

2. 林業経営体の収益性向上の取組

生産する素材の用途別割合、販売先や、何にコストをかけるかなど、経営全体として収益をどう確保するかに関する戦略的な取組が重要であり、それぞれの林業経営体に係る森林の状況、マーケットの動向等を見ながら取組を行っていくことが期待される。

本節では、林業経営体が取り組むべき販売強化や生産・育林コストの低減方策について、事例を交えつつ記述する。

(1) 販売強化の取組

売上げは販売量と単価のかけ算であり、両者の最大化を図ることが重要である。

近年の我が国の木材需要は、大型の製材工場や合板工場を中心に、並材の需要が中心となってきており、輸入材・製品や他の資材との競争があるため、過去の価格のピーク時のような高い丸太価格は見込めない。こうした中、供給量の変動の大きい原木を安定供給することにより、取引価格の安定化を図っていくことが一つの方向性である。

一方、需要先ごとの注文材等の細やかなニーズへの対応等により付加価値を創出する販売を行う取組も有効となる。また、木材の販売以外に収入源を持つことで経営を安定させる取組もみられる。

(ア) 安定供給による売上向上

(安定供給による単価の向上・安定化)

原木の年間消費量が数万㎡又は10万㎡を超える大型の製材・合板工場等の整備が進み、また木質バイオマス発電等によるエネルギー利用が拡大している。このような大型の工場や発電所は、安定的に原木を確保する必要があることから、大きな需要が生まれている。

こうした中、複数の林業経営体が連携することなどにより安定供給を実現することで木材加工業者等との間に協定を締結し、原木を販売する動きが広がっている。このような協定においては、素材生産業者等が協定に基づき、一定の規格で一定の数量の原木を、年間を通じて安定的に工場等に直送していくこととなる。販売価格についても、数箇月など一定期間は固定し、急激な価格変動が生じないようにしている。林業経営体と木材加工業者の双方で、原

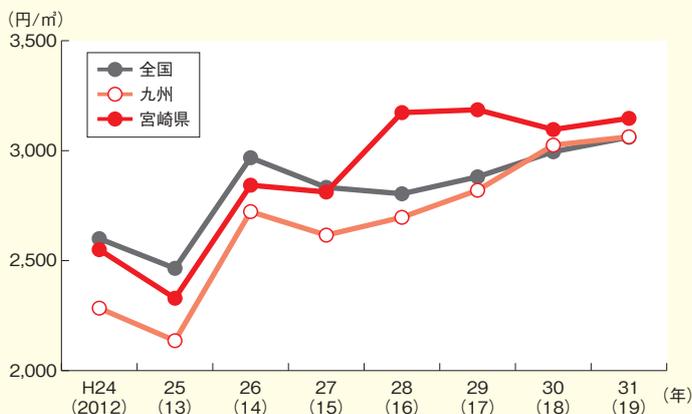
事例 特-1 宮崎県森林組合連合会による原木の安定供給

宮崎県森林組合連合会は、平成26(2014)年から年間約30万㎡の原木を消費する大型製材工場が県内に稼働することを受け、販売体制を強化するため、平成25(2013)年に宮崎県素材生産事業協同組合、宮崎県木材協同組合連合会と、原木の安定供給に関する協議会を設立した。

協議会では、県内の素材生産事業者、原木市場等と定期的に意見交換を行い、連携・協力を強めるとともに、工場と定期的に協議を行い、必要な原木の規格(長さや径等)を把握し、それを集荷に反映することで、工場に対して原木の安定供給を実現している。

また、宮崎県森林組合連合会は、^{ほそしま}細島木材流通センターを開設し、製材工場の稼働に合わせて本格稼働させている。その目的は、県内の原木を取りまとめ、製材工場への搬入を一本化して安定供給を実現し、価格交渉力を持つことである。また、これにより、県内の既存製材工場への原木供給を滞らせないよう調整することも狙いとしている。

当該工場以外も含めた連合会の販売量は増加しており、平成30(2018)年の販売量は国内最大規模の106万㎡となり、宮崎県の山元立木価格は、工場稼働後の平成28(2016)年に大きく上昇し、全国トップクラスになっている。



地域別山元立木価格(スギ)の推移

資料：一般財団法人日本不動産研究所「山林素地及び山元立木価格調べ」

木の取扱量と価格が安定し、直送により流通コストを低減できるなどのメリットがある取組となっている。

また、複数の林業経営体が連携して販売量をまとめることにより、価格交渉力が高まるケースもある。具体的には、森林組合連合会や協同組合等が連携する例のほか(事例 特-1)、川中の原木市場等の流通事業者が中心となる場合もある^{*16}。

(仕分けによる販売単価向上)

丸太は、一般に建築用の製材に利用されるものが比較的高価格だが、主伐・間伐の際に山から生産される多様な丸太は、曲りや腐れの有無、色といった品質、太さ等によって、建築、土木、梱包、ラミナ等の製材、合板、パルプチップ用、燃料用等の需要先があり、用途によって求められる長さも異なる。

林業経営者や安定供給の取りまとめ役が需要先ごとのニーズを把握し、生産を担う現場に伝えていくことで、販売先ごとのニーズに応じた採材が可能となり、また、それを販売先ごとに仕分けて販売することで、丸太の価値を高めることが可能となる。

新たな需要を開拓していくことも重要である。例えば平成14(2002)年頃から技術の進展により合板用に曲がり材・小径木等の間伐材の利用が可能となり、合板工場へ安定供給することで国産材利用が広がった。また、近年は製紙用にも使われなかった部位が燃料用として使用され、大きな需要が生み出されている。このため、立木の樹幹の一番玉、二番玉^{*17}等の製材・合板用の素材だけでなく、末木枝条や根株等のそれまで利用できなかった部材を燃料用に販売することなどで、立木1本の販売価値を高めることができるようになってきている。

用途別の仕分けは、川上側が取りまとめ役となる場合は、山土場で需要先に応じた選別を行い、山土場から工場へ直送する形が一例である。森林組合連合会等の取りまとめ役が価格交渉等を担うことになるが、取りまとめ役側から木材産業側に新たな規格を提案し、販売単価向上に結びつけた例がある(事例 特-2)。また、中国での需要を開拓し、大径材を輸出に仕向けている森林組合で構成される協議会も存在する。

事例 特-2 青森県森林組合連合会による直送販売

青森県森林組合連合会は、平成19(2007)年度に、3か所の木材流通センターに直送販売の地域の拠点としての役割を持たせ、大部分を占める並材については直送による協定販売に転換した。

その後、連合会は、A材、B材、C材としていた原木の格付けについて、集成材のラミナ工場に対し、ラミナ積層の外側の層に求められる品質の丸太を選別してB1規格として提案し、受け入れられたことで、他の合板等に用いられるB材よりも500~1,000円高い価格で取引を可能としている。また、製材工場に対しても、原木供給が逼迫する時期にはB1規格の材を販売しており、バッファの役割も担っている。

さらに営業担当が製材工場を中心に各地を回り販路を確保するとともに、連合会で需要先と素材生産現場の情報を取りまとめている。素材生産業者との信頼関係も構築し、買取りに際しては製材向けの採材を基本的に3.65mと指示している。

このような取組の結果、丸太を連合会に供給するのは傘下の森林組合12組合と民間の素材生産業者の大半にのぼり、協定による直送先は50社、遠くは西日本にまで及んでいる。

注：一般財団法人日本木材総合情報センター「木材サプライチェーンマネジメントの先進的な事例調査報告書」(令和2(2020)年)、遠藤日雄ほか(2019)丸太価値最大化を考える「もったいない」のビジネス化戦略、全国林業改良普及協会：76-89。



西日本向けの船積み

*16 原木の安定供給体制については、第Ⅲ章第3節(2)200-201ページを参照。

*17 立木を伐倒し、玉切り(造材)した際に、一番根元に近い部分を一番玉と言い、上の方に向かって二番玉、三番玉と呼ぶ。

令和2(2020)年5月28日に成立した「森林組合法の一部を改正する法律^{*18}」(令和3(2021)年4月1日施行)により、これまで推進してきた合併に加え、販売部門等の事業ごとの連携も可能となった。販売が得意な森林組合もあれば、生産が得意な森林組合もあり、得意分野を活かし連携することで、多様なニーズに対応するなど、森林組合のマーケティング機能が強化されることが期待される^{*19}。

原木市場が取りまとめ役となる場合は、従来の市場の集荷機能を活用し、優良材の競り売りや中小製材工場等のきめ細かい供給に対応するとともに、新たに商流と物流を分離し、市場土場を経由せず並材を山土場から直送する取組等も拡大している。

製材用と合板や燃料用の木材の価格差が縮まる中、仕分け土場の確保や仕分けの手間とコストを考慮して、原木を、受け入れる品質の幅が広い合板や燃料用材として一括して販売する林業経営体もあるが、仕分けは売上げを向上させる手段ともなる。地域の需要、流通構造を見ながら、販売先の開拓や効率的な生産、集材、運材を行うことが重要である。

(イ)多様な木材の販売

(役物等の販売)

木造住宅でも柱を表に出さない大壁工法が普及し、役物の需要は減っているが、中小規模の工務店や大工の中には、木材を「現し^{あらわ}^{*20}」で使うなどの意匠性の高い木造住宅の建築を続けている者もあり、原木市場でも優良材は高値で取引されている。このような需要に向けて、枝打ちを行い、優良材生産や長伐期施業を続けていく選択肢もある。この場合でも、販路を確保するため、自ら需要先と結びつくことの重要性が増している。

例えば、林家による林業研究グループである額田林業クラブ(愛知県岡崎市)は、ヒノキの無節優良材生産を目指し枝打ちを行ってきた。近年の役物の需要減少に伴い、地域の林業事業体、製材所、木材会

社等と連携して内装材の生産・販売に取り組み、新たな販路を確保している^{*21}。

また、森林所有者から大工、工務店等の住宅生産者までの関係者が一体となって家づくりを行う「顔の見える木材での家づくり」の取組は、令和元(2019)年度には全国で543団体、供給戸数は17,642戸となっている。木造戸建注文住宅の約5割の13万戸は、年間受注戸数が50戸以下の中小の大工や工務店が供給しているが、一般社団法人JBN、全国工務店協会等が平成27(2015)年度に行った調査によれば、中小規模の大工や工務店は、大手住宅メーカーに比べ国産材を使用する割合も高く、森林所有者、製材所、設計者等との連携に取り組んでいる、又は取り組みたいという企業割合も9割と高い^{*22}。そのため、特に中小規模の林業経営体は、このような中小の大工、工務店等との連携に取り組んでいくことが重要と考えられる。

例えば「熊本の山の木で家をつくる会」(熊本県熊本市)は、林家、製材所及び工務店(設計者)でネットワークをつくり、家づくりを進めており、伝統的な住宅工法で建築する住宅に合わせて、一般的な住宅では使われない長さの木材を伐り出すことで、スギ2万円/m³、ヒノキ3万円/m³の価格を実現している。

さらに、大手建築会社や家具製造業者等が様々な地域の林業経営体と結びつき、中高層建築物の建設や家具の製造を行うなど、住宅以外でも、様々な連携により産地が見える形での木材の供給が行われている^{*23}(事例 特-3)。

(様々な木材利用への対応・開拓)

木材は様々な用途への利用が可能であり、製材、合板、チップ以外のニッチな需要が存在する。このニーズを掴み、需要者の要望に対応することで、高単価で販売できる可能性がある。経営の規模により出荷できる量は異なるが、小規模の林業経営体で

*18 「森林組合法の一部を改正する法律」(令和2年法律第35号)

*19 森林組合法の改正については、第二章第1節(2)125-127ページを参照。

*20 構造材等に用いられる木材を壁等で隠さず、利用者に見える形で用いる方法。

*21 一般社団法人全国林業改良普及協会編(2021)地域の担い手を育てる林研活動情報集:第1部40-43。

*22 一般社団法人JBN、全国工務店協会「木造住宅における木材の使用状況に関する調査」(平成28(2016)年)

*23 産地が見える形での木材供給の取組については、「令和元年度森林及び林業の動向」特集第4節(1)34ページを参照。

あっても、小回りが効き、大量生産に向かない細かな需要に対応した生産が行いやすいと考えられる。

例えば、年間8万5千m³の素材を生産する千歳林業株式会社(北海道倶知安町)は、多樹種・多規格の生産を行っている。特に、土木工事に使われる杭材は、直材である必要があり、必要な支持力により長さ、太さが変わるため非常に種類が多い。注文に応じ生産を行っており、生産の手間はかかるが、特殊な規格であるため高価格での販売が可能となっている。

速水林業(三重県紀北町)は、カキの養殖筏用の木材の生産、販売を行っている。全国的に若齢級の森林が比較的少ない中で、細い丸太を12m程度の長さで搬出できる優位性があり、三重県内に加え、中国・九州地方へ販売している。

また、商品を開発し、新しい需要を開拓している林業経営体も存在する。例えば、株式会社東京チェンソーズ(東京都檜原村)は、1本の木の価値を最大化するため、製材として使えない部分も含めて樹木を丸ごと使うことを目指し、様々な商品を開発し販売している。例えば製材としては使えない枝や梢の

部分も、おもちゃや雑貨等での販売や商業施設等でのディスプレイでの活用をしている(資料 特1-17)。

(広葉樹材の販売と持続的な生産)

人工林の高齢級化が進む中で、混在する広葉樹も成長し、製材用材として利用可能なものも増えている。また、広葉樹材の輸入の減少により、需要サイドからも、家具やフローリング用として国産広葉樹を使いたいとの要望が高まっている。チップ用と考えられていた広葉樹から製材用材に使用可能なものを選別して出荷することで、チップ用よりも高価格での販売が可能となる。

岐阜県飛騨市は、森林面積の7割がブナ、ミズナラ等の天然林となっており、「広葉樹のまちづくり」を目指している。令和2(2020)年6月には、川上・川中の事業者に加え、建築業者、木製品製造者等が参加する「飛騨市広葉樹活用推進コンソーシアム」を設立し、小径木広葉樹を市内で加工し、価値を高めようとしている。これにより、これまでチップ材として市外に流れていた広葉樹の価値を高め地域に還元するとともに、間伐により広葉樹を持続的に生

事例 特-3 北山丸太と京都の文化で和の空間を創出

京都府の北山地域は、古くから北山杉の磨き丸太生産地として有名だが、近年では、和室建築の減少に伴う北山丸太の需要減少と価格下落が問題となっていた。そのため、地域の関係者が連携し、北山丸太の新たな使い道として、リノベーションのニーズに応える内装材として提案するプロジェクトを行っている。

このプロジェクトでは、磨き丸太の生産業者や加工業者の組合を始め、地域工務店、空間デザインの設計者、デザイナー、伝統工芸品制作業者が連携し、林業・木材産業の経営コンサルタント会社である株式会社古川ちいきの総合研究所が、コーディネートと運営を担っている。北山丸太の新商品開発に加え、京唐紙など京都の伝統工芸品とセットにした総合的空間をデザインするなど、新しさと伝統の両面を持つ和の空間として提案している。

さらに、試作した事例を展示して北山林業のストーリーと共に伝える発表会や、消費者を北山丸太の産地に案内して五感でストーリーを体感してもらうツアーを開催し、北山林業ファンの創出と製品購入への導線づくりにも取り組んだ。

地域材としての特色を重んじ、かつ時代に即した高付加価値製品を考案したことにより、北山丸太の新たな市場の開拓や、林業事業者の誇りの復活につながっている。

資料：一般社団法人全国木材組合連合会「令和元年度 顔の見える木材での快適空間づくり事業実施報告書」



北山丸太を使用したオフィス例

産していくことを狙っている(資料 特1-18)。

また、宮崎県諸塚村は、^{もろつかそん} 土壌や地形等を考慮し、戦後の拡大造林期に針葉樹だけでなく、原木しいたけのほだ木となる広葉樹の植林も進めたことにより、現在、村の広葉樹資源が、ほだ木に加え、家具メーカー等で用いられている。

(ウ)収入の多様化による経営安定

小規模の経営体は、売上げが小さく、林業のみを収入とすると、市況の影響を受けやすく収入を安定させることが難しい場合がある。一方、立地や環境を活かした農業等の他の生業と兼業し、複合経営を行うことで、収入の安定化を図ることも可能である。

例えば菊池林業(愛媛県西予市)は、約28haの森林と約2haのみかん畑での複合経営を行っている。林業では、約400m/haの路網を整備し、原木市場や製材工場のニーズに合わせて搬出間伐を行うこと

で、木材の単価を向上させ、売上げを確保している。さらに、みかんの売上げが下がれば間伐をして木材を出荷し、逆にみかんの安定した売上げが出せれば枝打ちや除伐等の施業を行うとしており、兼業により安定的な収入を実現している。

また、森林のレクリエーション的利用等、森林を様々な形で活用し収入を安定させる経営体も存在する。例えば辻村農園・山林(神奈川県^{おだわら}小田原市)は、株式会社T-Forestryを設立し、約70haの所有林の一部においてアウトドアパークやマウンテンバイクのコース、約300年生のスギや大正時代の水力発電跡など地域の歴史を体感できる散策路の整備を行い、安定的な収入に結びつけている*24(資料 特1-19)。

農業や森林活用以外にも、平日に林業を行い週末はカフェ営業を行う者や、アウトドアのガイドを行

資料 特1-17 枝等を用いた商品



木のおもちゃ(ビー玉転がし)



キャンドルホルダー

(写真提供：株式会社東京チェンソーズ)

資料 特1-18 広葉樹材利用の取組例



飛騨市広葉樹活用推進コンソーシアムの立ち上げ

資料 特1-19 森林の利用例



林内に開設したマウンテンバイクのコース

*24 林野庁(2020)「森林資源を活用した新たな山村活性化に向けた調査検討事業」報告書(参考資料)「森林サービス産業」先進事例集: 10.

い主に秋の閑散期に林業を行う者等、多種多様な複合経営が行われている。

(2)木材生産・育林コスト低減の取組

木材の販売単価の向上は需要の動向に左右される面があり、並材の単価向上には限界がある中で、収益性を確保するためには、経営体自らが主体的に取り組める生産・育林コストの低減は重要である。海外に比べるとコストが割高という報告もあり、効率化が求められている。

(ア)生産・流通コストの低減

(丸太価格に占める高い生産・流通コスト)

丸太価格に占めるコストを、日本と比較的類似した地形や森林所有規模等の条件を有するオーストリアと比較すると、日本の伐出、運材、流通のコストはいずれも割高であり、山元立木価格を押し下げる原因となっている(資料 特1-20)。

オーストリアでは、日本と同様に山岳地域には急峻な地形が多いが^{*25}、高い路網密度を達成し、大型の林業機械を用いた生産性の高い作業システムが導入されている。そのため、労働者1人が1日で生産する丸太の量は車両系の作業システムで30~60m³/人日、架線系で7~43m³/人日と、高い生産性を有している^{*26}。

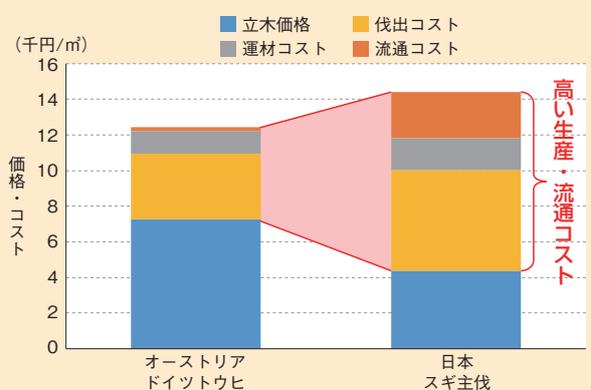
一方、我が国においては、施業の集約化や高性能林業機械の導入等により生産性は徐々に向上しているものの、平成30(2018)年においても間伐で約4m³/人日、主伐で約7m³/人日である(資料 特1-21)。

(生産性の目標)

素材生産の生産性については、地形・地質等の地況や、樹種・蓄積・樹高・直径等の林況等の諸条件の影響を大きく受けるもので単純に比較できるものではないが、個々の事業体で施業地の状況を見定めながら目標を定め、向上させていくことが重要である。このような中で、いわゆる意欲と能力のある林業経営者への集積・集約化を進めていく「森林経営

管理法^{*27}」の運用においては、その担い手となり得る林業経営者の要件として、経営管理を効率的かつ安定的に行う能力を有すると認められることを定めている。具体的には、生産性については、5年間で約2割以上又は3年間で約1割以上向上させることを目標として有していることとしている。ただし、生産性の実績が、間伐8m³/人日、主伐11m³/人日を目安として一定の水準以上の場合は、当該実績以上の目標を有していることとしている^{*28}。このように、林野庁は、個別の施策段階においても生産性の

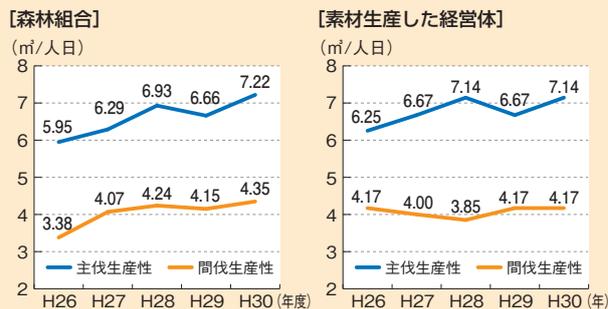
資料 特1-20 丸太価格にかかるコスト比較



注1：伐出コストは山土場までのコスト。運材コストは山土場から原木市場までの運賃(オーストリアは直送による木材加工工場までの運賃)。流通コストは市場経費を含む原木市場から木材加工工場までの運賃(オーストリアは工場側手数料のみ)。
2：130円/ユーロで試算。

資料：国立研究開発法人森林研究・整備機構

資料 特1-21 林業経営体の生産性



注：「素材生産した経営体」は、立木を購入し、素材生産した民間事業体、森林組合等。

資料：林野庁「森林組合統計」、林野庁業務資料(アンケート調査による)

*25 久保山裕史(2013) オーストリアの林業・林産業における近年の変化ー日本との比較を通じてー。森林科学, 68: 9-12。
*26 林野庁「諸外国における森林の小規模分散構造に対応した林業経営システムに関する調査」(平成20(2008)年3月)
*27 「森林経営管理法」(平成30年法律第35号)
*28 「森林経営管理法の運用について」(平成30(2018)年12月21日付け30林整計第713号林野庁長官通知)

向上を意識した制度運用を行っている。様々な施策により、我が国林業全体の生産性向上が期待される。

なお、この生産性の向上は個別の生産工程や特定の作業現場において一時的に達成されるべき目標ではなく、準備や片付け、待機、移動等の間接作業も含めた工程全体として、また、年間の事業量全体として達成されるべき目標値である。したがって、4人のオペレーターで構成される作業システムであれば、1年間の稼働日数を210日とした場合、6,700～9,200㎡程度が事業量のおおまかな目安となる。

(高性能林業機械の効率的活用)

高性能林業機械を導入することで作業システム当たりの林業従事者を減らすことができ、生産性の向上が期待される(事例 特-4)。我が国において高

性能林業機械の導入は昭和60年代に始まり、近年では、路網を前提とする車両系のフォワーダ、プロセッサ、ハーベスタ*²⁹等を中心に増加しており、令和元(2019)年度は合計で10,218台が保有されている(資料 特1-22)。

素材生産量全体のうち、高性能林業機械を活用した作業システムによる生産量の割合は向上しており、令和元(2019)年度には8割となっている。

高性能林業機械への投資額は大きなものとなるので、その稼働率を十分に高めることが資本効率の観点からも望ましく、生産性の向上にも必要となる。現に、生産性が高くなるにつれ、機械稼働率が80%を超える林業経営体の割合が多くなっている(資料 特1-23)。しかしながら、ハーベスタやプ

事例 特-4 次世代型のハーベスタとフォワーダ導入による生産性向上

株式会社柴田産業(岩手県^{いちのへまち}一戸町)は、平成8(1996)年頃から高性能林業機械を導入して生産性の向上に取り組んでおり、現在は、次世代型のハーベスタとフォワーダを組み合わせ、2台の機械と2人のオペレーターで伐採から運材までを行う作業システムを構築している。

この作業システムは、登坂用のウインチを装備し最低地上高が680mmのハーベスタと8輪駆動と前輪がリフトアップする機構を持つ大型フォワーダにより、急斜面や伐根等の影響を受けることなく林内で伐倒・造材や短幹集材を行うものであり、高い生産性と安全性を両立している。

さらに、同社では林業機械のメンテナンス部門を有し、日常的な保守・点検に加え、油圧ホースの交換や電気系統の故障等にも対応し、高稼働率を確保している。

この結果、素材生産の生産性は11～14㎡/人日から28～45㎡/人日とオーストリア並みに向上し、生産コストについても、機械経費が従来型に比べ1.6倍となるものの、3,400～4,200円/㎡から2,800～3,800円/㎡に改善されている。

注：生産性・コストは路網作設を除く数値。

資料：林野庁「令和元年度林業機械化推進事例」



次世代型ハーベスタ



次世代型フォワーダ

*29 フォワーダは、木材をつかんで持ち上げ、荷台に搭載して運搬する機能を備えた車両。プロセッサは、木材の枝を除去し、長さを測定して切断し、切断した木材を集積する作業を連続して行う機能を備えた車両。ハーベスタは、立木を伐倒し、枝を除去し、長さを測定して切断し、切断した木材を集積する作業を連続して行う機能を備えた車両。

ロセッサの稼働率の平均は55%程度にとどまっている。稼働率の向上には、施業地の計画的な確保及び集約化、作業システムの選択、工程管理、路網整備といった取組を積み重ねていく必要がある。

このうち、特に工程管理は、林業従事者の協力が欠かせない。この点からも、生産性向上の果実の一部を、森林所有者のほか、林業従事者にも賃金増として還元していくことが重要と考えられる。

一方、いわゆる自伐林家や自伐型林業を含め、事業量の少ない林業経営体の場合、高性能林業機械を導入しても稼働率を高めることは難しく、コストも割高となる。このため、少ない木材生産量に合わせた設備投資の小さい作業システムを用いることが合理的な選択となる。

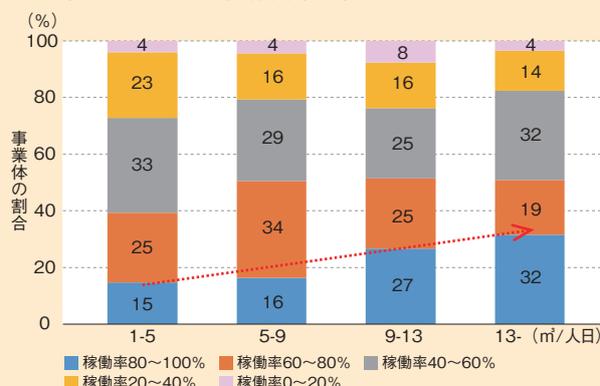
(施業地の確保・集約化)

十分な事業量を確保しない状態では、高性能林業機械の導入により個々の作業現場での生産性が向上したとしても、稼働率が伸び悩み、1日当たりの生産コストは高止まりする。このため、稼働日数の裏

付けとなる十分な事業量を確保していくことが重要となる。

資料 特1-23 高性能林業機械の機械稼働率

【生産性階層ごとの機械稼働率の状況】



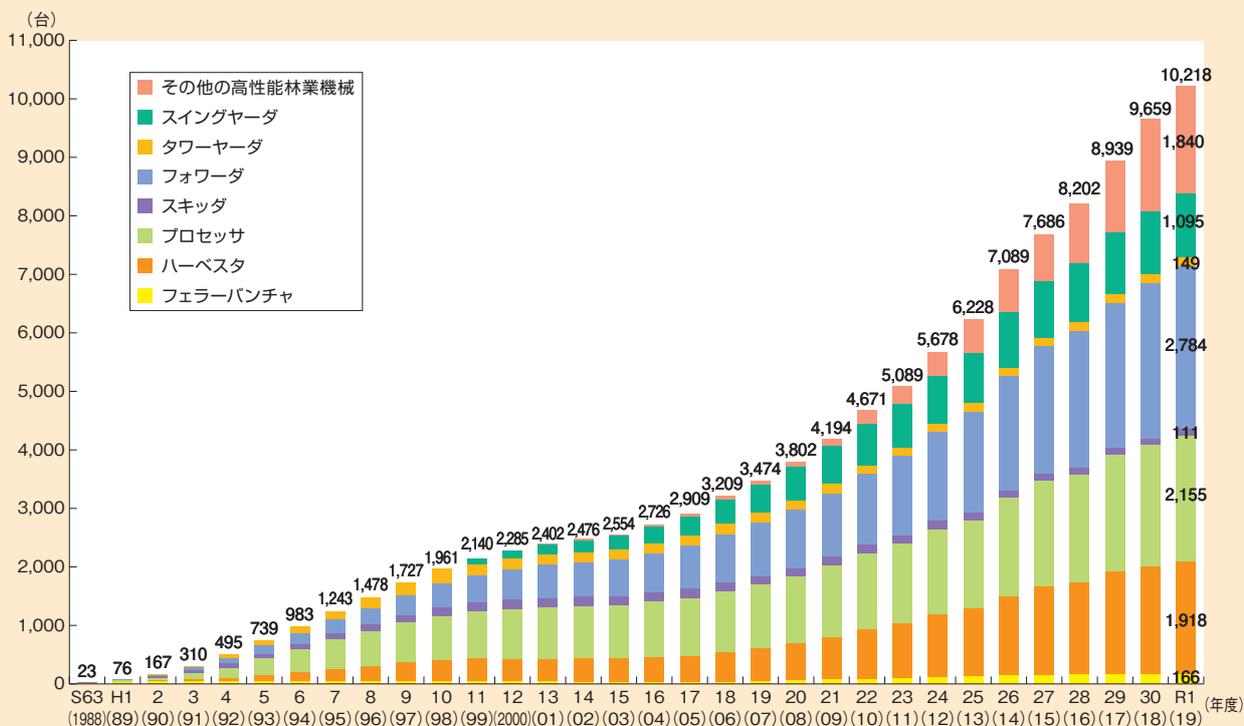
【機種別の稼働率(令和元(2019)年度)】

機種	フェラーバンチャ	ハーベスタ	プロセッサ	スキッド	フォワーダ	タワーヤード	スイングヤード
稼働率 (%)	32	54	56	13	47	22	53

注：生産性階層ごとのデータは、稼働率の高いプロセッサ、ハーベスタを所有し、平成27(2015)年と平成30(2018)年を比較できる835事業体で集計。

資料：林野庁業務資料

資料 特1-22 高性能林業機械の保有台数の推移



注1：林業経営体が自己で使用するために、当該年度中に保有した機械の台数を集計したものであり、保有の形態(所有、他からの借入、リース、レンタル等)、保有期間の長短は問わない。
 2：平成10(1998)年度以前はタワーヤードの台数にスイングヤードの台数を含む。
 3：平成12(2000)年度から「その他の高性能林業機械」の台数調査を開始した。
 4：国有林野事業で所有する林業機械を除く。

資料：林野庁「森林・林業統計要覧」、林野庁ホームページ「高性能林業機械の保有状況」

また、事業量が確保されたとしても、各々の作業現場が小さく離れていれば、現場間の移動に手間・経費を要するなど固定経費が高むため、生産性向上・経費削減につながらない。事業地の団地化を図り、一箇所当たりの施業面積を効率的な規模とするなど、森林施業の集約化も重要である。

林業経営体が集約化に必要な森林情報を把握できるようにするため、国や地方公共団体は「森林整備地域活動支援対策」や林地台帳の整備など様々な支援を行っている^{*30}。

(作業システムの選択)

素材生産には、立木の伐倒(伐木)、木寄せ^{*31}、枝

コラム 自伐林家・自伐型林業の森林施業方法

近年、自伐林家又は自伐型林業が、地域の森林整備や地域活性化の面から注目されている。自伐林家には明確な定義はないが、保有山林において素材生産を行う家族経営体に近い概念と考えると、約6,600経営体であり、我が国の素材生産量の約1割(年間約180万㎡)を生産している。

さらに、森林を所有していない場合であっても、山林を借用し、又は施業を受託するなどして小規模な林業を行う、いわゆる「自伐型林業」の取組も各地で進んでいる^注。

この自伐林家又は自伐型林業には、週末ボランティアや木の駅プロジェクトに少量の木材を出すようなもの、兼業、専業など、多様な林業経営の概念が含まれている。

主な作業システムとしては、伐採はチェーンソー、集材は①人力(滑車、ロープ等を使う場合もある)、②エンジン一体型のロープウインチ、③林内作業車によるウインチや軽架線を使う方法等があるが、NPO法人自伐型林業推進協会は、本格的な施業を行う場合、作業道を敷設して、間伐生産した原木を2トントラックか1~3トンの林内作業車で搬出・運搬するシステムを推奨している。1人当たりの施業面積は限られるが、複数の者が協力することにより、より大きな面積の施業も可能となる。

同協会は、収入を向上させるためには丁寧な作業で森林を健全に維持していくことが必須条件であり、限られた森林から持続的に収入を得ていくためには、森林の成長量を越えない弱度な間伐生産を繰り返して、面積当たりの蓄積量を増やしていく長伐期・択伐(多間伐)施業が肝要としている。さらに、壊れない作業道を敷設して使い続けることにより採算性が高まるとしている。また、自伐林家の場合、自家労働を提供することにより収入を得るため、施業を委託するよりも黒字化しやすい。

長伐期・択伐施業については、奈良県の吉野^{よしの}林業や三重県熊野市の^{くまの}「なすび伐り林業」等、古くからの林業地や林家で行われており、吉野では、山守が山林所有者の森林を管理し、密植と弱度な間伐を繰り返し、長期にわたり優良材を生産してきた。同協会は、吉野の林家等からも学び、自然条件に合わせ、間伐等により林内に入る風・雨・光をコントロールし、管理する森林の持続性を担保することが重要であるとしている。

注：佐藤宣子(2020) 地域の未来・自伐林業で定住化を図る，一般社団法人全国林業改良普及協会：2。
資料：農林水産省「2015年農林業センサス」(組替集計)



間伐を4回実施した70年生の森林



間伐を6回実施した100年生超の森林

*30 森林情報の把握・整備を含め施業の集約化については、第Ⅱ章第1節(4)130-136ページを参照。

*31 林内に点在している木材を林道端等に集める作業。

払い及び玉切り(造材)、林道沿いの土場への運搬(集材)、^{はいつみ} 桟積^{*32}といった複数の工程がある。素材生産の作業システムを考える際には、これらの工程について、①工程数を減らす、②各工程の生産性を高める、③工程間の連携をスムーズにする、④作業員の数を必要最小限にするといった原則を元に考える必要がある。

また、作業システムとしては、大きく分けて、林内に路網を整備し、伐採、搬出等に車両系の林業機械を用いて行う車両系作業システムと、伐採は人力(チェーンソー)で行い、林内に架線を張り集材を行う架線系作業システムとがある。一般に車両系作業システムは架線系作業システムよりも生産性が高いが、急峻な地形が多い我が国では架線系作業システムが適した地域もある。このため、高性能林業機械の導入に当たっては、各地域の地形、林況や路網の状況、事業量に適した作業システムの選択が求められる。

(作業日報を活用した工程管理)

一般に、作業システムの中で生産性の低い工程(ボトルネック)があると、その工程が足を引っ張り全体の生産性の向上を妨げる。作業日報を活用し、工程ごとの作業量を把握することで、生産性の低い工程を見つけ出すことが可能となり、そこから全体の作業効率を上げるための、機械や作業員の配置を工夫することが可能となる。

例えば、造材が完了しているにもかかわらず、搬出が終わっていない場合、造材の担当者が搬出も行うといったように、柔軟に分担を見直すことで少ない人数で生産量を上げることができる。生産の流れを止めない状況を作ることが重要であり、そのために従事者が様々な機械を扱える「多能工」化することも様々な林業経営体で取り組まれている(事例特-5)。

また、チェーンソーによる伐倒、グラブによる木寄せ、プロセッサによる造材を行う場合は、プ

コラム 生産性とコストの関係

生産性の向上によるコスト削減は、直接的には事業者の収益となるが、これを原資として自らの事業利益、作業員の賃金、山元立木価格を向上させることが可能となる。

平成30(2018)年に林野庁が委託事業で作成した「生産性向上ガイドブック」では、生産性が7㎡/人日から10㎡/人日に上がった場合を試算しており、この試算例では、作業員の賃金を上げつつ、生産費の削減1,600円/㎡について、事業利益に470円/㎡、立木価格に1,130円/㎡を配分している(左図)。

ここで生産性とコストの関係を考えると、1㎡当たりのコストは、1日当たりの経費を生産性で割ったものである。稼働率を一定とし、1日当たりの減価償却費等の経費を固定して考えて試算した場合に、生産性とコストの関係は双曲線のグラフとなり、生産性が向上すればコストは下がる(右図)。

また、生産性が低い場合は双曲線が立っており、生産性向上によるコスト低減効果が大きい。生産性が低い場合はコストの変動が大きく経営が安定しない状態であり、高生産性ではコスト変動が少なくなるために経営が安定するという事も読み取れる。この高生産性の段階に移行することが重要である。

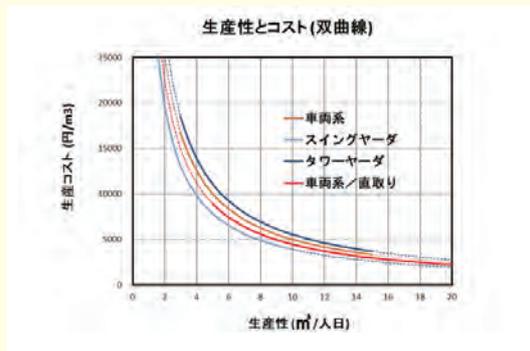
資料：林野庁「生産性向上ガイドブック」(平成30(2018)年)

11,600円	素材価格	11,600円
2,000	運材費	2,000
430	事業利益	900
6,600	生産費	5,000
2,570	立木価格	3,700

【生産性7㎡/人日】 【生産性10㎡/人日】

・ 利益率 3.7% → 7.8%

・ 賃金 12千円 → 17千円



*32 集材した丸太を同じ材積や同じ長さごとに仕分けして積む作業。

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ダ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

しそう森林組合(兵庫県宍粟市)は、間伐を中心^{しそう}に年間2.4万㎡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。

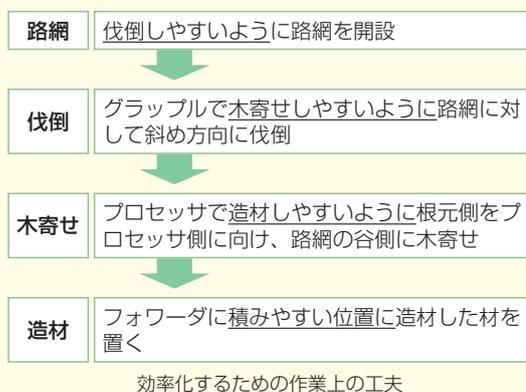
具体的には、毎朝作業前にミーティングを行い、従事者同士で作業の無駄を洗い出した上で、1週間分の事業計画を見直しながら、その日の作業工程と人員配置を決定している。柔軟な人員配置を行えるよう、チェーンソーによる伐倒、高性能林業機械による木寄せ・造材等のどちらも行える多能工を育成している。

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7.7㎡/人日から10.0㎡/人日まで向上させ、生産コストを9,800円/㎡から6,195円/㎡まで低減させた^注。

注：今回の作業箇所は蓄積609㎡/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。

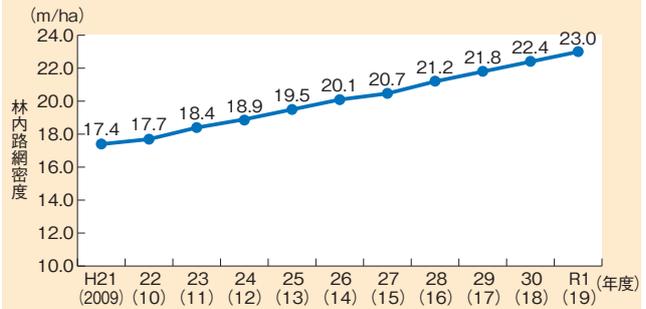
(生産性向上と流通コスト低減に寄与する路網整備)

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年に及ぶ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ことを期待される。



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）

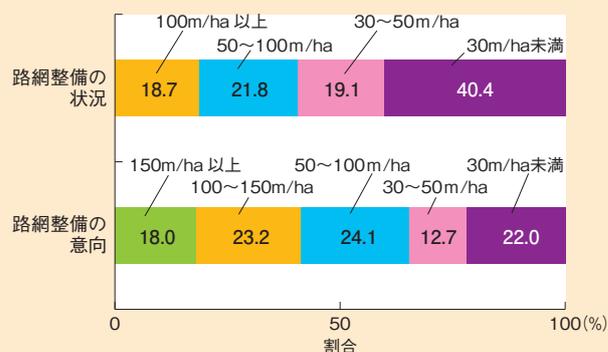
地拵えと植栽の経費及び労力の削減として、伐採と並行又は連続して地拵えや植栽を行う「伐採と造林の一貫作業システム」（以下「一貫作業システム」という。）が、近年導入されつつある。

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



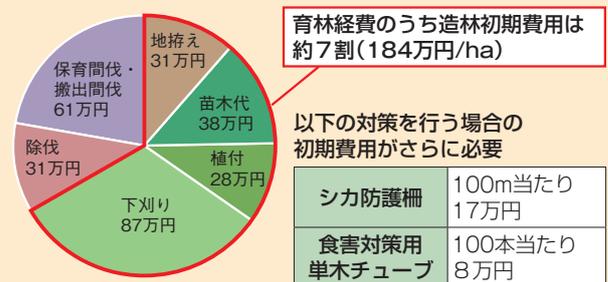
注1：林業経営体を対象とした調査結果。

注2：無回答者を除く。

注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（50~60㎡/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)

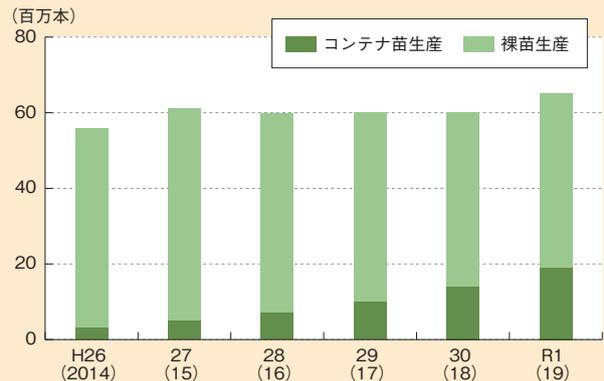
一貫作業システムを行うためには、伐採と再造林のタイミングを合わせる必要があり、従来の裸苗では春又は秋に限られていた植栽適期を拡大していくことが必要となる。

「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

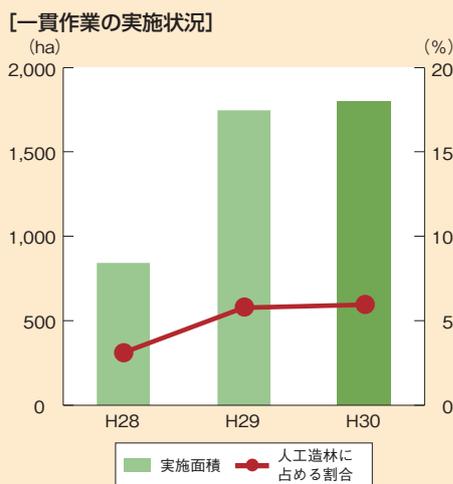
樹種	事例	得苗率
スギ	事例A	67%
	事例B	90%



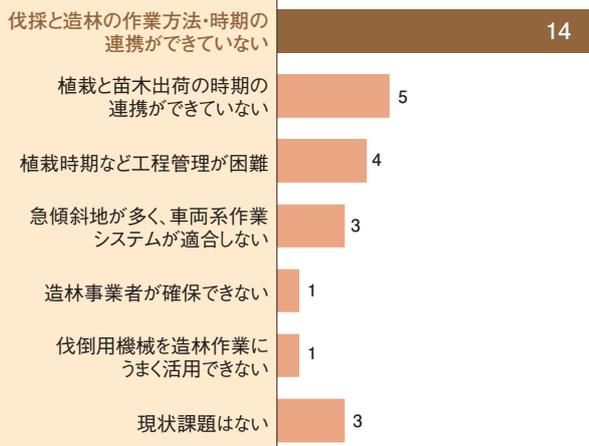
根系の発達が不良で根鉢が型崩れ

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)。

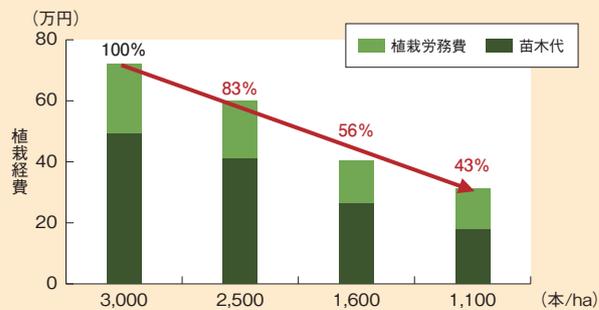
低密度植栽されたスギの強度については、建築材料としての利用が十分可能なレベルであるという報告も出されている^{*42}。

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。

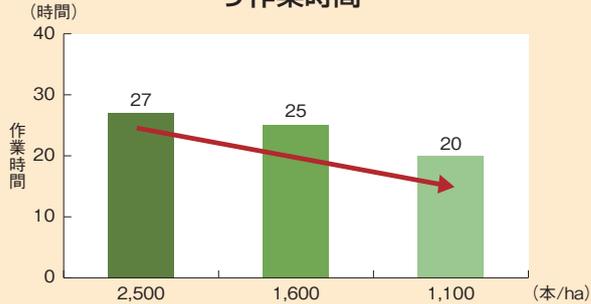
また、古くからの林業地では、生産目的(木材の用途)等により、1,000本程度から10,000本超の植栽密度が採用されており(資料 特1-32)、長野県は、杭材生産を目的に、カラマツの高密度植栽施

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慮す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、地拵えで末木枝条や植生を破碎する場合は、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、破碎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ープ等、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え

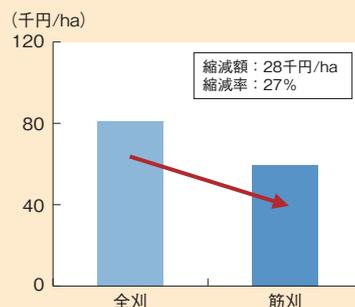


クラッシャによる地拵え作業



クラッシャ地拵え跡地

資料 特1-34 筋刈によるコスト縮減例

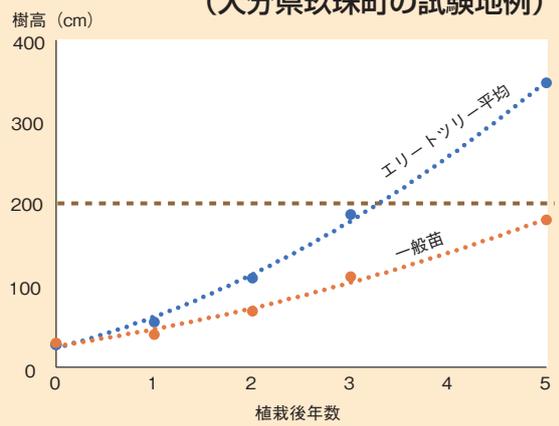


注：関東森林管理局の事例。
資料：林野庁業務資料

- *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)

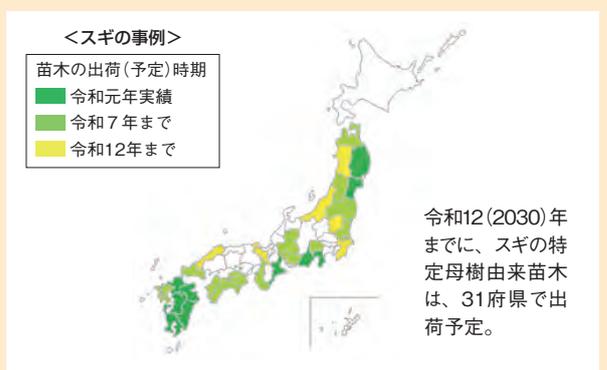


下刈り終了目安を約2mとした場合、下刈り期間が植栽後5年から3年へと2年程度短縮できる可能性。
資料：国立研究開発法人森林研究・整備機構

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(クリーンラーチ^{*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^{にしきまち}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生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^{おおかわ}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技術者等と一緒に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。

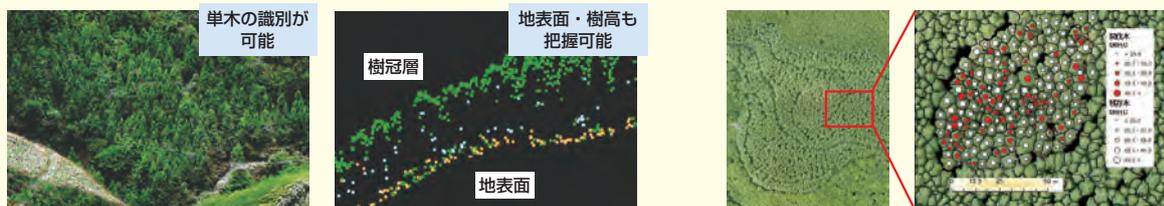
例えば、株式会社ジツタは、ドローン写真を利用した森林資源計測システムを開発し、撮影用ドローン、解析用PC及び専用ソフトウェアのリースを実施している。

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