

ロセッサの造材能力を極力高めるために、先行して伐倒、木寄せを行うなどの工夫が実施されている。

作業日報の作成にはスマートフォンやタブレットで入力できる日報が開発されており、工程の計算の自動化など業務効率化に役立てられている。

(流通コストの低減)

流通コストは運送距離や輸送車両、積卸し回数、販売方法によって変動する。直送など物流・販売経路の見直しに加え、トラックやトレーラーの大型化等により流通コストが低減できる可能性がある。

物流コストだけを考えれば、まず、運送距離が長くなればなるほど運送コストが高くなるため、近隣の工場、市場への販売が有利となる。また、不要な積替えによるコスト増大は極力避けるとともに、市場や商社等を通す場合の手数料も勘案して、利益を

最大化できる運送、流通、販売方法を決定することが重要であり、なるべく簡素な流通経路が望ましい。

一方、輸送距離が長くなる場合は、中間土場を活用して量を確保し、大型トラックやセミトレーラー等により1回の輸送量を大きくすることで、積替えのコストを考慮しても、運送コストを抑えることができる可能性がある。

なお、収益性の向上を考えると、流通コストだけでなく、集材コストや販売単価も考える必要がある。トラックが小さくなったとしても、そのことによりフォワードでの集材距離を短くすることが可能であれば有利となる場合もある^{*33}。輸送距離が長くとも、販売単価が高い工場・市場へ販売することが有利な場合もある。

素材生産・流通・販売全体から収益性を考え、流

事例 特-5 多能工化と柔軟な作業工程や人員配置の見直しによる生産性向上

しろう森林組合(兵庫県宍粟市)は、間伐を中心^{しろう}に年間2.4万m³程度の素材生産を行っており、高性能林業機械の導入を積極的に進めるとともに、従事者全員で情報を共有し作業効率の改善を積み重ねることで、生産性向上につなげている。

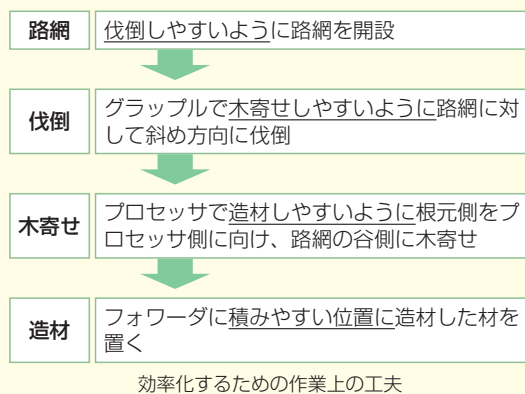
具体的には、毎朝作業前にミーティングを行い、従事者同士で作業の無駄を洗い出した上で、1週間分の事業計画を見直しながら、その日の作業工程と人員配置を決定している。柔軟な人員配置を行えるよう、チェーンソーによる伐倒、高性能林業機械による木寄せ・造材等のどちらも行える多能工を育成している。

また、各々の工程では、グラップルで木寄せしやすいような伐倒方向にする、造材しやすい材の向きや位置に木寄せするなど、各工程で次の作業工程を効率化するための工夫を行い、日々作業の無駄を省くことに努めている。

この結果、搬出間伐作業において、各工程を効率化するとともに工程間の生産性を平準化することで、路網整備等を含む生産性を従来の7.7m³/人日から10.0m³/人日まで向上させ、生産コストを9,800円/m³から6,195円/m³まで低減させた^注。

注：今回の作業箇所は蓄積609m³/ha、平均胸高直径22cmの人工林。

資料：令和元年度国有林間伐・再造林推進コンクール表彰事例



プロセッサによる造材

*33 白澤紘明ほか(2013) 原木流通における輸送車両選択によるコスト低減効果：兵庫県を事例として。森林利用学会誌, 28(1): 7-15.

通方法を決定していくことが重要である。

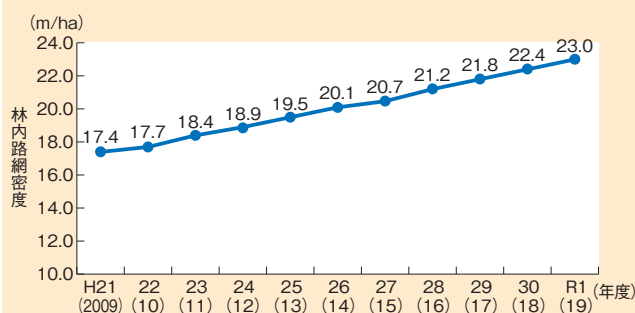
(生産性向上と流通コスト低減に寄与する路網整備)

林道や森林作業道等からなる路網を適切に整備することで、造林、保育、素材生産等の施業を効率的に行うことが可能となる。また、作業現場へのアクセス方法の改善、施業方法に対応した機械の導入による安全性の向上、労働災害時の搬送時間の短縮等が期待できることから、林業の労働条件の改善等にも寄与するものである。

さらに、路網の中でも、セミトレーラー等の大型車両が通行できる林道の整備が進めば、木材を効率的に運搬することが可能となり、流通コストの低減に寄与する。タワーヤード等大型の高性能林業機械を搬送・配置するためにも、林道の整備を進めていくことが重要である。

林業経営体は、補助事業等も活用し路網の整備を進めており、令和元(2019)年度末の公道等も含めた林内路網密度は23.0m/haとなっている^{*34}(資料特1-24)。一方、オーストリアでは、林道整備が積極的に進められ、1990年代で約89m/ha^{*35}と

資料 特1-24 林内路網密度



資料：林野庁業務資料

コラム 林業現場で使用可能な悪路走行用のダンプトラックの開発

小型トラックによる木材の搬出は、フォワーダより走行速度が速く、公道を走ることも可能なことから、間伐等の小規模な木材搬出等では有利なことがある。

一方、作業道は幅員が狭く急勾配でカーブが連続し、降雨後にぬかるむことも多く、その走行には一般道と異なる性能が必要とされる。しかし、そのような小型ダンプトラックは廃番となっており、旧型のトラックを修理しながら使用するしかない状況となっていた。

奈良県吉野郡で山林経営を行う清光林業株式会社とポロ・ビーシーエス株式会社は、SNS上で声を上げ、多くの賛同があったのを契機として、平成28(2016)年、日野自動車株式会社と林業現場で有用な小型ダンプトラックの開発に着手することとした。

新明和工業株式会社や奈良日野自動車株式会社、松原自動車有限会社等の協力を得て、複数回にわたる意見交換や現場走行テストを経て、令和元(2020)年5月に林業仕様の日野デュトロダンプ(2.7トン全低床標準四駆ダンプ)が製品化され、同年12月に完成車が納入された。この車両は林地での安全走行を可能とするため、最小回転半径が小さく(5.2m)、4,000cc超の大排気量エンジンと、超低速域で高いパワーが出せ、排気ブレーキの効きが良いなどの特徴を持っている。

さらに各地の林業事業体や森林組合との1年に及び意見交換や走行テストで要望の高かった改良を重ね、車高40mmアップ、3トン積載量を実現した改良車両も令和3(2021)年2月に完成した。

このようにメーカーと林業現場の意見交換により必要な機材が改良・開発され、森林整備の推進や林業振興につながる事が期待される。



林内の走行テスト時の様子

^{*34} 「公道等」、「林道」及び「作業道」の現況延長の合計を全国の森林面積で除した数値。林野庁整備課調べ。

^{*35} Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management (オーストリア連邦農林環境水管理省)「Österreichische Waldinventur 1992/96」(オーストリア森林インベントリー1992/96)による生産林の数値。なお、これ以降に同国で実施された森林インベントリーでは、同国の路網密度は掲載されていない。

いう高い路網密度を達成している。

林業経営体を対象にした意識・意向調査によると、現在の路網の整備状況は50m/ha以下の路網密度であると回答した者が約6割であったのに対し、今後は50m/ha以上の路網密度を目指したいと回答した者が6割を超えており（資料 特1-25）、林業経営体による更なる路網整備が期待される^{*36}。

（イ）造林・育林の低コスト化に向けた取組

（再造林費用の現状と課題）

地拵えから下刈りまでの再造林初期費用は、山元立木価格の水準を大きく上回っている状況にある。さらに獣害が発生している地域ではその対策も講じる必要があり、これらが再造林の進まない要因となっている（資料 特1-26）。

再造林においては、地拵え、植栽、下刈りという3つの作業が進められていく。このそれぞれの作業においてコストや労働負荷を削減する技術の開発が進められ、実証段階に至るものも出てきており、その積極的な活用を図っていく必要がある。

その際、苗木の種類、植栽の方法により、必要となる経費は大きく異なってくることから、どのような山を作りたいか、将来の仕向け用途も見据えながら取り組んでいくことが重要となる。

また、獣害対策については地域の被害の状況に応じた対策を講じる必要がある。シカの生息密度が高い地域では、捕獲を進めつつ、防護柵の整備に当たっては丈夫なステンレス入りのネットの使用や柵の設置方法等を適切に選択し、整備後は見回り等の維持管理を定期的実施することにより、追加コストを抑制させる必要がある^{*37}。

（「伐採と造林の一貫作業システム」の導入）

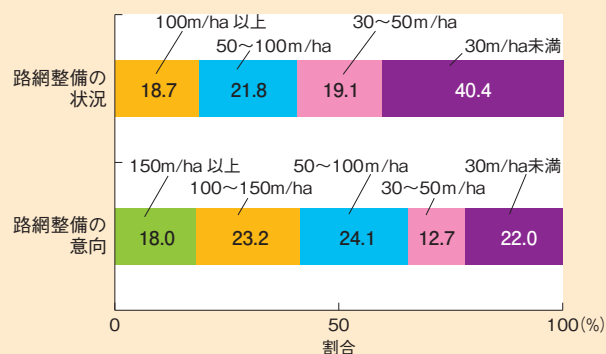
地拵えと植栽の経費及び労力の削減として、伐採と並行又は連続して地拵えや植栽を行う「伐採と造林の一貫作業システム」（以下「一貫作業システム」という。）が、近年導入されつつある。

一貫作業システムは、グラップル等の集材や搬出用の林業機械を用いて伐採跡地の末木枝条を除去・

整理して地拵えを実施し、丸太運搬用のフォワーダ等の機械で苗木を運搬した上で植栽を行うものである。架線系の作業システムにおいても、架線を苗木の運搬に使用することで、苗木運搬の工程を省力化することが可能であり、また、降雪地帯においては、秋に伐採・搬出を行う際に林業機械で地拵えを行った上で、翌春、下草の繁茂時期を迎える前に植栽するといったやり方も行われている。

このように一貫作業システムでは、地拵えと苗木運搬の工程を省力化することとなり、労働投入量の縮減等により作業コストを大きく縮減することが可能となる^{*38}。特に林業機械による作業範囲が広く、伐採作業時に枝条整理を行う場合のコスト削減効果

資料 特1-25 路網整備の状況と意向



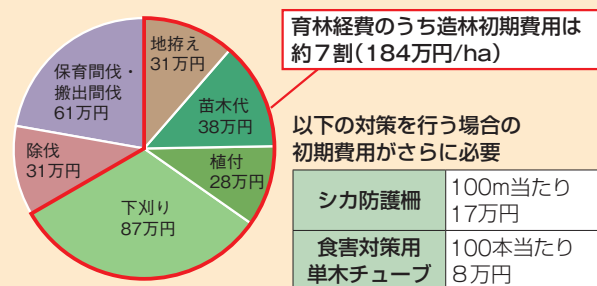
注1：林業経営体を対象とした調査結果。

2：無回答者を除く。

3：計の不一致は四捨五入による。

資料：農林水産省「森林資源の循環利用に関する意識・意向調査」（令和3（2021）年2月）を基に林野庁作成。

資料 特1-26 再造林費用の現状



注：スギ3,000本/ha植栽、下刈り5回、除伐2回、保育間伐1回、搬出間伐（50~60m²/ha）1回。

資料：令和2（2020）年度標準単価を基に林野庁試算。

*36 林野庁や地方公共団体の路網整備の取組については、第Ⅱ章第1節（4）136-137ページを参照。

*37 野生鳥獣による被害状況及び対策については、第Ⅰ章第3節（4）98-100ページを参照。

*38 労働投入量の縮減等については、「平成28年度森林及び林業の動向」第Ⅰ章第2節（1）13ページを参照。

が大きい^{*39}。

しかし、一貫作業システムの導入状況は人工造林全体の1割以下にとどまっている。伐採と造林の作業方法・時期の連携ができていないなどの課題があり、更なる普及に向けて、伐採と造林を行う者の連携を深め、体制を整備していくことが重要である(資料 特1-27)。

(植栽期間の長いコンテナ苗の生産拡大)

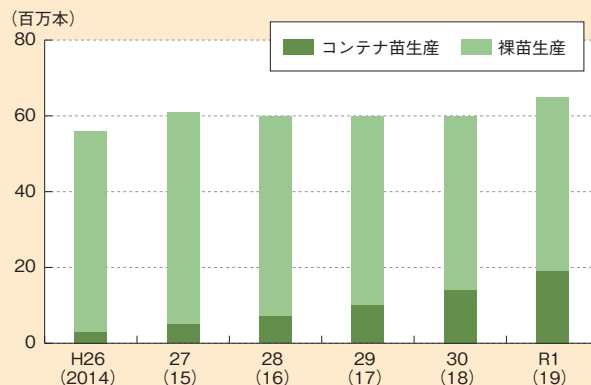
一貫作業システムを行うためには、伐採と再造林のタイミングを合わせる必要があり、従来の裸苗では春又は秋に限られていた植栽適期を拡大していくことが必要となる。

「コンテナ苗」は、裸苗とは異なり、根鉢があることで乾燥ストレスの影響を受けにくいと考えられ、寒冷地の冬季や極端に乾燥が続く時期を除き、通常の植栽適期(春や秋)以外でも高い活着率が見込めることが研究成果により示されている^{*40}。

このため、伐採時期に合わせて植栽適期を拡大できる可能性があり、コンテナ苗生産量は年々増加している(資料 特1-28)。

しかし、コンテナ苗生産では、得苗率が生産者間でも大きな違いが出るなど、生産技術が標準化されていない(資料 特1-29)。また、一貫作業システ

資料 特1-28 苗木生産量



資料：林野庁「森林・林業統計要覧」、林野庁整備課調べ。

資料 特1-29 コンテナ苗生産における得苗率の違い

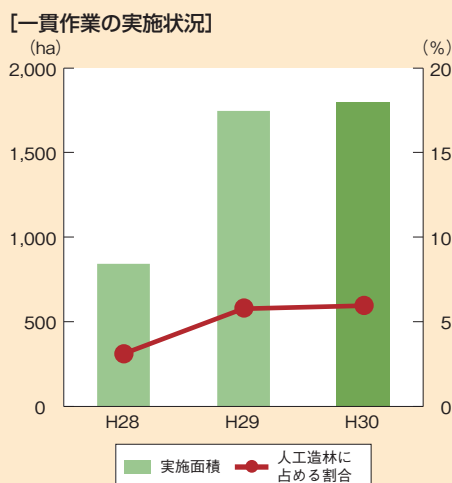
樹種	事例	得苗率
スギ	事例A	67%
	事例B	90%



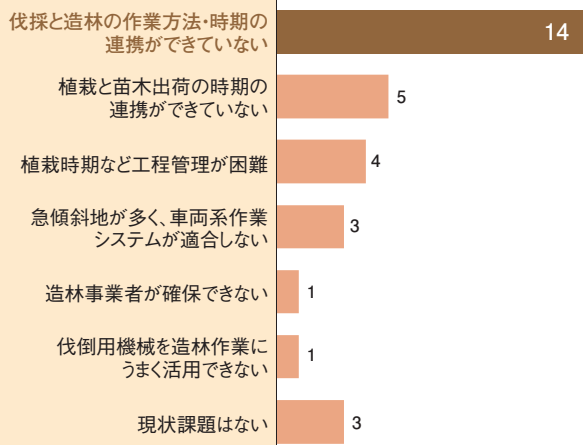
根系の発達が不良で根鉢が型崩れ

資料：林野庁業務資料

資料 特1-27 一貫作業導入の課題



一貫作業における課題



注：「一貫作業における課題」は、都道府県の聞き取り結果。「該当なし」「無回答」を除く28の回答を分類し集計。
資料：林野庁業務資料

*39 林野庁(2018) 低コスト造林技術の導入に向けて: 11.

*40 研究成果については、「平成28年度森林及び林業の動向」第I章第2節(1)14ページを参照。

ムにより労務費が低減するものの、スギと比較すると、裸苗^{はだかなえ}70～196円/本に比べてコンテナ苗140～273円/本^{*41}と価格が高い。このため、林野庁では、コンテナ苗の普及に向け、苗木生産の技術開発を進めるとともに、生産コストは一事業者の年間生産本数が増加するに従って下がる傾向にあることから、生産規模5万本以上を要件にコンテナ苗生産設備の導入を支援している。

(低密度植栽)

我が国においては従来、植栽後15年程度で植栽木の林冠が閉鎖することを前提として、3,000本/ha前後の植栽密度で造林を実施してきたが、植栽木の特性や生産目標等に応じて植栽本数を抑えることで、苗木代や植栽時の労務費を低減することが期待されている。

このため、林野庁は、全国19か所に試験地を設定し、5か年にわたり実証試験を行い、これまでの研究成果も含め、令和2(2020)年3月に「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」と「低密度植栽導入のための事例集」として公表した。この中で、スギでは1,000～1,500本/ha以上、ヒノキでは1,500本/ha以上、カラマツでは1,000本/ha以上であれば、成林に影響が少ないと整理された。また、植栽コストが低減したことに加え、下刈りについても植栽密度が低くなるほど作業時間が短くなる傾向がみられた(資料 特1-30、31)。

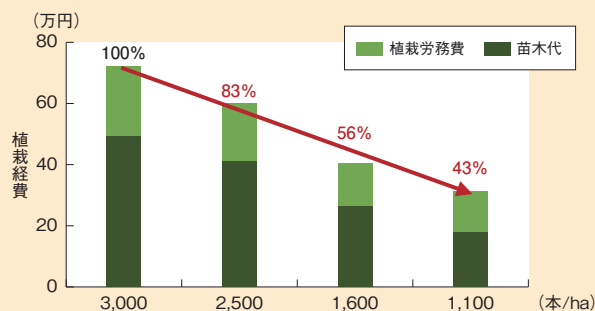
低密度植栽されたスギの強度については、建築材料としての利用が十分可能なレベルであるという報告も出されている^{*42}。

なお、実際に植栽する場合は、保安林の場合には指定施業要件の中で定められている植栽密度や、都道府県の補助対象となる最低植栽密度との関係も検討する必要がある。普通林の場合も、造林地の地位級等にも配慮

して植栽密度を検討することが望ましい。

また、古くからの林業地では、生産目的(木材の用途)等により、1,000本程度から10,000本超の植栽密度が採用されており(資料 特1-32)、長野県は、杭材生産を目的に、カラマツの高密度植栽施

資料 特1-30 低密度植栽によるコスト削減例

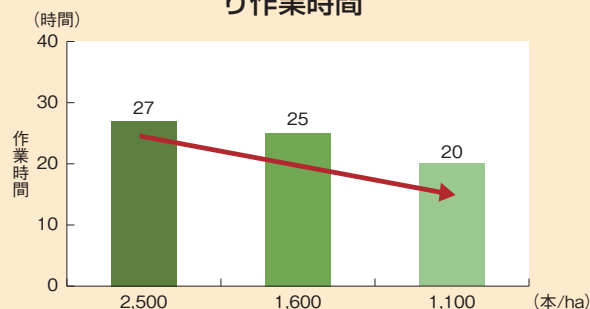


注1：茨城県日立市の事例。

2：スギ150ccコンテナ苗(165円/本)で計算。地持え経費は植栽密度で変わらないため除外。

資料：林野庁「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」(令和2(2020)年)

資料 特1-31 植栽密度ごとのha当たり下刈り作業時間



注：全国19か所における計測結果の平均値。

資料：林野庁「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」(令和2(2020)年)

資料 特1-32 主な林業地における保育形式

植栽密度	間伐	伐期の長短	林業地	主な丸太の用途
密植	ほぼ無間伐	短	旧四ツ谷	足場丸太、旗竿等
	弱度	短	西川、青梅、尾鷲、芦北	足場丸太、柱材、杭木等
	早期にしばしば	長	吉野	優良大径材、樽丸
中庸	弱度	長	智頭	優良大径材、樽丸
	しばしば適度に	長	旧国有林	大径一般材
疎植	ほぼ無間伐または弱度	短	天竜、日田、小国、木頭、ボカスギ	一般用材、電柱
	単木の成長に重点	長	飢肥	弁甲材(造船用材)

資料：丹下健、小池孝良(2016) 造林学 第4版、朝倉出版: 149。

*41 令和2(2020)年度森林整備事業標準単価に使用されている苗木単価。

*42 地方独立行政法人 青森県産業技術センターホームページ「低密度植栽されたスギの生育と木材強度」

業モデルの開発に着手している^{*43}。低密度植栽は再造林コストを下げられる可能性はあるが、下枝の枯れ上がりが遅くなる、梢殺の形状となるおそれがあるといった課題があり、役物ではなく並材の生産を目指す際の選択肢である。生産目的に合わせて植栽密度や樹種を考えることが重要である。

(下刈りの省力化・効率化)

造林経費の多くを占める下刈りは、通常、植栽してから5～6年間は毎年実施されていたが、現地の植栽木と雑草木の競合状態に応じて実施を検討することで省力化が可能である。例えば、スギの場合は樹冠が完全に下草に被覆されていない場合には樹高

成長の低下は少ないことも、下刈り省略の判断基準となる^{*44}。

秋田県での実証試験では、一貫作業システムと組み合わせることで、再造林全体のコストは3割程度削減可能となった。さらに、一貫作業システムにおいて、地拵^{ごしら}えで末木枝条や植生を破砕する場合は、雑草木の再生を遅らせ、下刈りの開始年を遅くできる可能性がある。クラッシャを用いた北海道での実証例では、破砕物が障害となり植栽経費が増えるものの、雑草木の再生も抑えられ、最大39%の再造林経費の削減が可能としている^{*45}(資料 特1-33)。

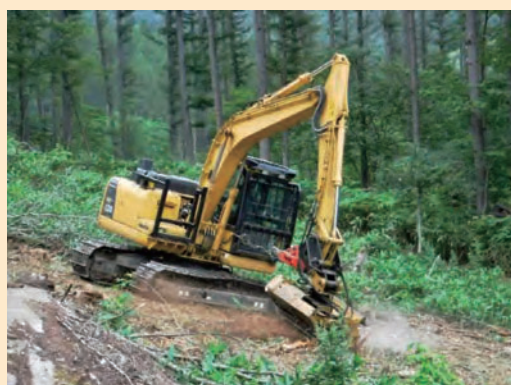
また、植林地にワラビ^{*46}等を生育させることで他の競合植生の発生を抑制し下刈りを省力化するカバークロップ等、下刈りを省力化するための様々な取組が試験されている^{*47}。

さらに、従来のように全ての雑草木を下刈りするのではなく、筋刈や坪刈に変更することで効率化が可能であり、筋刈や坪刈を想定した低密度植栽を実施することで、作業の効率化が期待できる(資料 特1-34)。

(エリートツリー等の利用拡大)

特に優良な種苗を普及するため、エリートツリー^{*48}

資料 特1-33 クラッシャによる地拵

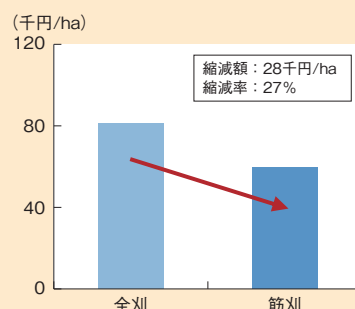


クラッシャによる地拵作業



クラッシャ地拵跡地

資料 特1-34 筋刈によるコスト縮減例



注：関東森林管理局の事例。
資料：林野庁業務資料

*43 令和2(2020)年10月7日付け林政ニュース: 18.

*44 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所九州支所(2013)低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集: 26-27.

*45 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所東北支所(2019)低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト: 10-11.

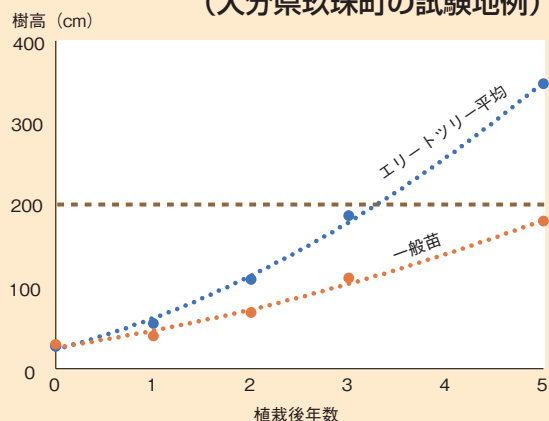
*46 ワラビの場合、生育したワラビを収穫・販売することによる収入確保の効果もある。

*47 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所東北支所「低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト」(平成31(2019)年)

*48 国立研究開発法人森林研究・整備機構により、成長や材質等の形質が良い精英樹同士の人工交配等から得られた個体の中から選抜された、成長等がより優れた精英樹のこと。

等の中から「特定母樹^{*49}」が413種類指定されている。特定母樹由来の苗木は従来の苗木と比べ成長に優れるため、下刈り期間の短縮が期待されている(資料 特1-35)。また、伐期の短縮による育林コスト回収期間の短縮や、二酸化炭素吸収量の向上も期待される。

資料 特1-35 エリートツリーと一般苗の樹高成長の推移 (大分県玖珠町の試験地例)



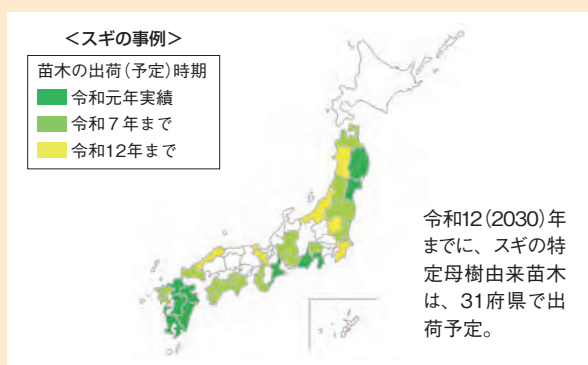
下刈り終了目安を約2mとした場合、下刈り期間が植栽後5年から3年へと2年程度短縮できる可能性。

資料：国立研究開発法人森林研究・整備機構

特定母樹由来の苗木の令和元(2019)年度の出荷本数は、スギが九州を中心に266万本、カラマツ(クリーンラッチ^{*50})が北海道で22万本の合計288万本となっており、本格的な普及はこれからである(資料 特1-36)。

このため、林野庁では特定母樹由来の苗木が今後の再造林に広く利用されるよう、都道府県や苗木生産者等による特定母樹の採種園や採穂園の整備を推進している。また、原種苗木の増産技術の開発に取り組んでいる(事例 特-6)。

資料 特1-36 特定母樹由来苗木の出荷(予定)



資料：林野庁整備課調べ(令和2(2020)年11月末現在)。

事例 特-6 日本製紙株式会社による採穂園整備と苗木生産技術開発

日本製紙株式会社は、スギ特定母樹の採穂園(39系統、約6,800本)を熊本県錦町内の同社圃場に造成し、その一部で採穂された挿し木苗の生産を熊本県、大分県で行うとともに、静岡県においては、スギ・ヒノキ特定母樹種子の実生から苗木を生産している。令和2(2020)年度は、九州地区で約3万本、静岡県では特定母樹以外にも含めて約13万本の苗木を生産した。

同社は、挿し木苗生産では挿し穂サイズや発根環境の最適化等、実生苗生産では播種時期や育苗用土の組成等の効率的な苗木生産の技術開発を行った。この結果、実生苗生産では、一般的に2年間の生産期間を要するところ、実生苗、挿し木苗ともに1年間で出荷規格を満たすコンテナ苗生産技術を確立している。

生産に当たっては、各地域の苗木生産者に委託し、委託生産者が散水頻度等を適切に調節できるように、育苗施設内のカメラとセンサーで苗の画像、気温、日射量、水分量等を常に把握し、それを共有できる体制を整えている。

民間企業も含め特定母樹の採穂園が整備され、効率的な方法で苗木生産が行われることで、優良な苗木の生産拡大が期待される。



スギ・ヒノキ特定母樹の実生苗 (静岡県の委託生産先)

*49 エリートツリー等のうち、生長量が同様の環境下の対照個体と比較しておおむね1.5倍以上、材の剛性や幹の通直性に著しい欠点がなく、雄花着生性が一般的なスギ・ヒノキのおおむね半分以下等の基準を満たすものを「特定母樹」として指定。特定母樹については、第I章第2節(1)78-79ページを参照。

*50 グイマツ精英樹とカラマツ精英樹の交配品種で、カラマツの成長性や強度とグイマツの野鼠抵抗性を兼ね備えている。

(早生樹の利用に向けた取組)

短期間で成長して早期に活用できる早生樹についても、その活用方法を含め、知見が蓄積されてきている。

東日本から九州までの照葉樹林帯では、新たな林業用樹種としてコウヨウザン^{*51}が注目されている。幼齢期の成長としては、宮崎県の例で、5年で平均約5mに成長したという報告がある。萌芽再生力が強く再造林の低コスト化が期待されている。また、材の強度については、ヒノキと同等の強度を示す例もある^{*52}。各地で試験的な植林が行われているほか、広島県の林産試験場では苗木生産に取り組んでいる。

また、広葉樹早生樹であるセンダン^{おおかわ}は、20年生程度で家具材として利用可能になるほど成長が早く、その木材はケヤキの代替材として利用されることから注目されている。熊本県は施業方法を取りまとめ^{*53}、福岡県大川市等の家具製造業者への素材供給に向け、荒廃農地等でセンダンの人工林面積を約200haに伸ばしたいとしている^{*54}。

これらの早生樹について、施業技術の開発・実証が進められている。林野庁は、令和2(2020)年2月に、センダンとコウヨウザンを植栽する際の参考となるように、これまでの知見を整理し「早生樹利用による森林整備手法ガイドライン」を公表した。

(ウ)林業経営の効率化に向けた技術開発

ここまで紹介してきた様々な施業技術等に加え、木材生産・育林コスト低減に向けて様々な技術開発・実証の取組が進められている。また、デジタル化や機械化を進めることで、労力の低減や安全性の向上も期待される。林野庁においても、令和元(2019)年12月に策定した「林業イノベーション現場実装推進プログラム」に基づき、情報通信技術(以下「ICT」という。)や新たな機械開発など先端技術を活用したスマート林業を推進している。

(ICTの活用)

これまで立木の材積は人力の森林調査により把握されてきたが、航空機やドローンによるレーザ計測により材積、立木本数、樹種、樹高等を高い精度で効率的に把握できるようになっており、地域単位や民間事業者等で利用が開始されている。森林整備の計画策定等に活用されるだけでなく、詳細な地形データを得られることから路網計画や境界確認にも活用可能である。

また、市町村や林業経営体が森林情報を共有できるように、16の都道府県が、森林計画図、林地台帳情報、路網情報等を森林クラウド^{*55}に集積している。今後、レーザ計測データ等の高精度の情報を森林クラウドに集積することで、境界確認、施業集約化、事業計画の策定が簡素化されることが期待される。

さらに、ICTを活用した生産管理手法として、生産され、土場に^{はいつ}極積みされた丸太の数量をタブレットやスマートフォンで計測する取組が進展している。計測した丸太の量を流通業者、加工業者等と共有するアプリケーションも開発されており、在庫の適正管理と効率的なトラック配送による経営の効率化が期待される(事例 特7)。

(林業機械の自動化、造林の効率化の取組)

林内作業の省人化・効率化・軽労化や安全性向上のため、林業機械等の技術開発が進んでいる。

木材生産作業においては、映像伝送技術やAI等を駆使した機械の遠隔操作化や自動化が検証されている。伐倒については40度の傾斜でも走行可能なリモコン式の小型伐倒作業車が開発され、自動化の実証も進んでいる(資料 特1-37)。架線集材についてはリモコン式架線集材機が製品化を予定し、自動化の実証も進んでいる。搬出については自動走行フォワーダの開発・実証が進んでいる。

造林作業においても、通信技術やドローン等を活

^{*51} 中国大陸や台湾を原産とし、学名は、*Cunninghamia lanceolata*である。我が国には江戸時代より前に寺社等に導入され、国有林等では林分として育成されているものもある。

^{*52} 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター「コウヨウザンの特性と増殖の手引き」(平成30(2018)年)

^{*53} 熊本県ホームページ「センダンの育成方法 H27改訂版」

^{*54} 令和元(2019)年11月1日付け西日本新聞電子版

^{*55} クラウドとは、従来は利用者が手元のコンピューターで利用していたデータやアプリケーション等のコンピューター資源をネットワーク経由で利用する仕組みのこと。

用した機械化の取組が始まっている。植林作業については、ドローンによる苗木運搬が導入されつつある。地拵^{こしら}え・下刈り作業については、乗用型の造林用作業機械が製品化されており、下刈りや植付け作業の遠隔操作化に向けた開発・実証も進んでいる。

将来的に、これらの機械が導入されることにより、更なる効率化や安全性向上が期待される。

（異業種からの新規参入に向けた取組）

イノベーションには、これまでの関連企業による取組に加え、異業種からの参入により新たな知見を活かした解決策の模索が図られることが重要である。

岐阜県立森林文化アカデミーとNPO法人森とITは、平成29（2017）年から「林業×ITハッカソン」として、林業関係者とIT技術者等が一緒になって林業の課題解決を考えるイベントを開催している。

林野庁も、令和元（2019）年に林業分野の人材と異分野の人材が協同して造林や林業の課題解決を図るためのビジネスを具体化する課題解決型事業共創プログラム「Sustainable Forest Action」を実施し、令和2（2020）年度もこの取組を支援している。

資料 特1-37 新たな林業機械の開発



リモコン式伐倒作業車



造林用作業機械

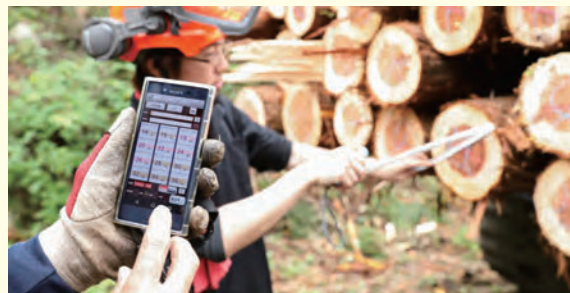
事例 特-7 検収システムでの流通改善等ICTを用いた効率化

北信州森林組合（長野県）は、航空レーザ計測や森林GISを活用し、山林情報のデジタル化を推進してきたが、さらにICTを活用し丸太の生産量を共有し、流通の効率化にも努めている。

伐り出した丸太は、フォワーダに積み込む際に、独自開発した検収システムのアプリで直径、本数等の生産量のデータをスマートフォンに手入力か音声入力している。生産量の情報は、トラック配送を担う長野県森林組合連合会のシステムに送信・集約され、これを元に翌週のトラック配送計画が金曜日に共有される。出材のタイミングをコントロールしやすくすることで、中間土場に材を溜めないようにでき、現場作業が止まることを防止できるようになった。

また、中間土場は大型車でもアクセスしやすい場所に設置し、製材用、中国向けの輸出用、バイオマス燃料用など規格ごとに仕分けて大量に丸太をストックできるようにしている。中間土場では車両の重さを計測することで木材の積載量を算出し、樹種情報は、ドライバーがQRコードをスキャンすることで簡単に入力できるようにし、効率化も進めている。

資料：一般社団法人農林水産業みらい基金ホームページ「北信州森林組合」、林野庁「生産性向上ガイドブック」（平成30（2018）年）



スマートフォンを用いた原木量の入力
（写真提供：一般社団法人農林水産業みらい基金）

コラム 航空機等によるリモートセンシング技術の進展

高度な森林管理に役立てるため、航空レーザ計測による森林資源情報の取得や解析が全国的に加速している。

令和2(2020)年3月末時点で航空レーザ計測(4点/㎡)が実施された森林面積は、全民有林面積の約3割に達しており、その計測情報を解析することにより、樹種、立木本数、材積等の詳細な資源量を把握することが可能である。

一方、数ha程度の小面積の計測には、ドローンを活用する動きもある。

例えば、株式会社ジツタは、ドローン写真を利用した森林資源計測システムを開発し、撮影用ドローン、解析用PC及び専用ソフトウェアのリースを実施している。

また、精密林業計測株式会社は、北信州森林組合において、ドローン写真を活用した間伐の半自動選木技術の実証と精度検証を行っている。

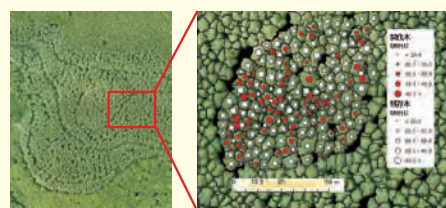
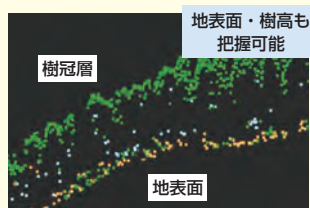
機動性に富むドローンの活用により、精緻な森林情報をピンポイントかつ時間をかけずに取得できるため、有人機による航空レーザ計測の情報も併用しながら、計測作業等の省力化・効率化を目指す林業経営体を中心に導入が進みつつある。

また、林野庁は、令和2(2020)年度に、造林、間伐等を支援する森林整備事業の検査について、リモートセンシング技術等の活用を可能とする運用改善を行った。これを受け、各都道府県は、申請・検査でのリモートセンシング技術の本格的な導入に向けた実証的な取組を始めている。

今後も、森林調査のさらなる軽労化や精緻な木材生産計画の作成、路網設計等、林業の生産性を高める様々な用途への活用が期待されている。



森林域の航空レーザ計測の特徴



ドローンを活用した間伐の半自動選木