

低コスト・省力再造林の手引き

令和4年3月策定

令和4年6月改正

秋田県農林水産部

～目 次～

はじめに	・・・1
森林所有者への再造林の働きかけ	・・・2
における本書の活用	
Ⅰ 更新方法等の検討	
(1) 造林適地の判定	・・・3~5
(2) 樹種の選択	・・・6
(3) 生産目標の考え方	・・・7
Ⅱ 低コスト・省力造林技術	・・・8
(1) 伐採と植栽の一貫作業	・・・9
(2) 低密度植栽	・・・10
(3) コンテナ苗植栽	・・・11
(4) 下刈り省略	・・・12~14
参考資料	・・・15~17

はじめに

現在、本県の民有林スギ人工林は本格的な利用期を迎えています。主伐後の再造林が行われない林地が多く見られる状況となっており、木材産業を支える資源の減少や、森林が有する水源かん養、土砂災害防止等の公益的機能の低下が懸念されます。

再造林が進まない要因として、主伐で得られる収入に対して、経費が高いこと、森林所有者の高齢化や後継者不足により将来に不安を抱えていること等が挙げられます。

このため、新しい技術の導入等によりコストを縮減することで、森林所有者の収益向上を図るとともに、主伐から再造林、その後の保育等の計画や収支見通しについて、森林所有者の理解を得ながら、将来不安の軽減も図り、再造林の拡大につなげていくことが重要です。

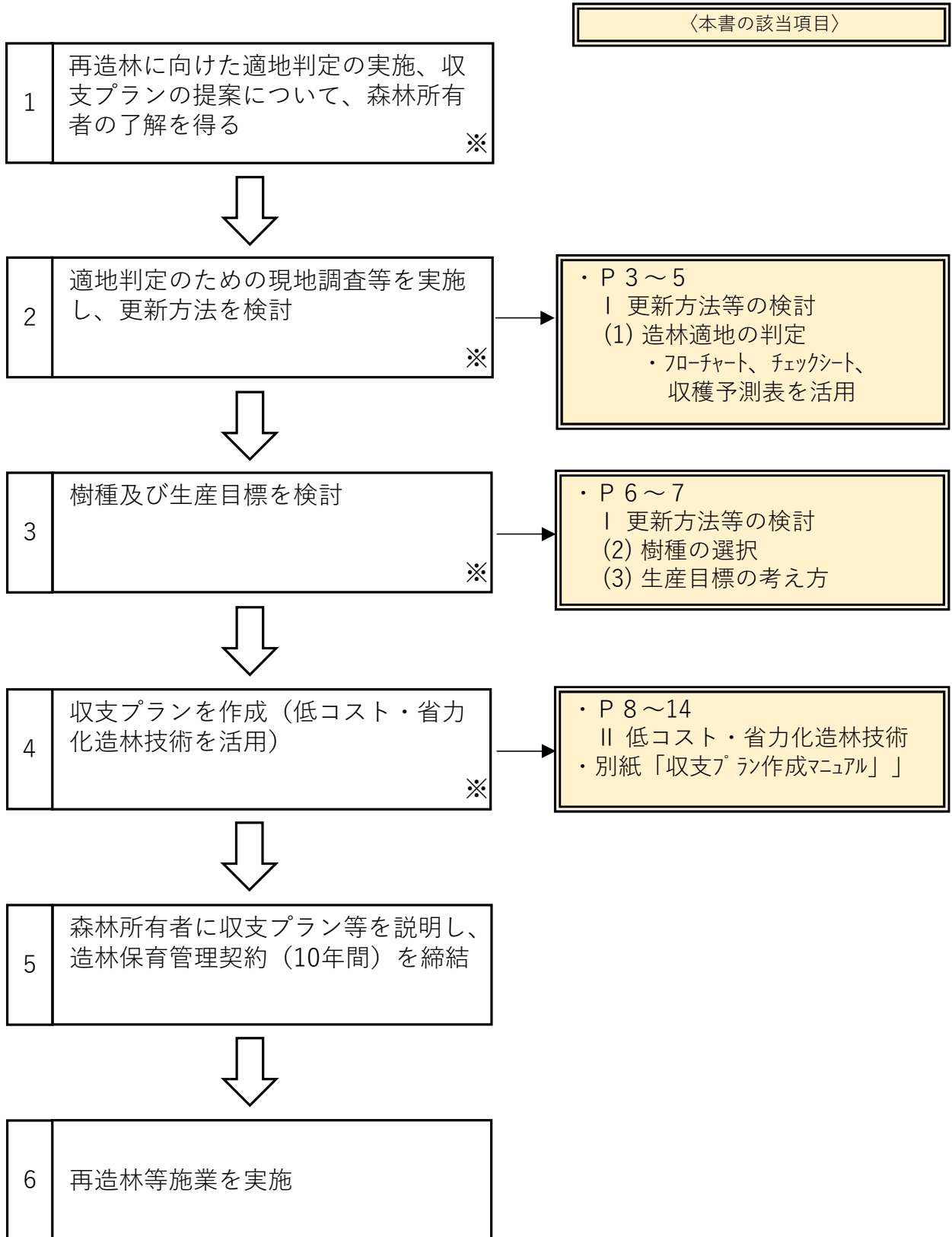
また、現場での人手不足が深刻化する中、作業の省力化に向けた取組も必須となっています。

これらの点を踏まえ、本書では、再造林適地の判定方法や低コスト・省力造林の技術に関する知見等を整理し、図表や実証データを用いて、分かりやすく紹介していますので、「あきた造林マイスター」や林業経営体、林業普及指導員が森林所有者に再造林を働きかける際や作業計画を検討する際、大いに活用されることを期待しています。

なお、今後とも、造林・保育作業の低コスト化や省力化につながる技術については、最新の知見や実証結果等を紹介し、その普及を図るべく、タイムリーに本書を改訂することとしています。

最後に、本書作成に必要なデータの収集についてご協力、ご支援をいただきました関係各位におかれましては、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

森林所有者への再造林の働きかけにおける本書の活用



(※：林業経営体に属する「あきた造林マイスター」の活動)

I 更新方法等の検討

(1) 造林適地の判定

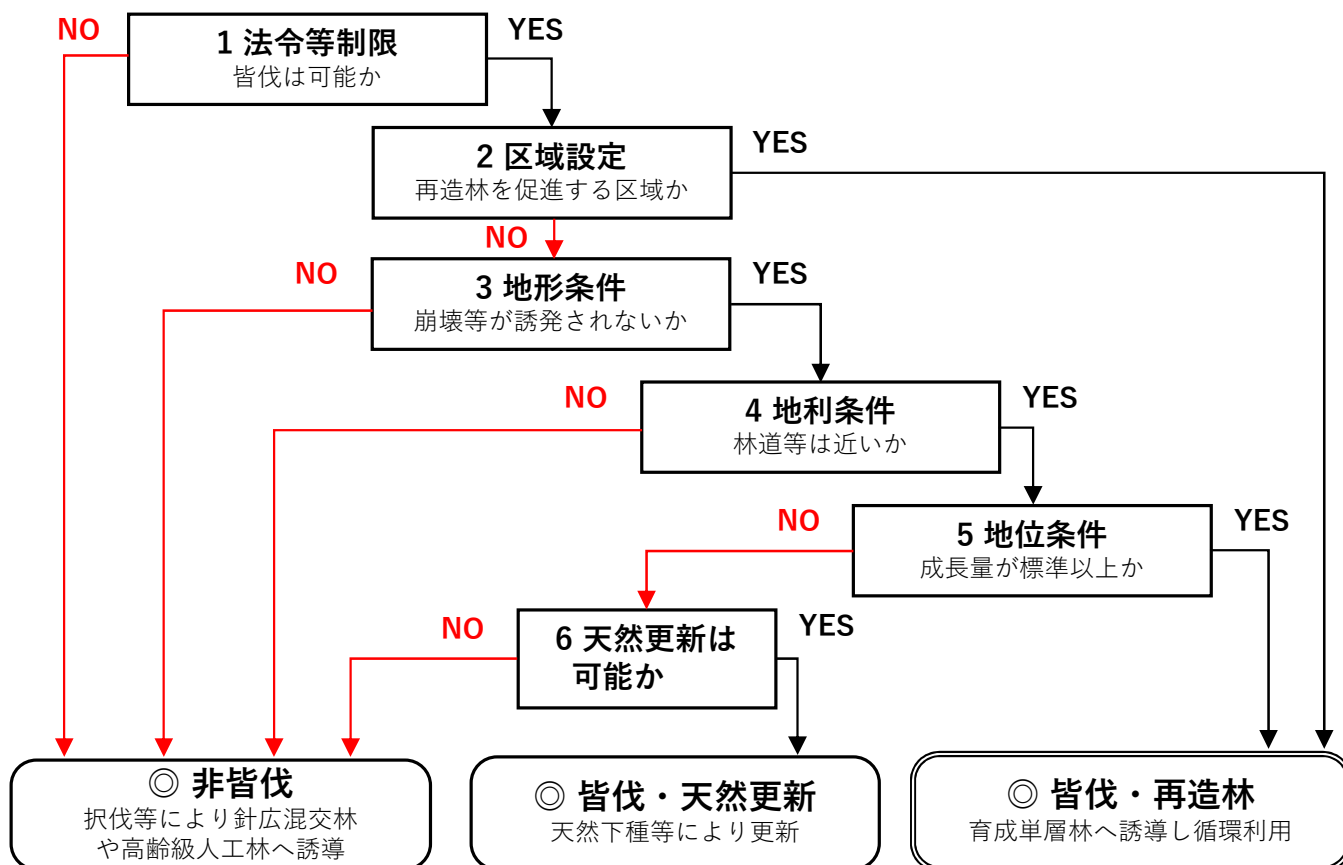
(ポイント)

フローチャートを活用して造林適地を判定

林業は、長期間、自然環境の中で樹木を育てていく産業であるため、伐採・更新方法の選定では、成長や形質に影響を及ぼす地形や地位のほか、経営・経済面の採算性など総合的に判断する必要があります。

なお、本書では、伐期を迎えたスギ人工林について、皆伐とスギ再造林を検討する場合、その適地を判定するための手順をフローチャート（図1）に示します。

図1 スギ人工林の更新方法等判定フローチャート



☆確認事項

- 1 法令等制限：保安林やその他法令により皆伐の制限がないかを森林簿などにより確認
- 2 区域設定：「特に効率的な施業が可能な森林の区域」又は「特定植栽促進区域」に指定されているかを森林簿等により確認
- 3 地形条件：崩壊危険地や荒廃が進みやすい地形・地質でないかを現地踏査等により確認
- 4 地利条件：木材搬出に利用可能な林道等からの集材距離が500m以内かを図面等により確認
- 5 地位条件：地位が中以上であるかを森林簿及び「秋田県民有林スギ林分収穫予想表」（3等以上）により確認
- 6 天然更新：広葉樹の侵入が期待できるのか、又は既に稚樹が育成しているかを現地踏査で確認

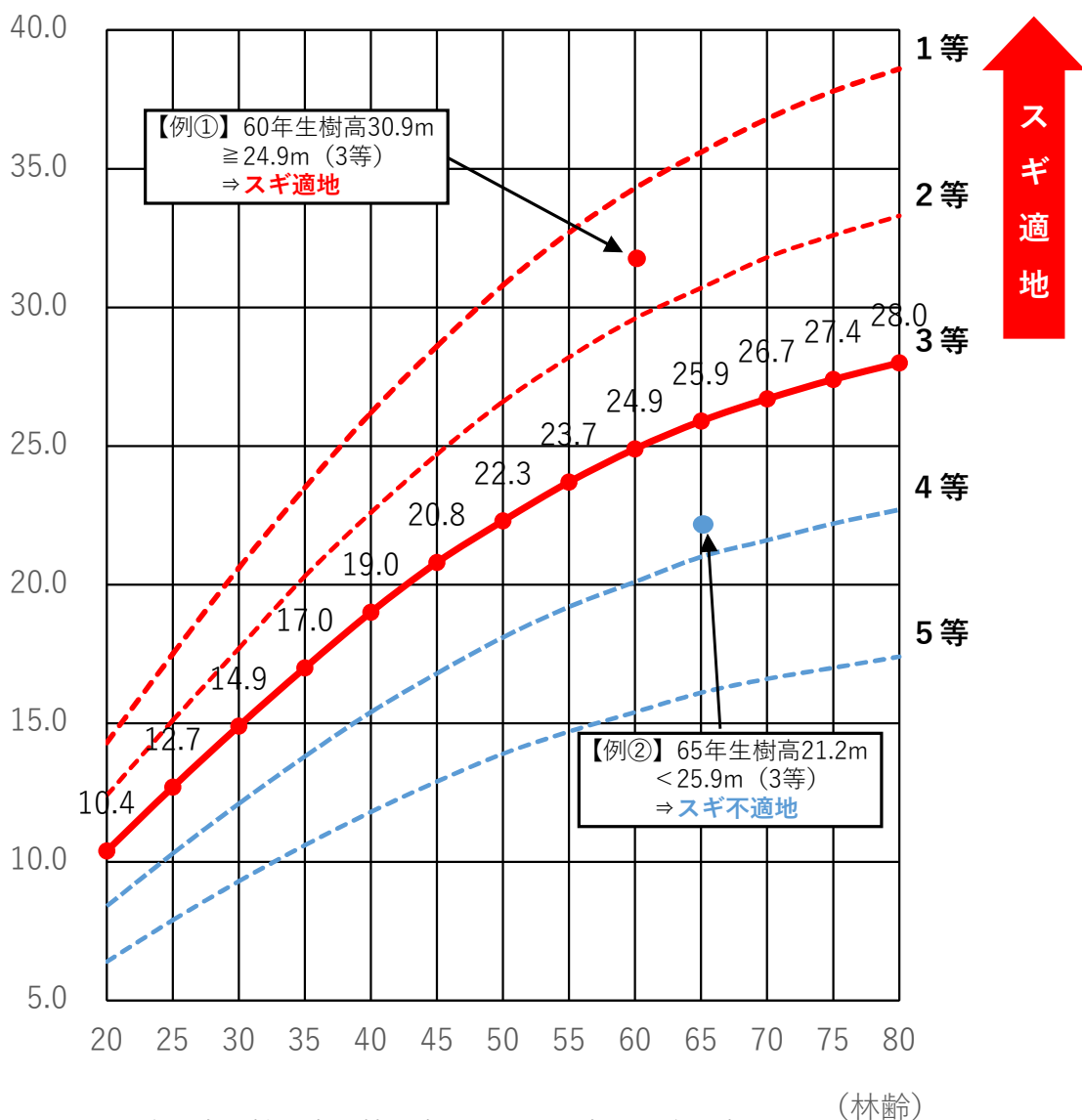
フローチャートで判定した後、次頁「主伐・再造林の実施に係るチェックシート」で確認してください。

地位条件について

- 地位は土地の生産力を示す指標で、樹高成長の良い林分を1等とした5区分で表します。
- 秋田県林業研究研修センター「秋田県民有林スギ林分収穫予想表」を活用し、伐採しようとする林地がスギの適地であるか否かを確認します。
- ※3等以上であればスギの適地
 - 例①：スギ60年生、上層平均樹高(※)30.9m → スギ適地
 - 例②：スギ65年生、上層平均樹高21.2m → スギ不適地
- 地位の高い適地にスギを再造林した場合、伐採前の人工林と同様の良好な成長が期待できます。一方、地位が低い場合は、植栽樹種を変更するか伐採を見合わせるかなどの検討が必要となります。

表1 秋田県民有林スギ林分収穫予測表（全流域）（抜粋）
（林齢20年～80年をグラフ化）

（上層平均樹高：m）



(2) 樹種の選択

(ポイント)

スギのほかにカラマツも候補

今後の再造林に当たっては、成育適地や木材需要の動向、種子や苗木の供給体制を踏まえながら、スギ不適地などでは、カラマツ等の他の植栽樹種を検討する必要があります。

(スギとカラマツの樹種特性)

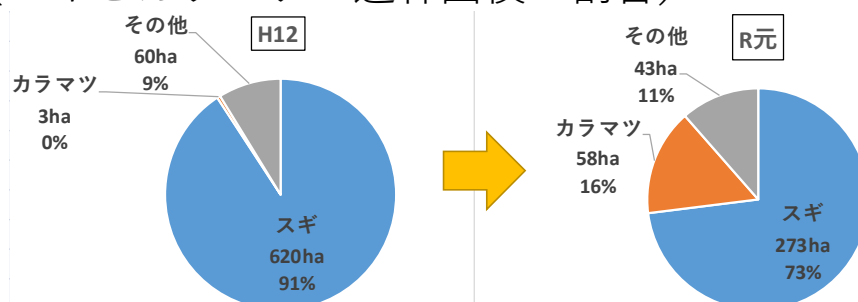
○スギ

- ・適地：湿潤で肥沃な山腹斜面中腹から下部・沢沿い
- ・成長：カラマツと比べれば中庸となるが、基本的に成長は良い
- ・利用：構造材、造作材など建築用材として最も多く用いられる
ただし、他の樹種に比べて乾燥が難しいとされている

○カラマツ

- ・適地：やや乾燥気味の山腹斜面中腹から上部、冬季小雨の内陸性冷涼気候、一般に土壌条件に対する適応性は比較的高い、根は酸素不足に弱く滞水し易い土壌では根の衰弱や部分枯死を招く
- ・成長：主要造林樹種の中で最も初期成長が早く、その後の成長も良く、低密度植栽に適合する
ただし、風による影響を受けやすく、海岸に近い風衝地や山地の尾根筋では樹高成長は良くない
- ・利用：割れや狂いが出やすく建築用材としては使いにくい樹種とされてきたが、最近では、木材加工・乾燥技術の進歩等により、構造用合板や集成材等に利用

(スギとカラマツの造林面積の割合)

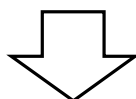


(3) 生産目標の考え方

(ポイント)

低コスト・省力再造林で並材の生産が可能

再造林を計画する際には、各市町村の市町村森林整備計画との整合を図りつつ、現地条件や生産目標に応じた植栽密度を検討することが重要です。



○本書では、生産目標が並材生産で、比較的低コストで育成することができる森林を目標林型とし、低密度植栽、下刈り回数の低減などを行うことにしています。2,000本/haを基準としています。

Q 植栽密度を小さくすると、木が育たないのでは？

- ・1,500本/ha以上の密度であれば、間伐の削減などで、標準的な資源量の確保は可能。ただし、密度効果による良質材生産に期待はせず、並材生産を目標とする場合に限る。
- ・2,000本/ha以下の密度では、広葉樹の侵入量が多くなり、下刈りや除伐コストが増加する可能性がある。

「スギの再造林を低コストで行うために」 (県林業研究研修センター)

表1 生産目標と植栽密度の目安

(「スギの再造林を低コストで行うために」 (県林業研究研修センター) より)

生産目標	植栽密度
①再造林コストを極力削減し、並材生産を目指す場合	1,500～2,000本/ha
②コストに関わらず、良質材として量と質を確保したい場合	2,500～3,000本/ha
③上記のどちらとも判断できない、折衷的判断の場合	2,000～2,500本/ha

II 低コスト・省力造林技術

スギの再造林を低コスト・省力で行う4つのポイント

(1) 伐採と植栽の一貫作業

○伐採、植栽を連続もしくは並行して実施

⇒ 作業効率の向上、地拵え費用の削減

伐採・搬出



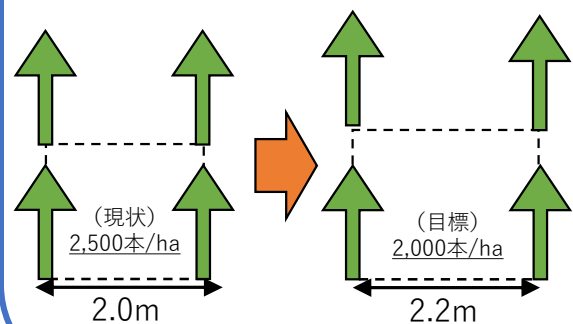
または



(2) 低密度植栽

○植栽本数2,000本/ha

⇒ 作業量の削減、植栽費用の削減



低コスト
・省力
造林技術

(3) コンテナ苗植栽

○コンテナ苗を利用

⇒ 植栽効率の向上、植栽費用の削減



コンテナ苗



裸苗

(4) 下刈り回数の低減

○植栽後2年目、3年目、5年目の3回実施

⇒ 作業量の削減、下刈り費用の削減

1年目	2	3	4	5	6~
×	○	○	×	○	×

(1) 伐採と植栽の一貫作業

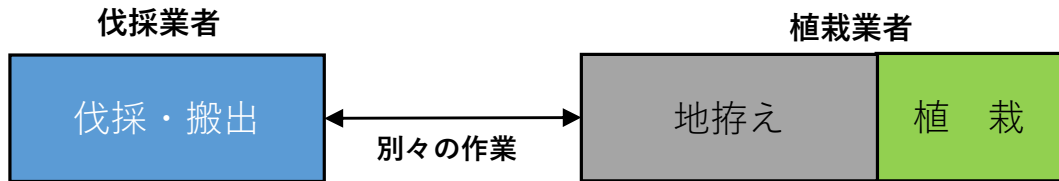
(ポイント)

伐採作業と地拵え・植栽作業を連続もしくはは並行して実施

効果

- ・作業効率の向上
- ・地拵え費用等の削減

【従来の伐採作業と植栽作業のイメージ】

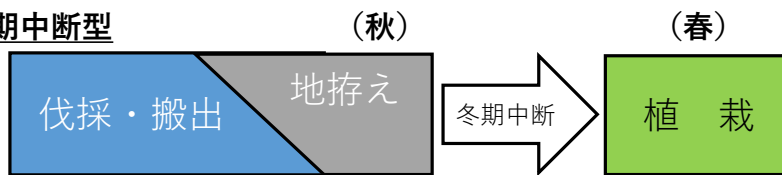


【伐採・植栽一貫作業システムのイメージ】

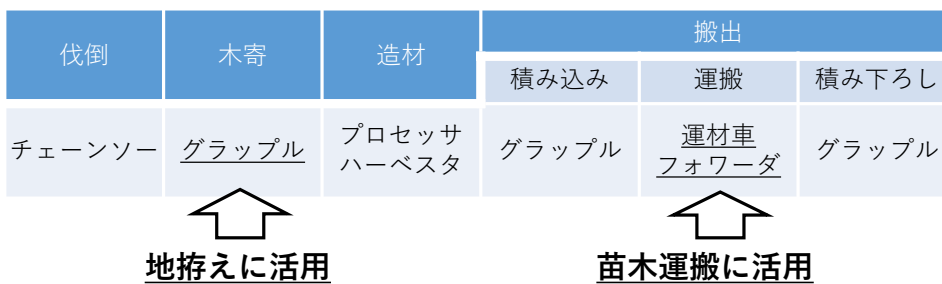
連続型



積雪期中断型



【主伐で使う林業機械の活用】



Q どうして一貫作業で作業効率が向上するの？

- ・伐採や採材などに使用する林業機械（グラップルなど）を地拵えに活用するほか、木材運搬のための機械（フォワーダなど）を苗木運搬に活用するなどして、再造林作業を効率化させる。

「スギの再造林を低コストで行うために」（県林業研究研修センター）

Q 地拵え後にすぐ植栽しなければ、一貫作業の効果が得られないのでは？

- ・積雪前に地拵えをやっておけば、融雪後、下層植生の成長が始まる前に植えることにより（春植え）、工程面では秋植えと同様の効果が期待できる。

「ここまでやれる再造林の低コスト化」（森林総合研究所）

(2) 低密度植栽

(ポイント)

単位面積当たりの植栽本数の低減

→ 2,000本/haの植栽

効果

- ・作業量の削減
- ・植栽労務費用の削減

Q 植栽時の労務費はどのくらい削減になるの？

・植栽密度別の植栽労務費

令和3年度造林補助事業標準単価表のスギコンテナ苗植栽単価より
直接費のうちの労務費（地拵費、植付費、苗木運搬費の計）

（秋田県農林水産部林業木材産業課）

本数 (本/ha)	労務費 (千円/ha)	
1,500～1,799	337	
1,800～2,099	359	(2,400本/ha→2,000本/ha) 11%削減
2,100～2,399	382	
2,400～2,699	404	
2,700～2,999	427	
3,000	449	(3,000本/ha→2,000本/ha) 20%削減

Q 植栽間隔を広げると苗木の成長に影響があるのでは？

- ・植栽木の成長量は、植栽密度間（1,100、1,600、2,500本/ha）で大きな差が見られなかった。

Q 植栽間隔を広げると下刈りが大変になるのでは？

- ・低密度植栽区で、下刈り作業時間が減少する傾向が見られた。
- ・現場作業員から、ある程度植栽間隔が広い方が下刈作業がしやすいとの回答があった。

「低密度植栽技術導入のための事例集」（林野庁）の由利本荘市の事例より

(3) コンテナ苗植栽

(ポイント)
コンテナ苗を利用

- 効果
- ・作業効率の向上
 - ・植栽労務費用の削減

コンテナ苗（写真1）は樹脂製の多孔容器であるマルチキャビティコンテナで育成される苗木で、培土と根で成型された「根鉢付き苗」です。



(写真1)

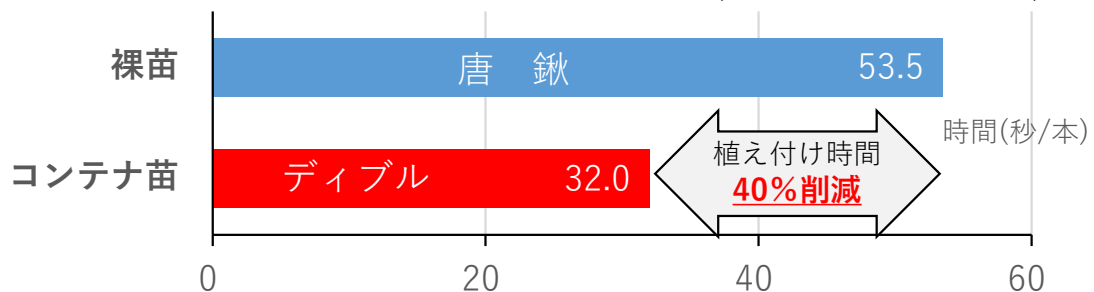
コンテナ苗の植栽に当たっての特徴

- ・植栽作業の効率化
(均一的な形状の根鉢であるため、植栽が容易)
- ・植栽時期が広い
(植栽時期が広く、伐採直後の植栽が可能)

Q どのくらい植栽作業が効率化するの？

・スギ苗木1本当たりの植え付け時間

※スギの再造林を低コストで行うために（県林業研究研修センター）



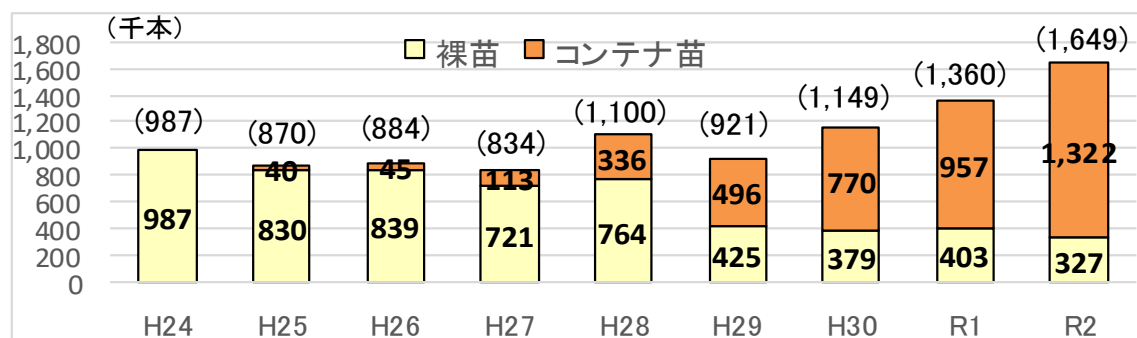
Q 植栽時期が広いとは？

秋植栽では、スギコンテナ苗と裸苗ともに高い活着率を示したが、春植栽では、裸苗の81%が乾燥により枯死したのに対し、コンテナ苗は3%（クワ）・18%（ダブル）の枯死にとどまった。

「富山県農林水産総合技術センター森林研究所 研究レポート No.14（2016）」

・秋田県内のスギ苗木生産量

(秋田県農林水産部林業木材産業課)



(4) 下刈り省略

(ポイント)

下刈り回数の削減

→ 2年・3年・5年の3回まで減らすことが可能

効果

- ・現場で下刈り実施の要否を判断
- ・作業量の削減
- ・下刈り費用の削減

	1年目 (植栽年)	2年目	3年目	4年目	5年目	6~10年 目
従 来	●	●	●	●	●	△
回数削減		●	●		●	

Q 下刈りは毎年欠かさず行わないと苗木が育たないのでは？

- ・下刈り回数を削減して、2・3・5年目に行った場合、連年下刈りと同様の樹高成長を示し、誤伐頻度も低くなった。多雪地帯で雪害頻度は若干高くなったが、樹高成長も低下せず、悪影響は小さいと判断された。(秋田県林業研究研修センターの実証事例)

「低コスト再生林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト」(森林総合研究所)

Q 機械的に下刈りを省略しても大丈夫だろうか？

- ・雑草木の成長状況、植栽地における雑草木の種類や繁茂状況により、下刈りを終了できるか判断します。そのためには、植栽地の定期的な見回りが大切です。

「低密度植栽で低コストで効率的な再生林を目指す！」(林野庁)

- ・ススキやワラビが密生する立地では、植栽木に強い被圧効果を与えてしまう可能性がある。

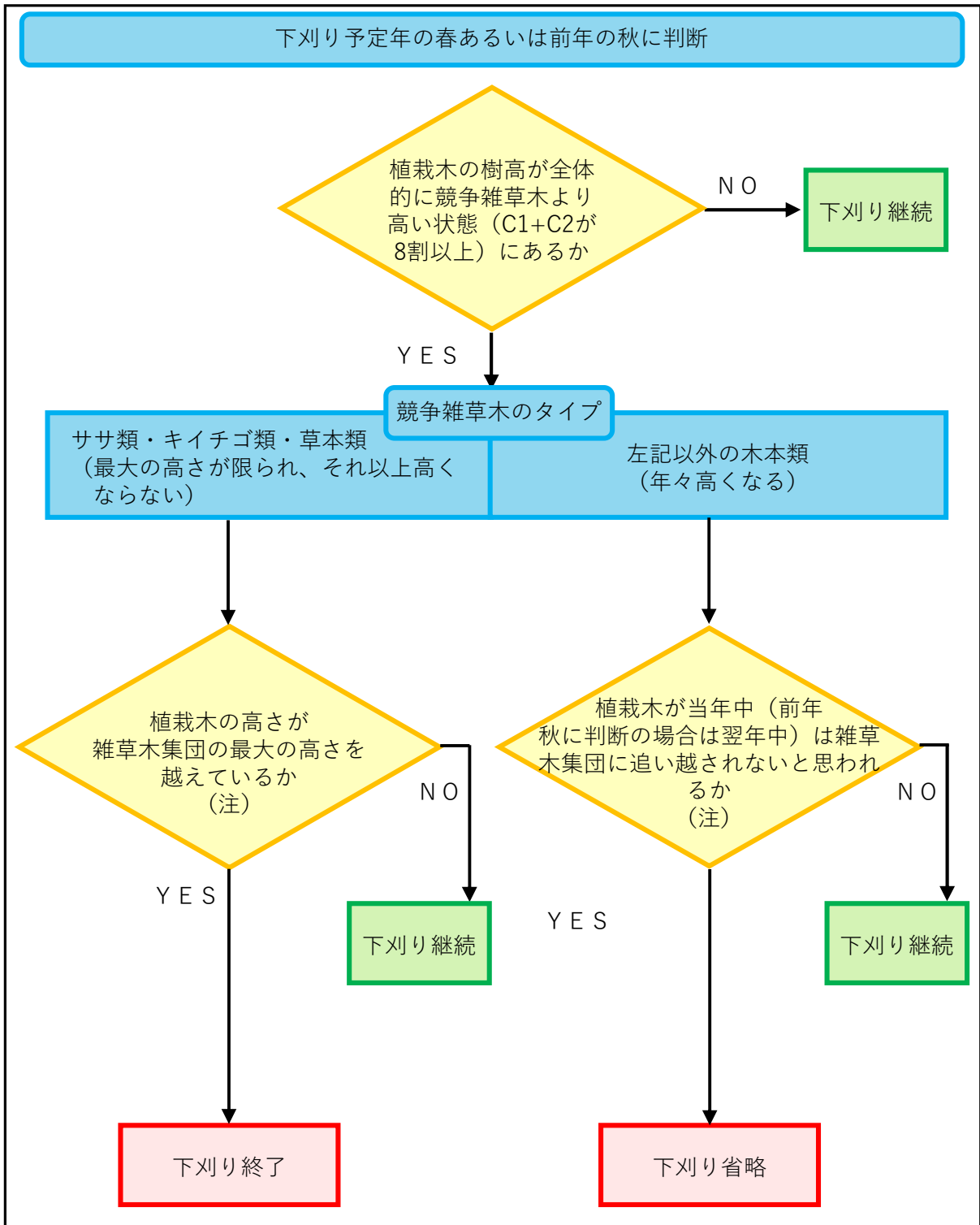
「低密度植栽技術導入のための事例集」(林野庁)の秋田県由利本荘市の事例

- ・スギの場合は樹冠全体が、カラマツの場合は梢端だけ見える程度まで、雑草木に覆われると、樹高成長が低下することがわかっている。

「低コスト再生林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト」(森林総合研究所)

現場における下刈りの終了・省略や継続の簡易的な判断基準（スギ）

植栽木の下刈り判断フローチャート



(注) カラマツについては、植栽木の樹高が競争雑草木より高くても、樹冠表面積の半分以上が雑草木に覆われると、健全に生育できないとの報告がある（原山ほか 2018）。このため、カラマツについて本フローチャートを試行的に使う場合には、「全体的に樹冠の半分以上が競争雑草木から露出している状態（C1が8割以上）」を最初の判断基準としてスタートした方がよい。

植栽木と周辺植生との競合状態について

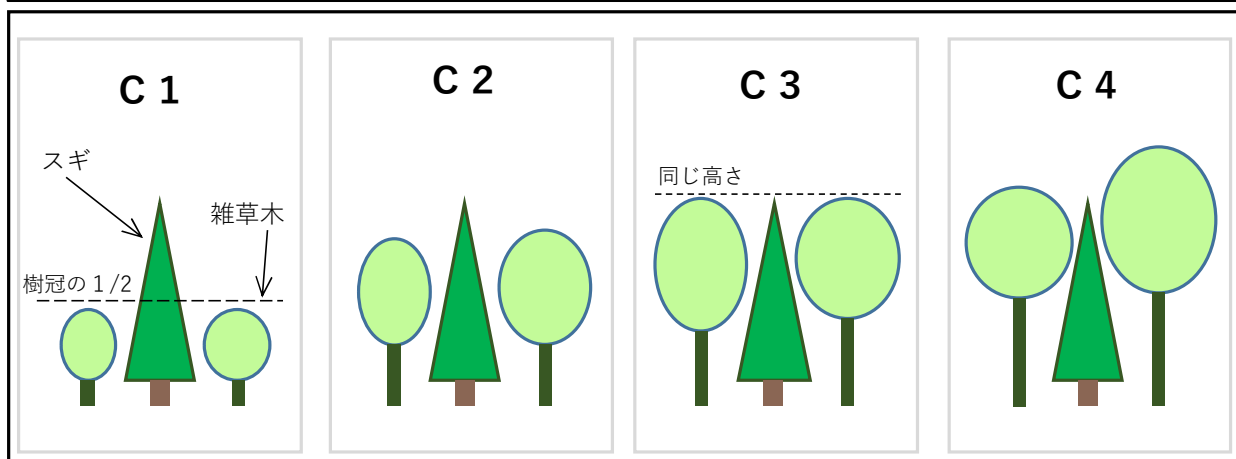
4 区分（C 1～C 4）にカテゴライズ
 ※山川ほか（2016）の基準

C 1：植栽木の樹冠が周辺の競合植生から半分以上露出している（完全拔出）

C 2：植栽木の樹冠の半分以上が周辺の競合植生に覆われているが、梢端は露出している（頭出し）

C 3：植栽木と競合植生の梢端が同じ位置にある

C 4：植栽木が競合植生に完全に覆われている



造林補助事業（公共）における下刈りの補助要件の見直し

令和4年度以降に植栽した造林地における4回目以降の下刈り申請地には、下刈りの必要性を判断した際の現場の画像添付が必要。

【例1】R4：植栽

R5：下刈り1回目 → ○ 補助対象

R6：下刈り2回目 → ○ //

R7：下刈り3回目 → ○ //

R8：下刈り4回目 → △ 下刈りの必要性のわかる写真添付が必要

	R4	R5	R6	R7	R8	R9
	植栽	下刈	下刈	下刈	下刈	下刈
例1	●		○	○	○	△
例2	●	○	○	○	△	△
例3	●		○	○	○	△

参考資料

I 更新方法の検討 (1)造林適地の判定 スギ人工林の皆伐・再造林判定表の地形条件関係

- ・山地災害～林地におけるリスク～
豪雨で崩壊しやすい場所の共通的な特徴
1.傾斜25度以上の平衡～凹地形で、2.土壌が粘土(埴土)にまで風化した、3.地下水が集中する場所(水分量：湿以上)である。山地でのこの3条件が該当する場所は、危険地形と呼ばれる①ゼロ次谷、②断層地形、③地すべり地形、④地質境界、⑤崩積土(沖積錘)等となる。

林業と国土保全の両立を目指して(1)-林業技術者のための林地の災害リスクの考え方-山林No.1640、2021.8、多田泰之

I 更新方法の検討 (1)造林適地の判定 スギ人工林の皆伐・再造林判定表の地位条件関係

- ・土壌型は秋田県においてもスギの地位指数推定に重要な要素。
乾性褐色森林土壌、適潤性褐色森林土壌、黒ボク土壌、湿性褐色森林土壌、グライ土壌の順に高くなる。
- ・標高が高いほどスギの地位指数は低くなると考えられ、高標高な林地、特に750m以上では、スギの生長には不利になる。

「立地環境因子を用いたスギ人工林の地位指数推定手法の開発」(県林業研究研修センター：研究報告第28号2021.3)

II 低コスト・省力造林技術 (2)低密度植栽

- ・初期成長
樹高成長は一般的に植栽密度に関係はない。
幹の肥大成長については、植栽直後から下刈りへの初期保育の段階では、植栽木は個々に孤立した状態で生育しているため、その影響はほとんどないと考えられる。密度効果が目立って現れてくるのは林冠閉鎖後と考えられる。

「スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針」(林野庁)

II 低コスト・省力造林技術 (2)低密度植栽

- ・植栽コストの削減
植栽密度を低密度にした場合、地拵えの費用は変わらないが、苗木の購入費及び植栽に要する労務費が低減され、再造林コストの削減が可能となる。植栽コストに占める苗木代の割合は高いため、低密度植栽によるコスト削減効果は大きい。
また、単位面積あたりの植栽本数が少なくなることで間伐の回数削減が可能となり、施業コスト全体の削減も期待できる。既往文献では、切り捨て間伐をなくし、間伐回数を減らすことができることが報告されている。
さらに、間伐を行わず、直接主伐することも選択肢になる。
なお、現場作業員に低密度植栽の経験がない場合、植栽効率が落ちる場合がある。慣れて間隔を測らずに植えられるようになるまでは、竹などで尺棒を作り利用するなどの工夫が有効。

「スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針」(林野庁)

II 低コスト・省力造林技術 (3) コンテナ苗植栽

- ・長野県北部において11月に植栽されたスギでは、コンテナ苗の活着率が90%を超え、一畝植えの裸苗の活着率69%を大きく上回った。
- ・一般に裸苗の春植えは芽が成長を始めるまでの時期に限られる。しかし、東北地方の多雪地では林道の通行が可能になるのが6月であり、裸苗の植栽適期が過ぎてしまうことがあるため、根鉢があり植栽可能期間が長いコンテナ苗の方が有利になる。

「平成31年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業報告書」(林野庁)

II 低コスト・省力造林技術 (4) 下刈り回数の低減

- ・カラマツの場合、耐陰性が低いが、光条件が良いと初期成長が速いという特性を生かして、1・2・3年目に集中して実施するといった回数削減法が向いていると考えられる。

「低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト」(森林総合研究所)

II 低コスト・省力造林技術 (4) 下刈り回数の低減

- ・下刈り作業時間
下刈り作業時間に影響を及ぼす要因として、雑草木の種類、地形や傾斜度、地拵えで残置された枝条の多寡、植栽間隔への作業員の慣れなどが挙げられる。
全体として植栽密度が低い方が下刈り作業時間が短い傾向が見られた。

「スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針」(林野庁)

II 低コスト・省力造林技術 (4) 下刈り回数の低減

- ・下刈りと誤伐
誤伐の発生は植栽密度には関係ないという結果が得られた。

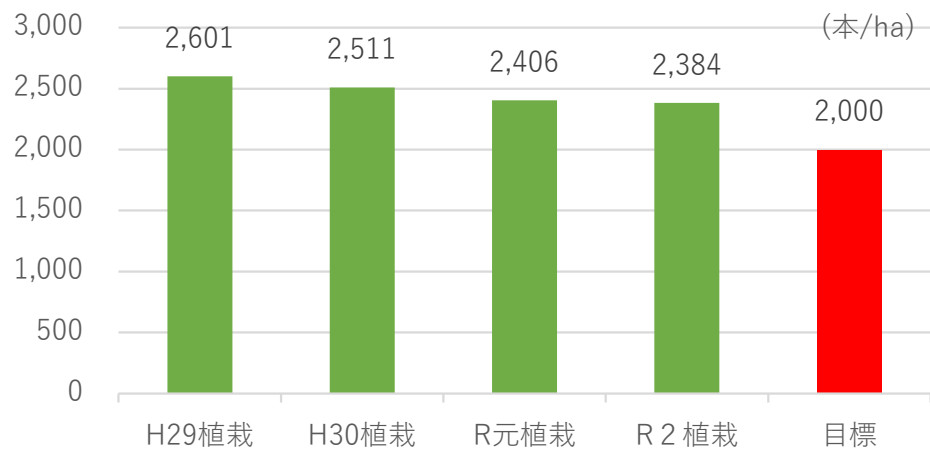
「スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針」(林野庁)

※その他施業技術の普及に関するもの

- ・「作業システムと路網」秋田県林業普及冊子NO.24 秋田県林業研究研修センター(2016)
- ・「スギの再造林を低コストで行うために」秋田県林業普及冊子NO.25 〃 (2017)
- ・「森林管理入門~初めて森林を引き継いだ方に贈る~」秋田県林業普及冊子NO.26〃(2018)
- ・「秋田県における植栽密度の異なるスギ若齢林の林分構造と成長」日本森林学会誌 野口麻穂子・和田覚(2017)

造林補助事業実績での植栽密度・下刈り回数の推移

①植栽密度の推移



②下刈りの平均回数の推移

