

# 林業は持続可能になり得るか？

宇 都 木 玄  
森林総合研究所

## 1. はじめに

森林の社会に対する役割は、水源涵養、山地災害の防止、気候変動の緩和、生物多様性の保全等国土保全や生態系サービスのみならず、社会生活の基盤を持続的に保つために木材・林産物生産、木材及び木質資源の利用、エネルギー資源としても重要性を増してきている。また温暖化対策でも言われてきたように、森林はカーボンニュートラルな素材生産が可能であり、「持続可能な開発、持続可能な世界」を実現するために、極めて重要な基盤資源と言える。そのことを反映し、(国)森林研究・整備機構においても SDGs の目標 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, , 12, 13, 14, 15 を掲げて研究業務、水源林造成業務、森林保険業務を行っている（森林総合研究所）。日本は世界でも稀な良い気候条件に恵まれ、森林率は 67%、そのうち 40%の 1000 万 ha が針葉樹を中心とした人工林、

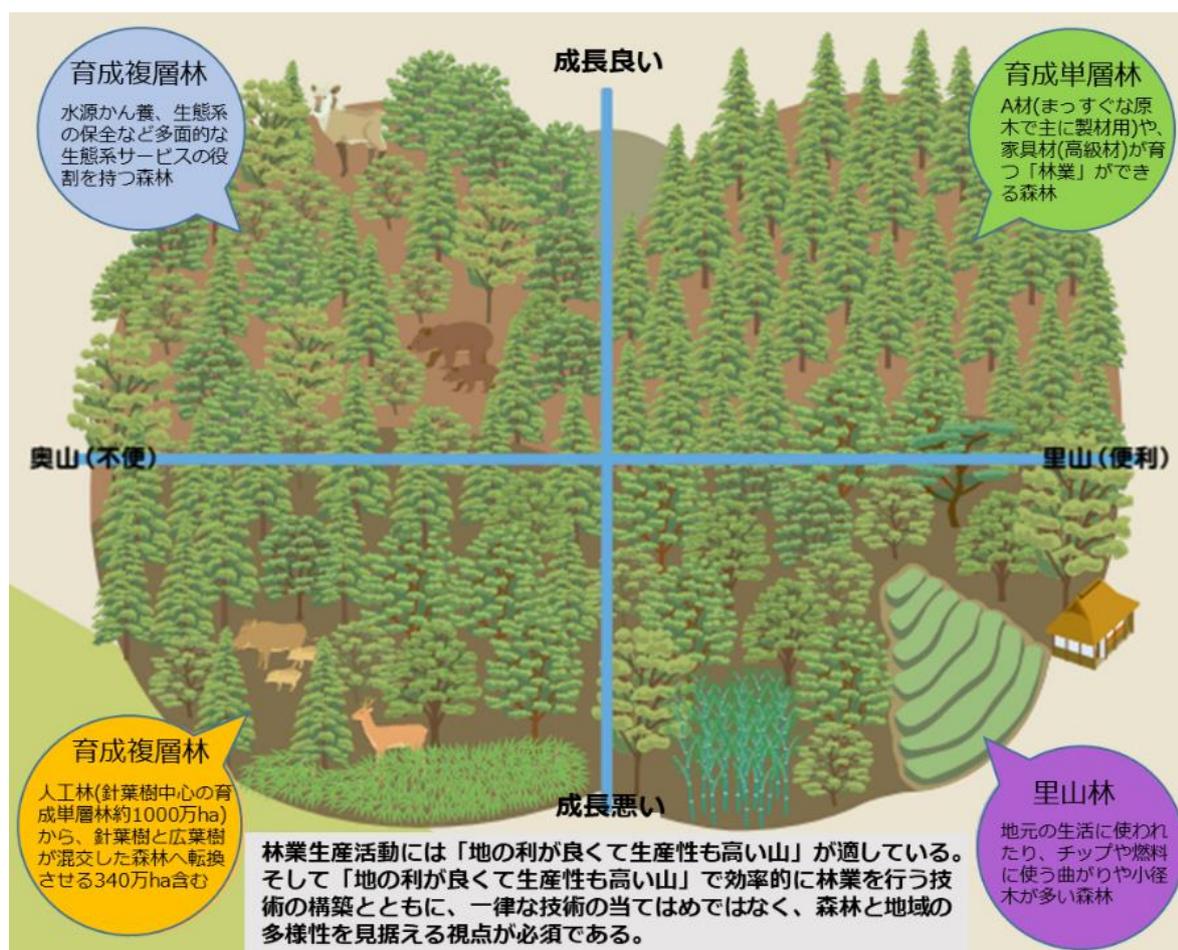


図-1 森林の区分（「林業の今を知りたい」より修正して転記）。「林業」は右上の、地の利が良く、成長の良い山で行う。

いわゆる林業生産に資する山づくりが行われている。一方針葉樹人工林を除く 60%の森林は広葉樹を中心とした森林であり、日本列島の原植生に近いと見られる(図-1 左上)。もちろん歴史上強く人為の影響を受けてきた里山林(広葉樹中心)もあるが、バイオマス利用による強度な伐採が行われなければ裸地になることは無く、持続的な管理が可能である(図-1 右下)。広葉樹林は人里から離れた山岳域に多く残るために、「森林の多面的機能の高度化、生物多様性保全」機能を発揮する。こういった森林では SDGs の 15, 13, 3 を中心として自然的インフラを活用した開発目標に強く貢献しているといえる。

一方で、現在の針葉樹人工林は大きく二つの問題を抱えている。一つは 1950-1960 年代に進んだ「拡大造林」と呼ばれる針葉樹人工林造成地において一部森林の劣化がみられること、二つ目は針葉樹人工林の利用(伐採)と再生産(再造林)の速度にアンバランスがあることである。前者の不成功造林地は針広混交林化を通じて、最終的には原植生に近い森林に戻し、森林の多面的機能を発揮できるようにする必要がある(図-1 左下)。林野庁では 1000 万 ha の針葉樹人工林を 660 万/ha に減らす計画であるが、削られる 340 万 ha の森林がそれにあたり、主に SDGs の 14, 15 「海や陸の豊かさを守ろう」に貢献する。こうした回復処置は温暖多雨な日本においては、乾燥や寒さが厳しい諸外国に比べて実現性があり、原植生に向けて誘導することで持続可能な管理が可能となる。二つ目は木材として利用する針葉樹人工林資源の問題である。表題に「林業」と書いたのは、森林の中でも木材として利用する行為を伴う森林について考えたいからである。日本国土の 26%ほどを占める、経済活動としての「林業を実現する森」の持続可能性について考える。

## 2. 「林業」の現状と目標

「林業」としては SDG9 の産業と技術革新の基盤、7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに、11 住み続けられるまちづくりを、への貢献が特徴的であろう。未来投資戦略 2018 — 「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革— には「2028 年までに私有人工林に由来する林業・木材産業の付加価値を倍増させる」事が明記され、農山村の活性化の一翼を担うことになる。具体的には 2025 年に国産材使用率 50%、年間約 4000 万 m<sup>3</sup> の素材生産量を目標としている。それでは 4000 万 m<sup>3</sup> とはどれくらいの量であろうか？

林業としての森林伐採過程は 2 種類あり、「間伐」と「主伐」という。間伐は森林の間引きであり、残った樹木の成長や形状を整えるために行う伐採である。伐採した樹木は採算が合えば搬出して売ることができる。樹木を残しながら切るために作業効率が悪く、伐採経費が高くなる。主伐は林地にある樹木をすべて伐り(択伐を除く)、その後の新たな更新を図るための何らかの作業を伴う(通常は再造林作業)。林地の全ての樹木を伐るために、機械による作業効率が非常に高い。日本の針葉樹人工林の平均の蓄積量を約 400m<sup>3</sup>/ha と仮定すると、年間 4000 万 m<sup>3</sup> を主伐で賄うには 10 万 ha/年、搬出間伐量を 2000 万 m<sup>3</sup> 程度と仮定した場合でも 5 万 ha/年の面積を主伐・再造林を行う必要がある。H25 年には主伐面積が約 6 万 ha、間伐も含めた素材生産量は 2000 万 m<sup>3</sup> と推計さ

れているが、再生林面積は 2.7 万 ha と主伐面積の半分にも満たない。目標とする素材生産量に近づくためには、伐採面積とそれに伴う再生林面積のさらなる増加が避けられない状態である。

ここで大きな問題点は再生林面積が主伐面積に全く追いついていないこと、つまり林業における再生産の基盤が成り立っていないことが「林業の持続性」を否定するポイントとなる。この状態に至る理由は大きく二つ考えられる。一つは森林内の樹木の価格（伐採前の立木の状態の価格で、**立木価格**と言う。市場での丸太価格とは異なる）が低下してるために林業事業者(≒林家)が再生林経費を捻出できない事、二つ目は厳しい労働環境条件による働き手の不足である。

### 3. 「林業」の持続性

山づくり(林業)の肝は育林技術と呼ばれ、そのスタートは**造林**作業であり、伐採後の森林の地面を整え(**地拵え**)、苗木を生産者から購入し、苗木を整えた林地に植栽(**植え付け**)することである。その後**保育**作業が始まり、植栽木が雑草木に負けなくなるまで雑草木の刈り取り(**下刈り**)を行い、侵入して大きくなった広葉樹等を伐採(**除伐**)



図-2 伐採から成林までの林業の作業工程と、造林に関する一貫作業システム。数字付きコメントが一貫作業システムの要である。

する（図-2）。ここまで約 10 年間の長期に渡る作業であり、その後主伐期まで適切な間伐作業を継続する。初期 10 年間の造林-保育作業にかかる経費は平均で約 150 万円/ha であり（図-3）、これは主伐で木材を売って利益を得るための投資と考えられる。一方立木価格はスギで 3000 円/m<sup>3</sup> 程度、これを主伐時の平均蓄積量(400m<sup>3</sup>/ha)で換算すると立木価値は 120 万円/ha、この時点で林業経営者（≒林家）は 30 万/ha の赤字となり、造林-保育経費による投資が回収できないのである。現在この状態でも約半分の伐採地で再造林が行われているのは、補助金が適切に利用されているためである。もちろん必要に応じた社会インフラ実現の中で補助金は重要な役目を果たすが、SDGs が目指す持続可能な社会は適切な競争を伴った正当性ある技術開発によって実現されるべきであろう。

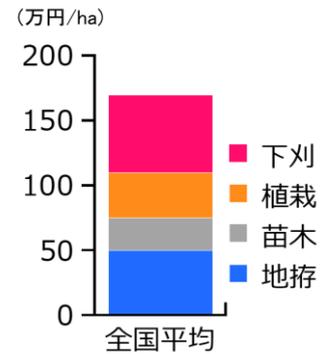


図-3 再造林にかかる平均的な経費の割合。

山での造林の労働環境は過酷を極める。農業のように平坦で画一的な労働条件では無く、厳しい斜面や行く手を阻む雑草、礫が混ざった硬い地面で、車両走行不可能な場所では長距離を徒歩で移動しなければならない。また急峻でひだ状の地形の多い日本では機械による林内走行が困難であり、地拵え、植え付け、下刈り作業はすべて人力で行うことになる。樹木の伐採（主伐）時に用いたグラップルやフォワーダを、引き続き造林作業に使う事を「一貫作業システム(図-2)」と言い、地拵えと苗運搬作業に機械が導入されることから低コストな再造林手法として期待されている（宇都木ら 2017）。しかし植え付け、その後数回にわたる下刈り作業は人力のままである。主伐作業はバーベスタ、スキッター、プロセッサ、フォワーダ、グラップル等の高性能林業機械が導入され、そのオペレーターとして若い人材が増えてきているが、造林-保育作業に至ってはからっきしなのである。

## 4. 技術的解決方法

木材が山から市場に到着し販売する時の材価が丸太価格であり、その価格は立木価格+伐出運搬+輸送+手数料で構成されている。外国産材との価格競争もあり丸太価格は 1 万円/m<sup>3</sup> 前後で取引されている（図-4）。かつて拡大造林のころ丸太価格は 3-4 万円/m<sup>3</sup>、立木価格も 2 万円/m<sup>3</sup> であり、将来この値段で売れることを夢見て造林作業に打ち込んできたわけである。丸太価格に付加価値を付けて国産材の価値を上げることも考えられるが、国際競争の中では基本的に 1 万円/m<sup>3</sup> と考え、「林業の非持続性」の打開策を考えるべきであろう。それにはまず、伐出運搬・輸送を効率化・低コスト化し、立木価格を上げる事が重要である。海外の林業先進国では伐出運搬・輸送経費と立木価格は日本と比べて逆転（立木価格が 7000 円/m<sup>3</sup>）しているのである。海外の伐採現場では大型機械により伐採・搬出が行われ、機械の作業能率を十分に発揮できる物量や作業面積が整っている。一方日本では急傾斜、深いひだの入った地形、集約化が困難で分断された林地が多く、効率の悪い機械運用が大きなネックとなっている。日本の自然的優位な特徴を生かし、森林蓄積を増やし（大きく太い木が多くなる：大径材）て主伐

作業効率を上げることが必要であるが、大径材の加工技術開発と同時進行的に進めなければならない。

次に再造林コスト（造林-保育経費）の削減も重要である。労働人口の減少とともに植栽技術の低下や年間の仕事量の平準化、主伐直後の植栽の必要性から、コンテナ苗が注目され、その生産量は H30 年に林業用種苗生産量の 25% を占めると予測されている。コンテナ苗は根鉢の成型性が高いため扱いが容易であるが、通常の「裸苗」よりも価格が高くなる傾向にある。コンテナ苗の特徴を生かすために、その活着率を高め、より健全な成長を促すことで下刈り回数の削減に努めなければならない。コンテナ苗は苗木生産者の減少にも対応することができる。林業用種苗の種子の発芽率は 9-40% と低いですが、充実種子選別装置が開発 (Matsuda et. al) されたことから、コンテナへ高い発芽率の種子を効率よく播種して育苗することが実現可能となってきた。コンテナ苗の育苗は、雑草除去など作業員の腰部にかかる負担を減らすことができることも重要である。

地拵えも可能な限り機械化し、「一貫作業システム」の中で低コスト化を狙う必要がある。下刈り作業は造林-保育作業の中でも最もコストがかかる(図-3)。なぜならば、雑草木よりも植栽した苗木の樹高が高くなるまで、3-6 年間継続しなくてはならない作業だからである。機械による地拵えを丁寧に行い雑草の侵入を遅らせる(大矢ら、原山ら)、優良なコンテナ苗や大きな苗を用いて雑草より速やかに大きくする(宇都木ら)、雑草と苗木の成長を丁寧に見ながら現場で下刈り可否を柔軟に検討するなどの方法で(山川ら)、下刈り回数の削減を目指すことが重要である。昨今の気温の上昇により、造林-保育作業を行う作業員の肉体的負担は増加し、また林業労働災害発生率も非常に高い。こうした状況を打破する新たな機械開発としてはドローンによる苗木等重量物の運搬、アシストスーツの開発、30 度以上の急斜面走行に対応したベース車両の開発、林内不整地歩行ロボット開発等が考えられるが、道のりはいまだ遠い。

## 5. 総合的対策

林業先進国では作業の機械化や効率化以外に、情報と流通の効率化、いわゆる ICT の活用が進んでいる。森林内で木材の在庫管理を行い、必要とされる規格と量の情報が林内作業現場に届き、その情報に基づいて伐採作業を行う。ある意味で森林内の在庫管理から生産物の加工までを一元的に行うのである。こうすることで利益の再配分が適切に行われ、農山村に資金が循環することになる(図-4 の下の×が無くなる)。また生産と流通の透明性を高め、サプライチェーンを構築することが伐採-運搬にかかる様々な経費のコストダウンにつながるであろう。森林は 60-100 年の計で作られるものである。また完成した林型は、実は初期保育方法で決まる部分が多い。利用側のニーズが大きく変わった場合、山側は時すでに遅しなのである。かつて木材は住宅の柱・垂木等、無垢でかつ一定の形状が求められて利用されてきた。一方現代では、集成材や合板といった木質パーツの合成により材料の製造が可能となっている(Engineering wood)。可能な限り将来にわたって限定的な形状に捕らわれない利用方法の開発が求められる。ステークホルダー間の連携と協力を深める SDGs の思想を根底として、川上から川下ま

で一体となった長期に渡る森林管理と木材利用の構想こそ、「持続可能な林業」を実現する未来にとって最も重要なことなのである。

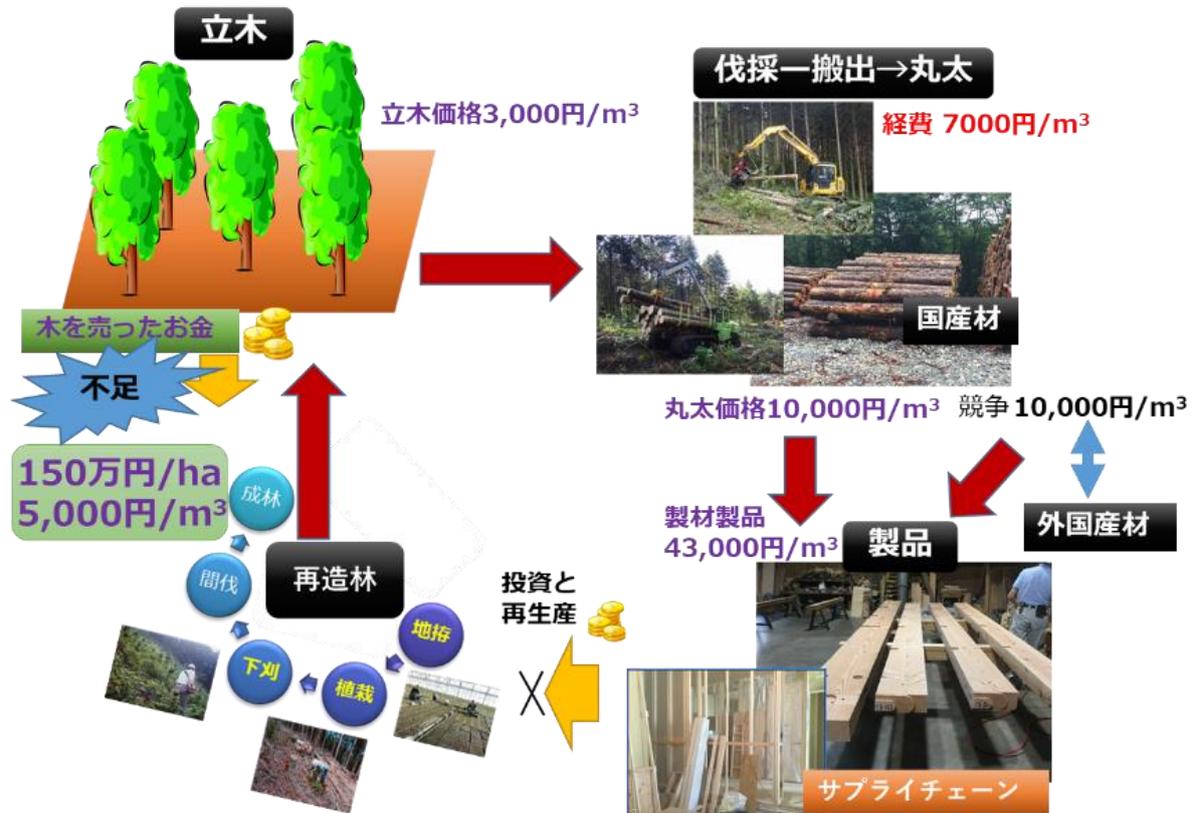


図-4 木が伐採されてから製品になるまでの値段の動き。再造林経費は立木価格から支払われる。製品から山づくりへお金が流れることは現状困難である。

## 6. 参考・引用文献

- 1) 原山尚徳ほか(2016)クラッシャ地拵えによる下草抑制効果 北森研 64:61-62.
- 2) 季刊森林総研 44号(2019) 林業の今を知りたい：  
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/kikan/documents/kikanffpri-44m.pdf>.
- 3) Matsuda et al. (2015) Determination of Seed Soundness in Conifers *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* Using Narrow-Multiband Spectral Imaging in the Short-Wavelength Infrared Range. PLOS ONE DOI: 10.1371/journal.pone.0128358.
- 4) 大矢信次郎ほか(2016)長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性. 日林誌 98:233-240.
- 5) 森林総合研究所：<http://www.ffpri.affrc.go.jp/aboutfrmo/sdgs.html>.
- 6) 宇都木ら(2017)再造林に向けた低コスト林業への挑戦. 森林科学 80:2-5.
- 7) 宇都木玄ら(2014)北海道に適した低コスト造林の考え方. 北森研 62:11-14.
- 8) 山川博美ら(2016)スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響. 日林誌 98:241-246.

## プロフィール

出身地：東京

学歴：農学博士

職歴：

H4. 4. 1 森林総合研究所入所

H12. 4. 1 森林総合研究所北海道支所

H24. 10. 1 森林総合研究所本所 チーム長

H29. 4. 1 森林総合研究所 植物生態研究領域長

H30. 4. 1 植物生態研究領域 研究ディレクター（林業生産技術研究担当）

専門分野：森林生産生態学、造林学。森林生態系内の炭素循環をプロセスベースで解明する研究、オーストラリア半乾燥地での造林技術研究、タイマングローブ林保全に関する研究等を行い、現在は再造林技術の高度化に関する研究を行っている。

学会：森林学会会員

運営プロジェクト：生研支援センター革新的技術開発・緊急展開事業「優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発（H28-30）研究主査、農林水産技術会議戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発（H30-R4）」開発責任者

編著者：沙漠を森に一温暖化への処方箋—（2011年コロナ社）、低コスト再造林への挑戦（2019年日本林業調査会）など