林手の不足を考えれば、**これまでとは違う造林技術に取り組む必要。**
- 事業実施に当たっては、**現場において、省力・低コスト化が図られる手法を検討・選択し組み合わせる必要がある**であり、**皆様の現場でも積極的な実践をお願いしたい。**

51

令和6年度

省力・低コスト造林に係る技術指針

事例集

令和7<2025>年3月
林野庁

目次	頁
はじめに	1
(1) 機械による地植え	
事例1 緩傾斜地での機械地植え(長野県信濃町他)	3
事例2 中傾斜地での機械地植え(広島県三次市)	4
事例3 グラップルレーキを用いた機械地植え(長野県佐久穂町他)	5
(2) 機械による苗木運搬	
事例4 フォワーダによる苗木運搬(広島県三次市)	6
事例5 架線系機械による運搬(高知県土佐町他)	7
事例6 架線運搬されたコンテナ苗の現地保管(高知県土佐町他)	8
(3) コンテナ苗の植栽	
事例7 森林組合管理による苗木生産(宮崎県都城市)	9
(4) 伐採と造林の一貫作業	
事例8 ハーベスタ伐倒・造材による一貫作業(北海道千歳市)	10
事例9 チェンソー伐倒・造材による一貫作業(山形県西川町)	11
事例10 苗木の自前生産を含めた一貫作業への取組(徳島県つるぎ町他)	12
事例11 森林組合による一貫作業の取組(宮崎県都城市他)	13
(5) 低密度植栽	
事例12 低密度植栽による造林等のコスト削減(長崎県東彼杵町)	14
事例13 スギの植栽密度と推定林分材積(宮崎県日南市)	15
(6) 下刈り回数の削減	
事例14 雑草木との競合状態を観察して下刈り判断(長崎県東彼杵町)	16
事例15 下刈り回数の削減に及ぼす機械地植えの効果(長野県信濃町他)	17
事例16 スギ大苗(裸苗)を植栽して下刈り省略(岩手県遠野市)	18
事例17 スギ大苗(コンテナ苗)を植栽して下刈り省略(宮崎県都城市)	19
(8) 付帯施設整備	
事例18 フォワーダで獣害防止資材を運搬(広島県三次市)	20
事例19 架線で獣害防止資材を運搬(東京都檜原村)	21
事例20 架線集材後にドローンで苗木運搬(和歌山県日高川町)	22
事例21 多目的造林機械を用いた下刈り作業(宮崎県日南市)	23
事例22 クロータイプの運搬機で苗木運搬(茨城県大子町)	24
参考文献	25

はじめに

「令和5年度省力・低コスト造林に係る技術指針の策定に関する調査委託事業」及び「令和6年度省力・低コスト造林技術の普及に向けた調査委託事業」を通じて「省力・低コスト造林に係る技術指針」が策定された。当該技術指針は、林業現場での省力・低コスト造林技術の定着に向けて、林業研究機関や林野庁実証調査事業等で開発された個々の造林技術を体系的に整理したもので、「指針」とその「解説」から構成されている。

本事例集では、指針・解説に記載された個々の造林技術について、その基となった各地での調査取組事例等を紹介しており、それぞれの造林技術について理解を更に深め、普及啓発や現場レベルでの実践に活用されることを期待している。

なお、事例集で紹介する個々の造林技術は、指針の第5「具体的な省力・低コスト化技術」に示す技術項目の順番に対応するよう、(1) 機械による地植え、(2) 機械による苗木運搬、(3) コンテナ苗の植栽、(4) 伐採と造林の一貫作業、(5) 低密度植栽、(6) 下刈り回数の削減、(7) 下刈り面積の削減、(8) 付帯施設整備、等とし、各事例のタイトル欄には関連する指針の箇所(頁及び解説番号)を記載しリンクさせているので、それらと合わせて参考にご覧いただくことをお勧めする。

(1) 機械による地植え

事例1 緩傾斜地での機械地植え(長野県信濃町他)

技術指針の解説
P.8【解説】③～⑤

概要

- ✓ 長野県の地形が平坦～中傾斜(0～25°)の国有林及び民有林でグラップル及びバケットによる機械地植えの試験を実施。
- ✓ 機械地植えの方が人力地植えよりも約5～6倍の生産性となり、コストは約45～75%低下した結果となった。

■ 対象地の概要

場所	長野県(霊仙寺山国有林、浅間山国有林、大門山国有林、諏訪市民有林)
標高	820～1,340m
傾斜	0～25°
前生樹	スギ、カラマツ
実施年	2016年、2017年



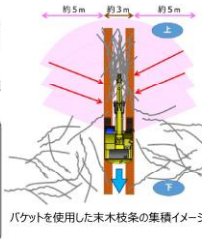
グラップル地植え



バケット地植え

■ 実施のポイント

- ✓ 全木集材を原則とし、造材は作業道または土場でを行い、伐倒、木寄せ時に折れた枝を地植えで枝条の棚にする(右図)。
 - ✓ バケットを使った地植えの方法は、以下の要領で実施した。
1. 斜面下から上方へ(枝根の位置を確認しながら)前進する。
 2. 斜面下方へ後退しながら、機体前方の左右に末木枝条をバケットの爪の部分で地面をなでるように寄せて集積する(土を掘り返さない)。
 3. 表層の腐植土壌、灌木類等の根株も含めて寄せる。
 4. 機械の走行路は棚(枝条)の下になるため、植栽する場所は踏み固めない。



■ 使用機械

試験地	種別	機種 (ベースマシン/アタッチメント)
霊仙寺国有林	バケット	コマツ PC138US
	グラップル	コベルコ SK135SR-2F/南星 BHS10KR-4
浅間山国有林	バケット	コマツ PC138US
	グラップル	CAT 314C/イワフジGS-90LJ
大門山国有林	バケット	コベルコ SK125SR
	グラップル	-
諏訪市民有林	バケット	-
	グラップル	日立 ZX50U/イワフジGS-50LJ

■ 得られた結果

- ✓ 人力地植えと比較して、グラップル地植えで約5倍、バケット地植えで約6倍の生産性となり、コストはバケット地植えで75%の減、グラップル地植えで45%の減となることが試算された。

地植え作業	生産性 (平均値±標準偏差)	コスト (平均値±標準偏差)
人力	131±28 m ² /人時	264±55千円/ha
グラップル	647±349 m ² /人時	146±81千円/ha
バケット	829±255 m ² /人時	67±27千円/ha

（１）機械による地ぢえ
事例２ 中傾斜地での機械地ぢえ（広島県三次市）

技術指針の解説
P.8【解説】③～⑤

概要

- ✓ 広島県の地形が平坦～中傾斜（0～25°）の民有林で立木の伐倒後の木寄せと地ぢえをグラブplにより実施。
- ✓ グラブplのアームが届かない範囲は人力地ぢえを実施。
- ✓ 機械による地ぢえは標準的な人力地ぢえと比較して約3.4倍の生産性となった。

■ 対象地の概要

場所	広島県 （三次市民有林）
標高	511～562m
傾斜	0～25°
前生樹	スギ、ヒノキ
実施年	2021年

グラブplによる地ぢえ

グラブplによる木寄せ

傾斜地における人力地ぢえ

■ 実施のポイント

- ✓ 傾斜があつてグラブplによる機械地ぢえができなかった場所は人力による地ぢえを行った。
- ✓ グラブplの木寄せと地ぢえの稼働時間を分別した結果、木寄せが全体の47%、機械地ぢえが39%であつた。
- ✓ 伐採で発生した末木枝条は、バイオマス燃料として利用した。

■ 得られた結果

- ✓ 機械地ぢえは、2.95haで9.3人日であつた（下表）。
- ✓ 機械地ぢえができない場所（全体面積の5.4%）での人力地ぢえは、0.17haで3.9人日だつた。
- ✓ 機械地ぢえと人力地ぢえを組合せた全体の生産性は0.24ha/人日となった。
- ✓ 標準的な人力地ぢえの人工である0.07ha/人日と比較すると3.4倍の生産性を実現した。

作業	面積	人工	生産性
機械地ぢえ	2.95ha	9.3人日	0.32ha/人日
人力地ぢえ	0.17ha	3.9人日	0.04ha/人日
組合せ	3.12ha	13.2人日	0.24ha/人日

■ 使用機械

種別	機種 （ベースマシン/アタッチメント）
グラブpl	住友建機 SH135X-7/イワフジ GS-90LJV

（２）機械による苗木運搬
事例４ フォワードによる苗木運搬（広島県三次市）

技術指針の解説
P.11【解説】①～④

概要

- ✓ 広島県の地形が平坦～中傾斜（0～25°）の民有林でフォワードによるコンテナ苗の運搬を実施。
- ✓ 当該地で丸太の運搬を行ったフォワードを苗木運搬にも使用した。
- ✓ 1往復当たり1,680本のコンテナ苗を運搬でき、施業地の植栽本数を約4往復で運搬できる結果となった。

■ 対象地の概要

場所	広島県 （三次市民有林）
面積	3.12ha
標高	511～562m
傾斜	0～25°
苗木	コンテナ苗（150cc）
実施年	2021年

フォワードの発着地点（赤丸）と荷下ろし2地点（青丸）の位置関係

■ 実施のポイント

- ✓ 発着地点から2箇所の荷下ろし地点にそれぞれ1往復ずつ苗木を運搬した（左図）。
- ✓ 苗木を荷下ろしする場所と本数を事前に設定し、作業班全体で共有することで作業の円滑な実施に努めた。
- ✓ 必要に応じて苗木以外の資材（獣害対策資材など）の運搬も可能（事例18参照）。

■ 得られた結果

- ✓ フォワード1回の運搬でコンテナ苗（150cc）を1,680本積載した（下表）。
- ✓ 1往復当たり11分～17分で運搬した。
- ✓ 施業地（3.12ha）の植栽本数（6,240本）を約4往復で運ぶことができた。

運搬区間	発着地点～荷下ろし地点 ①	発着地点～荷下ろし地点 ②
運搬距離	905m	1,376m
作業人員	1人	1人
1往復当たりの平均運搬本数	1,680本	1,680本
1往復当たりの平均運搬時間	11.20分	16.90分
1人当たりの運搬本数（運搬重量）	63,000本 （10,500kg）	41,751本 （6,959kg）

■ 使用機械

種別	機種
フォワード	イワフジ工業 U-5C

丸太を運搬するフォワード

コンテナ苗の積み下ろし作業

（１）機械による地ぢえ
事例３ グラブplレーキを用いた機械地ぢえ（長野県佐久穂町他）

技術指針の解説
P.8【解説】③～⑤

概要

- ✓ 長野県佐久穂町の南佐久北部森林組合では、傾斜地における地ぢえ作業について、グラブplと独自に製作したレーキを使用。
- ✓ レーキを使って地ぢえ面積のほぼ100%で機械地ぢえを実施することができ、生産性は0.2人日/haとなった。

■ 対象地の概要

場所	長野県 （佐久穂町民有林他）
標高	1,060～1,100m
前生樹	カラマツ
実施年	2024年

レーキとグラブpl

■ 実施のポイント

- ✓ レーキを使うことでアームと合わせて約15mの範囲で機械地ぢえが可能になる（右図）ため、作業路を30m間隔（路網密度約300m/ha）で開設している。
- ✓ 地ぢえ時にレーキの歯が伐根に引っかからないようにするため、伐採時はできるだけ地際（追い口を6～8cm程度）で浅るようになっている。

■ 得られた結果

- ✓ 2024年に機械地ぢえをした現場の生産性は、0.20人日/haであつた。
- ✓ 機械地ぢえは生産性の向上だけでなく、人力作業を極力減らすことで熱中症の予防につながるメリットとして捉えている。

レーキを使ったグラブpl地ぢえの作業前後
（左）作業道の開設と伐倒作業が終了した状況、（右）地ぢえ作業が終了した状況

造林面積：約8.4ha
地ぢえ開始：2024年10月7日、地ぢえ終了：2024年12月18日 43人日

ワイヤロープで接続した小棒部（赤丸）

（２）機械による苗木運搬
事例５ 架線系機械による運搬（高知県土佐町他）

技術指針の解説
P.11【解説】①

概要

- ✓ 高知県の地形が急傾斜（24～34°）の民有林で集材に使用した架線（H型架線、エンドレスタイラー式架線）の撤収前にコンテナ苗の運搬を実施。
- ✓ 架線集材後、撤収前に架線でコンテナ苗を運搬することで、人肩運搬よりも生産性が4.5倍～7.3倍になった。

■ 対象地の概要

場所	高知県 （土佐町、いの町民有林）
標高	720～900m
傾斜	24～34°
前生樹	スギ、ヒノキ
実施年	2014年、2015年

架線系機械による苗木運搬

■ 得られた結果

- ✓ 300ccのコンテナ苗の運搬であつたが、エンドレスタイラー式架線では、人肩運搬と比較し4.5倍、H型架線では7.3倍の生産性となった（下表）。
- ✓ エンドレスタイラー式架線は、横引き運搬に難があるため、架線高が低い場合、架線直下に降りし、コンテナ苗を人肩で植栽場所付近に小運搬する方が効率的である。
- ✓ H型架線は、2本の主索間で任意の地点での荷揚げ、荷下ろしができることから、植栽場所付近に直接苗木を運搬することが可能であり、よりコンテナ苗の運搬に適した方法であると考えられる。

■ 使用機械

試験地	高知県土佐町	高知県いの町
方式	H型	エンドレスタイラー式
運搬距離	約250m	140～314m
比高差	約120m	50～130m

コンテナ苗を運ぶ金属製のカゴ

	エンドレスタイラー式架線	H型架線
	架線運搬	人肩運搬
運搬本数	400本/回	60本/回
作業員数	3人※1	1人
運搬距離	200m	405m （作業道・山腹）
所要時間	9分13秒/回	18分42秒/回
生産性※2	0.48人日/ha	2.16人日/ha

※1：集材機・横込・苗木おし
※2：いずれも2,500本/ha、実働6時間/日として計算

（２） 機械による苗木運搬

事例６ 架線運搬されたコンテナ苗の現地保管（高知県土佐町他）

技術指針の解説
P.11【解説】③～④

概要

- ✓ 高知県の地形が急傾斜（24～34°）の民有林で集材に使用した架線（H型架線、エンドレスタイラー式架線）の撤収前にコンテナ苗の運搬を実施。
- ✓ 運搬したコンテナ苗は、枝条被覆による現地保管を１～４週間行った後に植栽したが、問題なく活着した。

■ 対象地の概要

場所	高知県土佐町	高知県いの町
苗木	スギ	ヒノキ
苗種	コンテナ苗 300cc	コンテナ苗 300cc
コンテナ苗 運搬日	2014/9/12	2015/7/29
植栽日	9/12, 9/19, 9/26, 10/10	7/29, 8/5, 8/12, 8/26



架線系機械による苗木運搬

■ 現地保管の使い所

- ✓ 架線撤収前にコンテナ苗を運搬し、人力による地植えと付帯施設（獣害防護柵等）設置が終わるまで現地で保管する（下図）。
- ✓ 地植え作業等の終了後に植栽する。



■ 得られた結果

コンテナ苗の現地保管試験

- ✓ 7月下旬（ヒノキ）及び9月中旬（スギ）にメッシュ袋に入れたコンテナ苗を枝条で被覆し、１～４週間林地に保管した（下写真）。



コンテナ苗の枝条被覆前



コンテナ苗の枝条被覆後

- ✓ 現地保管したコンテナ苗は、枯れていなかった。
- ✓ 植栽地に植栽した結果、ほぼ全て生存していた（下表）。
- ✓ 苗木にとって、気温が高く根粒の乾燥が懸念される過酷な時期であっても1か月程度の現地保管は可能である。

植栽したコンテナ苗の生存率							
植栽日	運搬当日	1週間保管後	2週間保管後	4週間保管後	植栽日	運搬当日	1週間保管後
保管場所		皆伐地	林内	皆伐地	林内	皆伐地	林内
スギ	88%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ヒノキ	87%	94%	—	98%	—	99%	—

60

（３） コンテナ苗の植栽

事例７ 森林組合管理による苗木生産（宮崎県都城市）

技術指針の解説
P.17③

概要

- ✓ 宮崎県の都城森林組合では、再造林率100%を目標に掲げて伐採と造林の一貫作業システムを導入し、素材生産・再造林を実施。
- ✓ 円滑な事業実施には、植栽のタイミングに合わせたコンテナ苗の安定的な供給が不可欠であるため、平成27（2015）年からコンテナ苗の本格的な生産を開始し、自前での供給体制を整えている（同組合による一貫作業の取組は事例11参照）。

■ 苗木の生産体制

- ✓ 2010年からMスターコンテナによるスギさし木コンテナ苗の生産を開始し、2015年から本格的な苗木出荷（約10万本）をしている。
- ✓ さし穂は、組合が管理している採穂園から調達しており、現在の生産規模は、従事者9名でビニールハウス38棟を管理している。
- ✓ 苗木の生産は、さし穂をさすタイミングを通年にすることで作業と出荷のタイミングの平準化を図り、作業員の通年雇用を実現している。



コンテナ苗生産のビニールハウスの外観



育苗中のコンテナ苗



造成中の採穂園

61

（４） 伐採と造林の一貫作業

事例８ ハーベスタ伐倒・造材による一貫作業（北海道千歳市）

技術指針の解説
P.16【解説】①

概要

- ✓ 北海道の地形が平坦（0～5°）なカラマツ人工林において、ハーベスタ等多様な林業機械を用いてカラマツコンテナ苗を植栽する一貫作業を実施。
- ✓ 地植え及び植栽が通常の施業より約5倍の生産性となった。

■ 対象地の概要

場所	北海道（千歳国有林）
造林面積	0.87ha（調査面積）
前生樹	カラマツ、その他広葉樹
斜面傾斜	0～5°
植栽樹種	カラマツ（コンテナ苗）
植栽密度	1,400本/ha（合計：1,198本）
伐出材積	164.1 m³/ha



林地の状況



グラブplerレーキ

植栽穴あけ用アースオーガー

■ 使用機械

種別	機種 (ベースマシン/アタッチメント)
フェラーバンチャザウルスロボ	キャタピラー 312 D/松本システムエンジニアリング MSE-45FGZX
ハーベスタ	キャタピラー312D/KETO 150Supreme
グラブpler（先山）	キャタピラー312D/イワジ工業 GS-90LJV
グラブpler（土場）	キャタピラー312C/玉置機械工業
グラブplerレーキ	キャタピラー312D/イワジ工業 GSR-14B
フォワーダ	諸岡 MST-1500VDL

■ 作業のポイント

- ✓ 作業の流れは、以下のとおり

1. フェラーバンチャやハーベスタによる伐倒、グラブplerやハーベスタによる木寄せ・地植え、ハーベスタによる造材、フォワーダ及びグラブplerによる搬出。
2. 一連の作業の最後にグラブplerレーキによる仕上げの地植え（小さな未木枝条の片付け）を追加。
3. 植栽作業は、植え穴マキング、アースオーガーによる植え穴あけ、植栽。

- ✓ 伐倒をフェラーバンチャ及びハーベスタ、木寄せはグラブpler、造材はハーベスタというように機械を使い分けて効率性を高めることが可能となった。

- ✓ 機械を効率的に使うために作業の段取りを工夫するとともに、作業チーム全員が伐倒、木寄せ、植栽において、次の作業を考えながら作業の連携を意識した効率的な作業を実施した。

■ 得られた結果

- ✓ 一貫作業と通常の施業と比較した結果、地植え及び植栽の人工は、一貫作業が7.2人日/haで通常の施業が34.3人日/haとなり、通常の4.8倍の生産性となった（下表）。

	一貫作業	通常の施業
伐採面積	0.87ha	2.09ha
伐採樹種	カラマツ・その他広葉樹	カラマツ
出材積	164.1 m³/ha	138.8 m³/ha
伐採の生産性	15.7 m³/人日	11.2 m³/人日
植栽樹種	カラマツ（コンテナ苗）	トドマツ（裸苗）
地植えの生産性	1.74ha/人日	0.07 ha/人日
植栽の生産性	0.15ha/人日	0.05ha/人日
地植え＋植栽人工	7.2人日/ha	34.3人日/ha

62

（４） 伐採と造林の一貫作業

事例９ チェーンソー伐倒・造材による一貫作業（山形県西川町）

技術指針の解説
P.16【解説】①

概要

- ✓ 山形県の地形が平坦～緩傾斜（0～15°）の国有林で、チェーンソー伐倒・造材とグラブplerによる集材、スギコンテナ苗の植栽を一貫作業で実施。
- ✓ 地植え及び植栽が通常の施業より約2倍の生産性となった。

■ 対象地の概要

場所	山形県 (仁田山外14国有林)
造林面積	0.2ha
前生樹	スギ
斜面傾斜	0～15°
植栽樹種	スギ（コンテナ苗）
植栽密度	2,250本/ha
伐出材積	633.5 m³/ha



林地の状況



グラブpler地植え



フォワーダによる苗木運搬



ディابلによる植栽

■ 使用機械

種別	機種 (ベースマシン/アタッチメント)
グラブpler	コマツ PC138US-10NM(林業グラブplerSP仕様車)
地引ウインチ	イワジ工業 TW-2S
フォワーダ	諸岡 MST-800VDL
グラブplerクレーン	Cranab FC45DT

■ 作業のポイント

- ✓ 作業の流れは、以下のとおり

1. チェーンソーによる伐倒と造材、グラブplerによる木寄せ・地植え、フォワーダによる搬出という流れで実施。
2. 伐採作業が完了したら、地植え作業をただちに実施し、その後植栽作業。

- ✓ 造材箇所を2箇所設け、チェーンソーによる玉切りとグラブplerによる丸太移動を交互に行う作業方法で実施した。

■ 得られた効果

- ✓ 一貫作業と通常の施業と比較した結果、地植え及び植栽の人工は、一貫作業が15.0人日/haで通常の施業が32.5人日/haとなり、通常の2.2倍の生産性となった（下表）。

	一貫作業	通常の施業
伐採面積	0.2ha	4.58ha
伐採樹種	スギ	スギ
出材積	633.5 m³/ha	100.0 m³/ha
伐採の生産性	15.3m³/人日	5.4m³/人日
植栽樹種	スギ（コンテナ苗）	スギ（裸苗）
地植えの生産性	0.12ha/人日	0.05 ha/人日
植栽の生産性	0.15ha/人日	0.08ha/人日
地植え＋植栽人工	15.0人日/ha	32.5人日/ha

63

（４）伐採と造林の一貫作業

事例10 苗木の自前生産を含めた一貫作業への取組（徳島県つるぎ町他）

技術指針の解説
P.16【解説】①～③

概要

✓ 徳島県つるぎ町のつるぎ木材加工協同組合では2013年頃から一貫作業を実施。

✓ フェラーパンチャを地植えまで利用することで地植え作業の9割以上を機械で実施し、地植えの生産性が6～10倍になった。

✓ 自前でコンテナ苗生産圃場を管理して苗木の供給体制を確保することで、伐採後速やかに植栽できる円滑な一貫作業体制を整備している。

■ 主な作業機械と作業システム

✓ スインガーダで全木集材を行い、作業道作設に使用したフェラーパンチャのアームが届く範囲で地植えを実施する。（下図）。

✓ 集めた丸太や末木枝条をバイオマス燃料としてフォワーダで搬出し、地植え終了後、伐採用機械を撤収する。

✓ コンテナ苗等の造林資材を運搬車で運搬し、植栽作業を行う。

✓ 自前でコンテナ苗生産圃場を管理し、組合の施業計画に基づいて苗木を生産している。

■ 作業のポイント

✓ 伐採班と造林班が連携して施業することで造林コストの大幅な削減が可能になるため、伐採班は造林作業工程を意識した施業を心がけている。

✓ 伐採と造林の一貫作業を行う上でのポイントは以下のとおり。

・作業道は、機械地植えと造林のことを考えて開設している。後の除間伐に使うことも想定して維持している。

・地植えは、伐採班が機械地植えを実施している。伐採班が地植えをすることで造林班が新たに機械やオペレーターを導入する必要がなく、結果として伐採側と造林班（外注を含む）でコストを折半できる。

・除地を減らすため、末木枝条を破碎してバイオマス発電所の燃料として出荷している。運送コストがネックだが、後の作業のしやすさを考えるとバイオマスとして出した方がよい。

■ 得られた結果

✓ 機械地植えを導入したことで、地植え作業の9割以上を機械で実施できるようになり、人工は従来の地植えが20～40人日/haであったのに対し、現在は2～6人日/haとなり、生産性が6～10倍になった。

✓ さらにこの取り組みを通して伐採班の意識が変わり、植栽のことも考えて施業するようになった。

✓ 特に、一貫作業を実施するためには、安定的な苗木供給体制が不可欠でその体制を敷いたことで、一貫作業が滞りなく実施できている。

使用機械

伐倒	木寄せ	造材	搬出	地植え	植栽
チェーンソー	フェラーパンチャ	プロセッサ	フェラーパンチャ	フェラーパンチャ	運搬車
	スインガーダ		フォワーダ	刈払機	
			グラブ		

末木枝条をバイオマス燃料として搬出

自前でコンテナ苗を生産

運搬車で苗木等を搬入

植栽作業

（５）低密度植栽

事例12 低密度植栽による造林等のコスト削減（長崎県東彼杵町）

技術指針の解説
P.18【解説】①～②

概要

✓ 長崎県の県有林に設定した低密度植栽試験地において密度別に造林コスト等（植栽＋下刈り）を試算。

✓ 造林コスト等が植栽密度1,600本/haで2,500本/haに対して36%削減した。

■ 対象地の概要

場所	長崎県東彼杵町（県有林）
標高	610～620m
傾斜	2～16°
植栽苗木	ヒノキ（コンテナ苗）

■ 得られた結果

低密度植栽の1,600本/haを2,500本/haに対して比較

✓ 苗木購入費及び植栽労務費は、36%削減した（右下表）。

✓ 下刈り作業時間は1,600本/haで25.8時間/haとなり、2,500本/haで40.4時間/haと比較すると14.6時間短くなる試算となった（右図）
→これは、作業対象木が少なく植栽間隔が広いことで、下刈り作業が容易になったことに起因すると考えられる。

✓ 結果として、下刈り経費は4回の合計で36%削減した。

✓ 植栽～下刈りまでの初期保育コストは合計で36%削減した。

✓ この試験地は下刈り4回で終了した（事例14参照）。

■ 施業履歴

植栽時期	2016年1月
植栽密度	1,600本/ha、2,500本/ha
下刈り時期	1年目 2016年8月
	2年目 2017年8月
	3年目 2018年7月
	4年目 2019年7月
下刈り時の競合植生	落葉広葉樹→ススキへ遷移

下刈り作業

下刈り終了後

平均下刈り作業時間（時間/ha）

植栽密度（本/ha）	1600	2500
時間/ha	25.8	40.4

植栽密度による下刈り時間の比較
※植栽3年目に実施

項目	2,500本/ha	1,600本/ha	削減率
苗木購入費	365,000円	233,600円	36%
植栽労務費	167,500円	107,200円	36%
下刈り1年目	108,550円	69,442円	36%
下刈り2年目	247,321円	158,216円	
下刈り3年目	466,325円	298,317円	
下刈り4年目	466,325円	298,317円	
合計	1,821,021円	1,165,092円	36%

※「植栽労務費」は実際に掛かったコストである
※下刈りコストは、功程調査結果を基に算出した

（４）伐採と造林の一貫作業

事例11 森林組合による一貫作業の取組（宮崎県都城市他）

技術指針の解説
P.16【解説】①

概要

✓ 宮崎県都城市の都城森林組合において、伐採から造林までの一貫作業を実施。

✓ 機械地植えによる生産性が人力地植えより2.3倍高くなった。さらに、フォワーダによる丸太運搬の帰り荷で苗木運搬を行うことでコスト等が1割減となった。

■ 対象地の概要

場所	宮崎県（都城市民有林）
造林面積	3.5ha
植栽密度	2,000本/ha（合計：7,000本）
植栽樹種	スギ（コンテナ苗）
作業期間	2023/10/1-2024/2/20（143日）
伐出材積	770m ³ /ha

グラブによる地植え

フォワーダによる材の積み込み
※帰り荷でコンテナ苗を運搬

■ 作業のポイント

✓ 伐採を実施する際に伐採班と造林班で協議を行い、除地と棚組みの位置などの打合せの後に、機械地植えを実施し、少しでも多くの場所に植えられるように配慮した。

✓ 従来の作業ではフォワーダで丸太を山土場へ運搬した後、空荷で山に登っていたが、苗木を載せて登るようにした。

✓ 作業エリアごとに分けて伐採・搬出作業と同時に地植え作業を行った。

✓ 都城森林組合で植栽する苗木の全量を組合が管理する圃場で生産して円滑な供給体制を構築している（事例7参照）。

■ 得られた結果

✓ 作業日報によると、伐採の生産性は15.7m³/人日と算出された。地植えは、ほぼ機械地植えを行っており、生産性は0.16ha/人日であった（左下表）、標準の人力地植え（0.07ha/人日）と比較すると2.3倍となった。

✓ フォワーダでの丸太運搬の帰り荷で苗木運搬を実施した結果、苗木単独で運搬するより作業人員・作業期間・事業費が1割減となった。

✓ エリアごとに伐採・搬出作業と同時に地植え作業を行うことで、造林作業を並行して行うことができ、さらに期間を短縮することができた。

■ 使用した機械と生産性

作業内容	種別	台数	作業日数	作業従事者数	生産性
搬出	フォワーダ	5台	14日	70人	-
機械地植え	グラブ	4台	6日	22人	0.16ha/人日
植栽	-	-	12日	76人	0.04ha/人日

（５）低密度植栽

事例13 スギの植栽密度と推定林分材積（宮崎県日南市）

技術指針の解説
P.18【解説】③

概要

✓ 宮崎県の国有林でスギの植栽密度試験地（ネルダー型）を1974年に設定。

✓ 45年生時の調査結果から、1,600本/ha程度の低密度植栽であれば推定林分材積として従来の植栽密度（3,000本/ha）と大差が無いことが明らかになった。

■ 対象地の概要

場所	宮崎県（大荷田国有林）
標高	320m
傾斜	25°
前生樹	スギ
植栽苗木	スギ・トサカア（揀苗）
実施年	1974年

ネルダー型植栽密度試験地

45年生時の調査結果

■ 得られた結果

2018年に45年生になった試験地でのヘクタール当たり推定林分材積を算出した結果

✓ 林分材積は、植栽密度2,339本/haで900m³を越え最高となり、従来の3,000本植栽よりも高い値を示した（下図）。

✓ 植栽密度1,626本～6,987本/haの範囲では林分材積は一定の範囲に収まり、従来の3,000本/ha植栽より低密度植栽であっても材積はあまり変わらなかった。

■ 系統配置による密度試験地の諸元

番号	Ciの半径（m）	苗木（m）	単木の専有面積（m ² ）	植栽密度（本/ha）
C ₀	4.6	—	0.7	最円内
C ₁	5.6	1.1	1.0	10,027
C ₂	6.7	1.3	1.4	6,987
C ₃	8.0	1.6	2.1	4,850
C ₄	9.6	1.9	3.0	3,365
C ₅	11.5	2.3	4.3	2,339
C ₆	13.8	2.8	6.2	1,626
C ₇	16.6	3.3	8.9	1,128
C ₈	49.9	4.0	12.8	783
C ₉	23.9	4.8	18.5	544
C ₁₀	28.7	5.7	26.6	377
C _E	34.4	—	38.3	最円外

ヘクタール当たり材積

植栽密度とha当たりの推定林分の関係

(6) 下刈り回数の削減

事例14 雑草木との競合状態を観察して下刈り判断 (長崎県東彼杵町)

技術指針の解説
P.21【解説】①～⑤

概要

✓ 長崎県の県有林に設定した低密度植栽試験地において植栽木と雑草木との競合関係をC区分を用いて判断し下刈り省略を検討。

✓ 植栽木と雑草木のC区分の追跡調査から、下刈りは4年目までの実施で5年目は不要となり省略した。

■ 施業履歴

対象地の概要は、事例12参照。

植栽時期	2016年1月
植栽樹種	ヒノキ
植栽密度	1,600本/ha
下刈り時期	1年目 2016年8月 2年目 2017年8月 3年目 2018年7月 4年目 2019年7月

2016年8月 (植栽1年目)

2020年7月 (植栽5年目)

■ 得られた結果

植栽1年目～4年目までは毎夏1回下刈りを実施した。

✓ 植栽2年目 (2017) からC区分を記録した(右上図)。

✓ 植栽2～4年目でC1+C2の割合が増え、5年目にはほぼ全ての植栽木が競合状態を脱していることが確認できた。

✓ 植栽1～2年目はアカメガシワ等の広葉樹の稚樹等が優占していたが、下刈りを繰り返すことで植栽3年目以降はスギが優占するようになった(下写真)。

✓ 5年目にはスギの高さが平均1.5m (最大で約1.8m)、ヒノキの平均樹高が約2mを越し、C区分調査の結果も踏まえて当年の下刈りを省略した(右下写真)。

✓ 植栽木と雑草木の現場でのC区分を継続的に観察したことで下刈りの省略の判断ができた。このケースでは4年目まで実施で5年目は不要である。

技術指針の解説
P.21【解説】①～⑤

植栽木と雑草木の競合状態 (C区分) の推移
※緑色 (C1+C2) が多くなるほど植栽木の樹高が雑草木に勝っている状態

スギがほぼ最大高
2020年11月

植栽木と雑草木の平均樹高の推移

(6) 下刈り回数の削減

事例16 スギ大苗 (裸苗) を植栽して下刈り省略 (岩手県遠野市)

技術指針の解説
P.26【解説】⑧

概要

✓ 岩手県の民有林で成長に優れた品種のスギ大苗 (裸苗) を植栽した。

✓ 植栽2年目の夏に下刈りを実施後、毎年秋に下刈りの要否を判断した結果、下刈りが2年目の1回で終了した。

■ 対象地の概要

場所	岩手県 (遠野市民有林)
標高	330m
植栽木	スギ 雪害抵抗性品種 (実生品種) 等25家系
苗木の形態	裸苗
植栽時の平均苗長	約60cm

現地の様子

■ 得られた結果

✓ 植栽2年目(2010年)の夏に下刈りを実施した。

✓ 毎年秋に下刈りの要否を判断した結果、植栽3年目 (2011年) は下刈り不要と判断し、下刈りを終了した(下表)。

1年目 2009年	2年目 2010年	3年目 2011年	4年目 2012年	5年目 2013年
X	○	X終	-	-

○: 下刈り実施, X: 下刈り省略, 終: 下刈り終了判断

✓ 2022年10月 (植栽14年目) に現地調査を行った結果、林分の高木層はスギが優占しておりスギ林として成林していることを確認した(左写真、下図)。

■ 施業履歴

植栽時期	2009年4月
植栽密度	1,500本/ha
下刈り時期	2010年夏
下刈り時の競合植生	イチゴ類、タノヲキ等

スギ及び雑草木の樹高分布 (2022年10月: 植栽14年目)
※植栽木145本に対して40本調査

(6) 下刈り回数の削減

事例15 下刈り回数の削減に及ぼす機械地寄せの効果 (長野県信濃町他)

技術指針の解説
P.8【解説】③

概要

✓ 長野県の地形が緩傾斜 (5.5～9.6°) の国有林でグラッブル及びバケットによる機械地寄せの実施し、植栽後雑草木の繁茂状況を調査。

✓ 機械地寄せで雑草木の繁茂が抑制され、下刈り回数削減の効果が認められた。特にバケット地寄せでその効果が大きかった。

■ 対象地の概要

場所	長野県 (霊仙寺山国有林、浅間山国有林)
標高	830～1,220m
傾斜	5.5～9.6°
植栽苗木	スギ (コンテナ苗) カラマツ (コンテナ苗)
実施年	2016年、2017年

人力地寄せ

グラッブル地寄せ

バケット地寄せ

人力地寄せ

バケット地寄せ

雑草木がほとんど繁茂していないエリア

■ 実施のポイント

✓ 人力地寄せは、チェーンソーや鎌等で末木枝葉や雑草木を刈り払い・除去し、棚積みする作業なので、土中にある雑草木の根株や種子は植栽地に残存する(下表)。

✓ グラッブル地寄せは棚積みの過程で、根株や種子が多く埋まっている腐食土壌層 (主にA₀層) を攪乱することになるため、結果的に雑草木の発芽を抑える働きがある。

✓ バケット地寄せは末木枝葉やA₀層を寄せ集める過程で軽度の地掘きをすることになり、根株や種子を棚に集めることで植栽地の雑草木の発芽を抑える働きがグラッブル地寄せよりも強い。

技術指針の解説
P.8【解説】③

地寄せ区分

人力地寄せ

グラッブル地寄せ

バケット地寄せ

地寄せ動作	チェーンソーで枝葉切断、鎌等で刈り払い、棚積み	枝葉等を掘込んで棚積み	引き寄せ等で棚積み
A ₀ 層の土壌攪乱と 灌木の抜根抜き取り	なし	部分的	面的

(6) 下刈り回数の削減

事例17 スギ大苗 (コンテナ苗) を植栽して下刈り省略 (宮崎県都城市)

技術指針の解説
P.26【解説】⑧

概要

✓ 宮崎県の地形が緩傾斜 (6～20°) の民有林でスギ大苗 (コンテナ苗) を植栽。

✓ 平均苗長57cm (300cc) 及び92cm(470cc)の大苗を一貫作業で植栽した結果、初年度の下刈りは不要、2年目及び3年目の下刈り2回で終了した。

■ 対象地の概要

場所	宮崎県 (都城市民有林)
標高	295～355m
傾斜	6～20°
植栽木	スギ (タノアカ)
苗木の形態	コンテナ苗
植栽時の平均苗長	57cm (300cc)、 92cm (470cc)

現地の様子

■ 得られた結果

✓ 一貫作業システムで植栽したため、植栽した年の下刈りは省略。

✓ 植栽2年目 (2018年) と3年目 (2019年) に下刈りを実施し、それ以降は調査の結果から下刈り不要と判断し、下刈りを終了した(下表)。

✓ 2022年1月に現地確認し、470ccと300ccのコンテナ苗ともに樹高4m以上に達し雑草木より十分に高くなり、下刈りが2回で終了していることを確認した(下図)。

✓ 下刈り回数削減という観点からは、苗長が60cm程度あれば十分であった。

技術指針の解説
P.26【解説】⑧

1年目
2017年 2年目 2018年 | 3年目 2019年 | 4年目 2020年 | 5年目 2021年 || X | ○ | ○ | X終 | - |

○: 下刈り実施, X: 下刈り省略, 終: 下刈り終了判断

300cc苗でも
植栽木と雑草木との
樹高差は大きく開いた。

植栽木と雑草木の平均樹高

70

71

(8) 付帯施設整備
事例18 フォワードで獣害防止資材を運搬 (広島県三次市)

技術指針の解説
P.29【解説】①

概要

✓ 広島県の地形が平坦～中傾斜（0～25°）の民有林でフォワードを用いて獣害防止資材の運搬試験を実施。

✓ 獣害防止資材（単木保護材）をフォワードによって1往復で280kg（約280本分の単木保護資材）を運搬した。

対象地の概要

場所	広島県 （三次市民有林）
標高	511-562m
傾斜	0～25°
実施年	2022年

※事例4の試験地で実施

作業のポイント

✓ 発着場所から荷下ろし地点までフォワードが作業路で回送し、荷下ろし地点から人肩で目的地まで運搬する。

✓ 発着地点から荷下ろし地点①と②（事例4参照）にそれぞれ1往復ずつ苗木を運搬した。

得られた結果

✓ 距離の異なる2地点に獣害防止資材を運搬し、1往復で平均280kgの資材（約280本分の単木保護資材）を運搬した。1往復時間は概ね15分程度で、1人当たりの運搬量は、7t～10t（7,000～10,000本分）運搬できる計算となった（下表）。

運搬区間	発着地点～荷下ろし地点①	発着地点～荷下ろし地点②
運搬距離	905m	1,367m
作業人員数	1人	1人
1往復当たりの平均運搬重量	280.0kg	280.0kg
1往復当たりの平均運搬時間	11.2分	16.9分
1日当たりの運搬重量	10,500kg	6,959kg

使用機械

種別	機種名
フォワード	イワフジ工業 U-5C

資材

単木保護用ネット類、支柱用篠竹



単木保護資材

集材機



獣害防止資材の荷下ろし

(8) 付帯施設整備
事例19 架線で獣害防止資材を運搬 (東京都檜原村)

技術指針の解説
P.29【解説】①

概要

✓ 東京都の地形が急傾斜（約35°）の民有林で架線を用いて獣害防止資材の運搬試験を実施。

✓ 運搬の生産性は架線運搬（＋人肩運搬による小運搬）により人肩運搬よりもコストが45％程度に抑えられた。

対象地の概要

場所	東京都 （檜原村民有林）
標高	約1,000m
傾斜	約35°
運搬距離	297m（架線）
比高差	170m
実施年	2020年

作業のポイント

✓ 架線による防護柵等の資材の運搬を「もちこ」を用いて行う予定だったが、架線につるされた「もちこ」が地面と接近する恐れがあったため、小口に分けて機器のフックに直接ロープで固定して運搬した（右写真）。

✓ 架線を使用した運搬に従事した人数は、4名（先山での受取りに2名、土場での送り出し1名、集材機の運転1名）。

得られた結果

✓ 架線長297m（比高差170m）の架線を利用して資材運搬を行った場合に掛かる時間は、1往復当たり平均9分01秒であり、1回に運搬した資材の平均は54.28kgであった。防護柵1km延長一式（705.6kg）を運び切るのに13往復、1時間57分で運び上げた。

✓ 人肩によりステン入りネット20.7kgを運搬した場合に掛かる時間は、往復38分34秒であった（下表）。

✓ 獣害防護資材を架線（＋人肩による小運搬）の場合と人肩運搬のみで運んだ場合を比較すると前者の方が後者より、運搬の生産性で2.6倍、運搬コストで54％となった。

	人肩運搬	架線（＋人肩）運搬
生産性	128.1kg/人日	328.8kg/人日
運搬コスト	206.1円/kg	94.3円/kg

使用機械

種別	方式	機種名
架線	ダブルエンドレス	南星 RK-72C



集材機

運搬資材

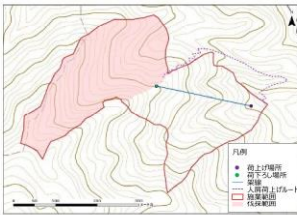
ボール類、ステン入りネット、プランカー、道具類入箱

計705.6kg（1km延長分）

獣害防止資材の荷下ろし



架線運搬と人肩運搬の経路図



その他
事例20 架線集材後にドローンで苗木運搬 (和歌山県日高川町)

技術指針の解説
P.33【解説】2

概要

✓ 和歌山県の地形が急傾斜（約35°）の民有林の造林予定地にドローンを使ってスギコンテナ苗を運搬する試験を実施。

✓ 2～3時間で2,000本程度のコンテナ苗を運搬し、ドローン運搬が人肩運搬よりも1人日当たりの運搬本数が約3.4倍であった。

対象地の概要

場所	和歌山県 （日高川町民有林）
標高	721～859m
傾斜	約35°
比高差	113～251m
水平距離	350～540m
実施年	2020年

作業のポイント

✓ ドローンの荷下ろし地点は、植栽のしやすさ、地形を加味して6箇所設置した（右下図）。

✓ バッテリーの充電時間が40分かかり、最小限でバッテリー3本、充電器2個、発電機1個が必要で、バッテリーを充電しながら交換した。荷掛け時は毎回ドローンを着地させてバッテリー交換を同時に実施した。

✓ 出発点に操縦者と補助者を各1人、荷下ろし点に操縦者を1人の計3人配置して手動飛行させた。

得られた結果

✓ 水平距離350～540m（比高113～251m）の苗木運搬地点へスギコンテナ苗を161分で2,280本（約296kg）運搬した。時間の内訳は、飛行時間132分（33往復）・バッテリー交換16分（10回：荷掛けを含む）。

✓ 1人日当たりの運搬本数は、ドローン運搬で1,503本、人肩運搬で446本と算出され、3.4倍の効率化が図られた（下表）。

✓ ドローン運搬は、機械の償却が大幅に増加することから、それに見合った事業量の確保が必要である。

計測・算出項目	運搬方式	ドローン	人力
作業人員数		3人	1人
1往復当たりの平均運搬本数		60本	80本
1往復当たりの平均運搬時間		5.19分	70分
1人日当たりの運搬本数（運搬重量）		1503本（195kg）	446本（58kg）

使用機械

種別	機種名
運搬用ドローン	マゼックス 森飛 2オベ型



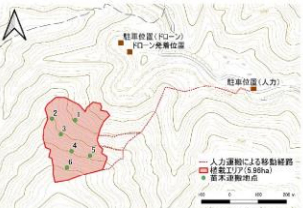
運搬用ドローン

苗木運搬の飛行経路イメージ



ドローンの飛行経路イメージ

苗木運搬地点（緑丸）の配置と人肩運搬の経路図



その他
事例21 多目的造林機械を用いた下刈り作業 (宮崎県日南市)

技術指針の解説
P.33【解説】3

概要

✓ 宮崎県の地形が緩傾斜（6.4°～21.6°）の国有林で多目的造林機械を使用した下刈り試験を実施。

✓ 下刈り作業の1ha当たりの生産性は、多目的造林機械が人力下刈りよりも約2倍高くなった一方で、コストは増加した。

対象地の概要

場所	宮崎県 （小松国有林）
標高	約900m
傾斜	6.4°～21.6°
実施年	2023年

作業のポイント

✓ 機械による下刈り作業は、植栽列間を筋状に刈り払う「列間筋刈り」となる（右図）。

✓ 作業は以下の要領で行う。
1. 植栽列間を刈り進む
2. 作業区域の端から同じ植栽列間をバックで引き返す。
→ 往復（往路は前進、復路は後進）で位置をずらして刈ることで、列間の刈り幅を広くする（残存植生を少なくする）ことができる。
→ 実際の走行距離は、植栽列の長さのほぼ2倍になる。

得られた結果

✓ 山もつとモットによる下刈りの生産性は、機械1台当たりの刈払機による人力下刈りの生産性よりも2倍以上となった（下表）。

✓ コストは、機械の償却費の関係で山もつとモットが人力下刈りよりも約4倍となった。

✓ 機械下刈りは、機械の償却が大幅に増加することから、それに見合った事業量の確保が必要である。

✓ 列間筋刈りとなるため、植栽列にそって雑草木が残る形になり（右写真）、人力下刈りと組合せると追加の人力下刈りに1.45人日/haかかる。

作業種	山もつとモット	人力下刈り（全刈り）
生産性/1台or人	3.0台日/ha	6.2人日/ha

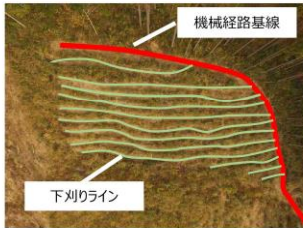
使用機械

種別	機種名
多目的造林機械	筑水キャコム 山もつとモット CG510



多目的造林機械

実際の機械経路基線と下刈線



「列間筋刈り」で植栽列に雑草木が残った状態



事例22 クローラタイプの運搬機で苗木運搬（茨城県大子町）

概要

茨城県の地形が中傾斜（29°）の国有林でクローラによるコンテナ苗の運搬試験を実施。
1回の作業路走行の運搬で600本の苗木を運搬した。

■ 対象地の概要

場所	茨城県（八溝多賀国有林）
標高	664～673m
傾斜	29°
比高差	約80m
水平距離	約560m
実施年	2020年

■ 作業のポイント

トラックで駐車スペースまでコンテナ苗を運搬した。
コンテナ苗をクローラ運搬機に載せ替え、作業路を使って造林予定地まで運搬した（右図）。
移動距離約40m、標高差約80m（累積標高差115m）だった。

■ 得られた結果

1人で苗木を運搬し、1回の運搬で600本苗木（約86kg）が運搬できた（下表）。
1人当たりの苗木運搬本数が4,105本（587kg）と算出された。
運搬機は、不整地の作業路が走行可能であるが、急傾斜地は走行できないため、植栽地で人肩による小運搬が必要になる。

計測・算出項目	測定値
作業人員数	1人
1往復当たりの平均運搬本数	600本
1往復当たりの平均運搬時間	57分
1人当たりの運搬本数（運搬重量）	4,105本（587kg）

クローラ運搬機による運搬作業

積み込み作業

※野沢製作所は廃業しており、別のメーカーから同様の商品が販売されている

事例	文献
事例 1	大矢信次郎・中澤昌彦・猪俣雄太・陣川雅樹・宮崎隆幸・高野毅・戸田堅一郎・柳澤賢一・西岡泰久（2018）緩傾斜地から中傾斜地における機械地寄せ作業の生産性とコスト,森林利用学会誌：33（1）, 15-24.
事例 2	広島県（2022）令和3年度低コスト再造林実証業務報告書
事例 3	高野毅・小山泰弘・百瀬浩行・大矢信次郎（2020）機械地寄せ作業の特徴と功程. 中部森林研究68：67-68. 林野庁（2023）令和4年度革新的造林モデル事例集
事例 4	広島県（2022）令和3年度低コスト再造林実証業務報告書
事例 5	藤本浩平・山崎真・渡辺直史・山崎敏彦（2016）架線系一貫作業システムの実用化に向けて－コンテナ苗の架線による運搬・現地保管・植栽－, 森林技術897：16-19. 山崎真・渡辺直史・山崎・敏彦・藤本・浩平（2020）大型製材工場に対応した原木の供給と皆伐後の更新推進に関する研究(2)：急傾斜地における一貫作業システム：コンテナ苗の運搬方法について, 高知県立森林技術センター研究報告43：14-27.
事例 6	藤本浩平・山崎真・渡辺直史・山崎敏彦（2016）架線系一貫作業システムの実用化に向けて－コンテナ苗の架線による運搬・現地保管・植栽－, 森林技術897：16-19. 藤本浩平・渡辺直史・山崎真・山崎敏彦（2020）大型製材工場に対応した原木の供給と皆伐後の更新推進に関する研究(3)：植栽地保管したコンテナ苗の活着と成長, 高知県立森林技術センター研究報告43：28-38.
事例 7	林野庁（2025）省力・低コスト造林技術の普及に向けた調査委託事業報告書 志々目道夫（2024）経済林としての里山の再生, 森林技術981：22-25.
事例 8	林野庁（2016）平成27年度低コスト造林技術実証・導入促進事業事例集
事例 9	林野庁（2016）平成27年度低コスト造林技術実証・導入促進事業事例集
事例10	林野庁（2025）省力・低コスト造林技術の普及に向けた調査委託事業報告書
事例11	林野庁（2025）省力・低コスト造林技術の普及に向けた調査委託事業報告書
事例12	林野庁（2020）令和元年度低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業報告書 林野庁（2022）令和3年度低密度植栽技術の導入・早生樹利用による森林整備手法に係る追跡調査報告書

事例	文献
事例13	下山晴平・石神智生（2017）オシギ密度試験地40年の成果, フォレストコンサル147：49-63. 宮崎南部森林管理署（2025）林分密度試験林 https://www.rinya.maff.go.jp/kyusyu/miyazakinanbu/attach/pdf/sub1-2.pdf （2025/2/19web閲覧）
事例14	林野庁（2022）令和3年度低密度植栽技術の導入・早生樹利用による森林整備手法に係る追跡調査報告書
事例15	大矢 信次郎・倉本 恵生・小山 泰弘・中澤 昌彦・瀧 誠志郎・宇都木 玄（2021）機械地寄せによる競合植生抑制効果と下刈り回数の削減, 森林利用学会誌：36（2）.
事例16	林野庁（2023）下刈り作業省力化の手引き 玉城聡・長岐昭彦・星比呂志・外鋸聖八朗（2016）大苗利用による下刈り回数の削減, 東北地方の多雪環境に適した低コスト再造林システムの実用化に向けた研究成果集「ここまでやれる再造林の低コスト化―東北地域の挑戦―」, p20-21.
事例17	林野庁（2022）令和3年度低密度植栽技術の導入・早生樹利用による森林整備手法に係る追跡調査報告書 林野庁（2023）下刈り作業省力化の手引き
事例18	広島県（2022）令和3年度低コスト再造林実証業務報告書
事例19	東京都（2021）令和2年度低コスト林業技術の普及及びコンテナ苗の調査業務委託報告書
事例20	林野庁（2021）令和2年度ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査事業報告書
事例21	九州森林管理局宮崎南部森林管理署（2024）令和5年度造林作業の機械化に向けた実証調査委託事業報告書
事例22	林野庁（2021）令和2年度ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査事業報告書