



もっとつかえる

日本の広葉樹林



国立研究開発法人森林研究・整備機構

森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute

森林総合研究所 第5期中長期計画17（森林産業－7）



もくじ

はじめに (宇都木玄)	1
1章 広葉樹林の活用に向けて	
1-1 広葉樹林を評価する意義 (齊藤 哲)	2
2章 広葉樹林を空から把握する	
2-1 衛星データに基づく広葉樹資源量の推定 (田中真哉)	3
2-2 ドローン空撮画像から広葉樹 (コナラ) を抽出する (中尾勝洋)	4
3章 広葉樹林の生産コストを推定する	
3-1 広葉樹生産コストモデルの開発 (鈴木秀典・中澤昌彦・吉田智佳史・瀧誠志郎・山口 智・宗岡寛子・ 伊藤崇之・千原敬也・狩野敏規)	5
3-2 広葉樹生産コストモデルの利用事例 (鈴木秀典・中澤昌彦・吉田智佳史・瀧誠志郎・山口 智・宗岡寛子・ 伊藤崇之・千原敬也・狩野敏規)	6
4章 広葉樹林の資産価値を推定する	
4-1 原木価格を基準にした広葉樹林の価格推定 (北川 涼・齊藤 哲・山下直子・大塚生美・御田成顕・小谷英司)	7
4-2 広葉樹施業の収益は? 林分価格・生産コストモデルによる検討 (山下直子・北川 涼・鈴木秀典・齊藤 哲)	8
5章 広葉樹林から通直な用材を採る	
5-1 東北北部の広葉樹林で用材となる樹種、林齢を採る (太田敬之・酒井 敦・大塚生美・小谷英司)	9
5-2 広葉樹の用材本数率を上げる条件とは (酒井 敦・野口麻穂子・澤田佳美・齋藤智之・直江将司・ 御田成顕・太田敬之・小谷英司・高橋 文)	10
6章 広葉樹の価格の動向を調べる	
6-1 広葉樹資源の価値向上と「広葉樹並材」生産の可能性 (大塚生美・太田敬之・道中哲也・小谷英司)	11
6-2 盛岡木材流通センターにおける広葉樹原木の価格変動の分析 (道中哲也・大塚生美・小谷英司)	12
コラム	
海外産の広葉樹製材品を巡る最近の動向 (青井秀樹)	13
切り株から再生した萌芽枝の機能とかたち (小笠真由美)	14
豪雪地に適したブナ林施業と「スノービーチ」プロジェクト (齋藤智之・御田成顕)	15
謝 辞	17
プロジェクト構成	18



はじめに

現在、1,000万haを占める日本の針葉樹人工林からの、製材や合単板を中心とした素材生産量は年間1,700万 m^3 にものぼり、これは主要な林業生産物となっています。一方広葉樹を中心とした天然林等の森林は1,500万haを占めるにもかかわらず、製材用素材の生産量は年間16万 m^3 にとどまり、160万 m^3 はパルプや燃料材として付加価値が小さいまま利用されています。広葉樹を中心とした森林は針葉樹人工林と異なり、様々な樹種で構成されてその立姿も様々です。もちろん更新方法も樹種により多様なため、私たち人間が計画したようには森林の管理が上手く進みません。逆にそういった要素が生物の多様性を生み出し、生態系としてのサービスの価値が高くなるといえます。

森林総合研究所では平成19年からこうした広葉樹の維持や誘導技術の研究を開始し、里山維持システムの構築や、未利用広葉樹の循環利用の方策、シラカンバの天然更新による低コスト施業方法等について研究を進めてきました。研究を進める中で、現在における日本の広葉樹の価値が低く見積もられているのではないかという疑問にたどり着き、森林総合研究所交付金プロジェクト「広葉樹利用に向けた林分の資産価値および生産コストの評価（令和2～4年度）」を開始しました。これからの日本の広葉樹林は美しい家具や石油製品の代替になる燃料材の供給源等として利用するだけでなく、適切に管理することにより十分に蓄積のある山を作り二酸化炭素の吸収源にする、多様性を活かした健康・環境・教育の場を提供するなど、新しい付加価値の創造が必要になります。またこうしたことは豊かな農山村の振興を図るために必要不可欠なことであると、私たちは考えています。本パンフレットがきっかけとなり、皆さんの周りにある何気ない広葉樹の林が宝の山に見えてくることを願っています。

森林総合研究所 研究ディレクター（林業生産技術研究担当）

宇都木 玄

1-1 広葉樹林を評価する意義

齊藤 哲

森林総合研究所 関西支所（現 企画部）

日本の広葉樹林の有効活用の可能性を検討するため林分構造が複雑な広葉樹林の生産コストや資産価値の推定を試みました。これまであまり評価されてこなかった適正な生産コストや資産価値を知ることが、有効活用を考える第一歩になると考えています。



日本の広葉樹・広葉樹林

日本の森林面積の約半分が広葉樹林で、蓄積では15億 m^3 以上の資源量があります。しかし、国内の素材生産量のうち広葉樹の占める割合は約1割に過ぎません。広葉樹の製材用素材（以降、用材）は高値で取引されることもありますが、生産された広葉樹素材の9割以上が安価なチップとなり、広葉樹林は価値が低いとみられています。広葉樹はチップ以外の用途にももっと使えるはずですがその価値が十分評価されていません。また、日本で使われる広葉樹の8割は輸入品ですが、年々輸入量も減り、国産化の期待も高まっています。

本冊子では日本の広葉樹林を木質資源としてもっと有効に活用できないか今一度考えてみます。



広葉樹の有効活用にもむけて

広葉樹林の有効活用には、いくつか課題があります。森林総合研究所ではその課題について、山形県、島根県と共同で交付金プロジェクト「広葉樹利用に向けた林分の資産価値および生産コストの評価（R2～4年度）」を実施しました。この冊子ではその成果をご紹介します。

本冊子の構成は以下のようになっています。

- 2章 広葉樹林を空から把握する
- 3章 広葉樹林の生産コストを推定する
- 4章 広葉樹林の資産価値を推定する
- 5章 広葉樹林から通直な用材を採る
- 6章 広葉樹の価格の動向を調べる

コラム

まず、広葉樹林がどこに多いかを知る必要があります。広葉樹資源量を把握するのに空からみた情報を使いました。それを第2章で説明します。ここでは広域的な資源量を広葉樹天然林の多い東北地方と

広葉樹二次林の多い近畿中国地方について比較しました。

広葉樹林施業を行うには、生産コストがいくらかかり、それに見合う価値があるかということが重要になります。生産コストについては、広葉樹は分枝が多く、作業も複雑なためこれまであまり調べられていませんでした。第3章では開発した生産コストの推定方法について説明します。

また、広葉樹林は、樹種やサイズがばらばらで、利用方法が明確な針葉樹人工林のように簡単には価値がわかりません。第4章では広葉樹の原木価格を樹種ごとに調べ、多様な広葉樹林のポテンシャルの価値を推定しました。

広葉樹林の価値の推定にあたって、サイズや樹種の多様さ以外にもうひとつ問題があります。それは、広葉樹は複雑な樹形のために利用できる量がわかりにくいということです。第5章では一本の木から木質資源として利用できる量や、用材が多くとれる条件を調べました。

全国の平均的な原木価格を第4章で調べましたが、バラツキも大きく、様々な条件で価格は異なります。第6章では用途や時期などによる価格の違いを調べました。

広葉樹林を有効活用するには、他にも様々なことを考える必要があります。トピックとして、海外産の広葉樹製材品価格の動向、循環利用に関係する萌芽枝の機能、さらに実際に広葉樹林を有効活用している事例についてコラムで紹介します。まだまだ課題は多いですが、活用されていない広葉樹林が豊富にある地域や、広葉樹製品のニーズの高い地域では、広葉樹林施業も選択肢のひとつとして考えてみられるとよいと思います。やり方次第で広葉樹林を十分活かせるかもしれません。その第一歩として、広葉樹林の適正な価値や生産コストを理解しておくことが重要です。

2-1 衛星データに基づく広葉樹資源量の推定

田中 真哉

森林総合研究所 関西支所

人工衛星と多地点の地上調査データを利用して広葉樹資源量を広域で推定しました。衛星データの解析でこれまで問題となっていた雲による被覆は、様々な時期に観測されたデータを重ねあわせて分析することで解決しました。その結果、東北地方と近畿中国地方の広葉樹資源量を地図上で示せるようになりました。



時系列衛星データによる 広葉樹資源量の推定

広葉樹を利用するには資源量の把握が重要ですが、広葉樹の資源量の情報は不足しています。そこで、広葉樹天然林の多い東北地方と広葉樹二次林の多い近畿中国地方を対象に、衛星データの反射特性と多地点の毎木調査に基づく広葉樹資源量の関係を統計解析し、広域スケールの資源量を推定しました。

人工衛星は周期的に地球を観測していますが、収集されたデータには雲が含まれるため地上が見えない場合が多く、広い範囲の資源量を隈なく地図化することが困難でした。そこで、様々な時期に観測されたデータを時間順に並べた大容量データを連続的に処理し、雲の影響を除去しました。その結果、対象地を1km四方に区切ったメッシュごとの広葉樹資源量を地図にすることができました(図1)。



広葉樹資源量の地図化

地図化した広葉樹資源量の空間分布を両地方で比較すると、東北地方には赤色で示される広葉樹資源量の多いメッシュが広い範囲にまとまって見られます。一方、近畿中国地方では資源量の多いメッシュが少なく、また分散していることが分かります。今回の方法では非常に多くのデータや大規模な計算が必要ですが、時期や対象範囲を制約されることなく広いエリアを調べることが可能になりました。この方法を使うことによって、広葉樹資源量をほかの場所でも解析できるようになります。

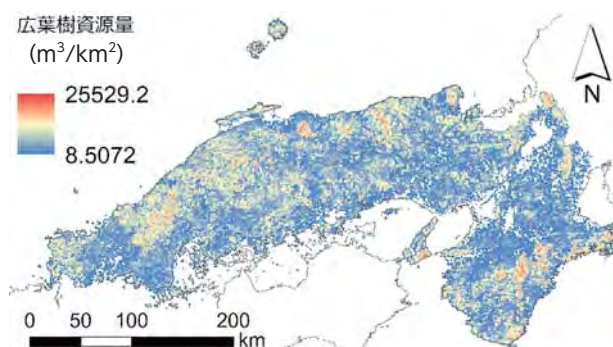
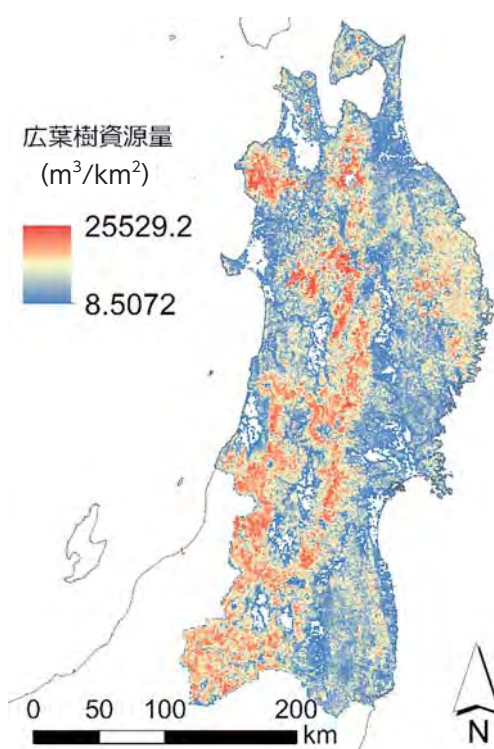


図1 衛星データに基づいて推定した広葉樹資源量
多地点の毎木調査を利用して広葉樹林とされる範囲を抽出し、1km × 1km メッシュで地図化しました。

1 活用に向けて

2 空から把握

3 コスト予測

4 資産価値

5 形状と用材率

6 価格動向

コラム

3

2-2 ドローン空撮画像から広葉樹（コナラ）を抽出する

中尾 勝洋

森林総合研究所 関西支所

特定の個体を伐採対象とするには広葉樹の位置を知る必要があります。この研究では、西日本の里山林でよく見られるコナラを対象に、ドローンから撮影した画像とAI（機械学習）を組み合わせ、樹冠位置を自動的に抽出する技術を開発しました。対象とした地域では高い精度で樹冠を抽出できました。



空から見つけるには

広葉樹の個体の位置が樹種ごとにわかれば、特定の個体を伐採対象とすることができます。この研究では、対象とした地域（滋賀県大津市、東近江市など）の里山林において、ドローン空撮画像から機械学習という方法を使って、コナラを自動抽出しました。解析のおおまかな流れは図1に示す通りです。対象とした里山林は、コナラをはじめとする落葉広葉樹が多く生育する林で、スギやヒノキ、常緑広葉樹が混交しています。空撮は、市販のドローンを用いて葉が開く春、葉が開き終えた夏、紅葉した秋、落葉した冬と四季を通じて行いました。

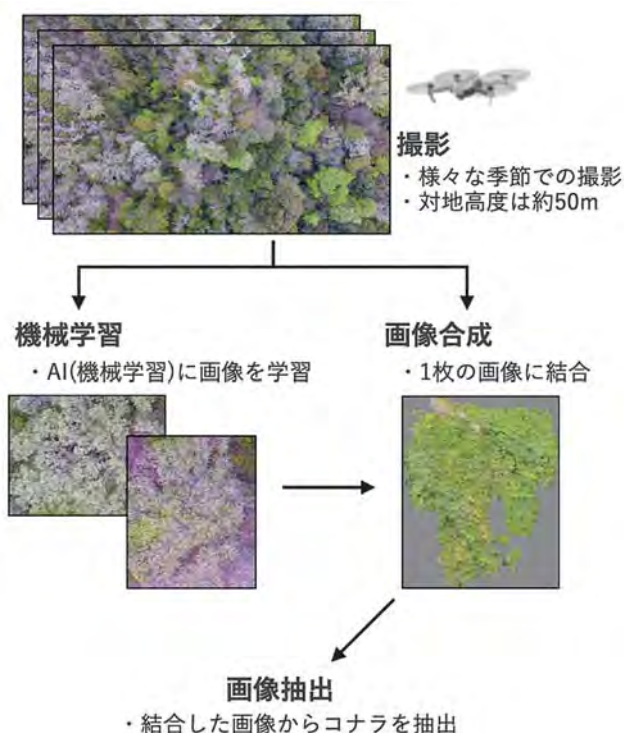


図1 ドローン撮影からコナラ抽出の流れ
機械学習を使ってコナラに特徴的な樹冠形状や色を学習し、統合した画像からコナラの樹冠を自動抽出しました。



コナラを抽出できた

機械学習を使って、東近江市の里山林の画像からコナラの樹冠を選定したところ、高い検出力で抽出することができました（図2）。また、現場で行った毎木調査データと比較した結果、8割程度が正しくコナラと判定されていました。

今回の対象地では学習させる画像枚数が多く、多様（様々なアングルや季節の画像）であったため、高い精度になったと考えられます。今後は異なる地域の里山林で検証するとともに撮影条件の精査も必要です。

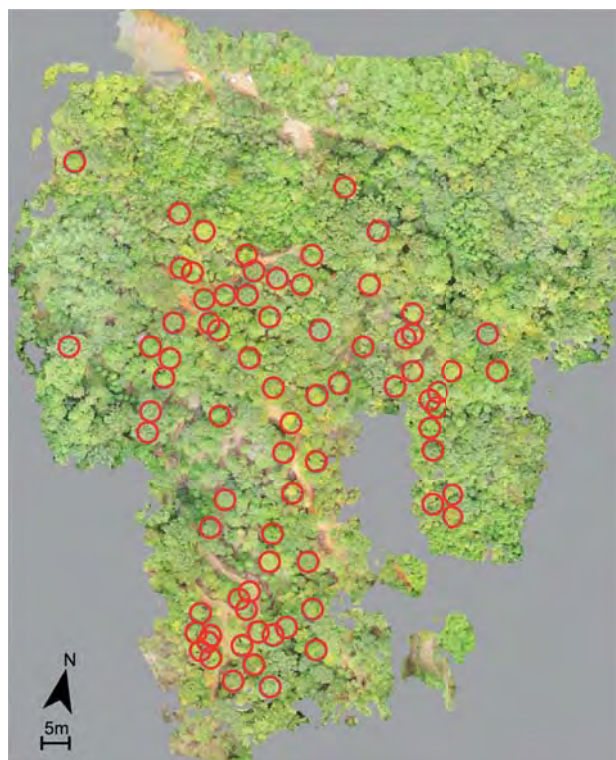


図2 コナラを抽出した結果
構築した機械学習モデルを用いて、コナラを抽出した結果。コナラは赤色の円で示しています。

3-1 広葉樹生産コストモデルの開発

鈴木 秀典¹・中澤 昌彦¹・吉田 智佳史¹・瀧 誠志郎¹・山口 智¹
宗岡 寛子¹・伊藤 崇之¹・千原 敬也²・狩野 敏規²

¹ 森林総合研究所 林業工学研究領域

² 島根県中山間地域研究センター

広葉樹の生産コストを推定するための生産コストモデルを開発しました。作業システムは、「1：車両系 林内走行」、「2：車両系 路網作設」、「3：架線系 スイングヤード」、「4：架線系 タワーヤード」、「5：架線系 集材機」の5つを想定し、それぞれの生産性を現地調査や日報から求めました。

広葉樹生産コストモデルの構造

木材の生産コストは以下に示す式で表されます。主作業費に含まれる機械固定費は機械の減価償却などに要する費用で、機械変動費は保守、燃料・油脂類、消耗品に要する費用です。

生産コスト＝主作業費＋副作業費

主作業費＝労務費＋機械固定費＋機械変動費

副作業費＝森林作業道作設費＋土場作設費＋
架線の架設・撤去費

各システムの生産性

生産コストモデルとして、図1の5つの作業システムを想定しました。作業システムとは各工程の作業方法や使用する機械の組み合わせのことです。一般に最も傾斜の緩い場所で採用されるのが図の最上部の「1：車両系 林内走行」で、傾斜が急になるに従い、図の下方の作業システムが採用されます。なお、土場（丸太を集積する場所）からのトラック運材は生産コストモデルに含まれませんが、図1の上から3つの作業システムでは、土場までのフォワーダによる集材を含んでいます。

生産コストモデルの労務費や機械固定費、機械変動費を求めるためには、各システムの生産性が必要となります。生産性とは1時間あたりの生産量です。現地で広葉樹生産作業を調べるとともに、作業日報、既報の生産性を調べ、表1の生産性をまとめました。なお、機械の固定費や変動費に必要な諸数値は既報から得ることができます。

このようなコストモデルを利用することで、作業前に生産コストを推定することができ、収益の推定も可能になります。

	伐倒	造材	集材
1：車両系 林内走行	 チェーンソー	 チェーンソー＋ グラブソー または グラブソー	 フォワーダ
2：車両系 路網作設	 チェーンソー	 グラブソー または グラブソー	 チェーンソー＋ グラブソー または グラブソー
3：架線系 スイングヤード	 チェーンソー	 スイングヤード	 チェーンソー＋ グラブソー または グラブソー
4：架線系 タワーヤード	 チェーンソー	 タワーヤード	 チェーンソー＋ グラブソー または グラブソー
5：架線系 集材機	 チェーンソー	 集材機	 チェーンソー＋ グラブソー または グラブソー

図1 生産コストモデルで想定した作業システム

表1 各システムで想定した生産性
1日の実働作業時間を6時間としています。

	生産性 m ³ /時
1：車両系 林内走行	1.7
2：車両系 路網作設	1.6
3：架線系 スイングヤード	1.6
4：架線系 タワーヤード	3.7
5：架線系 集材機	2.3

3-2 広葉樹生産コストモデルの利用事例

鈴木 秀典¹・中澤 昌彦¹・吉田 智佳史¹・瀧 誠志郎¹・山口 智¹
宗岡 寛子¹・伊藤 崇之¹・千原 敬也²・狩野 敏規²

¹ 森林総合研究所 林業工学研究領域

² 島根県中山間地域研究センター

本冊子p5で開発した生産コストモデルを利用してコストポテンシャルマップを作成しました。このマップから推定されるコストが高いエリアでは、低コスト化に向けた林道計画等を考えることができます。また、針葉樹生産コストとの比較を行ったところ、広葉樹生産における掛かり増しコストを示すことができました。

事例①コストポテンシャルマップ

コストポテンシャルマップとは、想定した条件での広葉樹皆伐生産コストの推定値を図示したものです。図1に岐阜県飛騨市での作成例を示します。市域を100m四方に区切った各メッシュの傾斜により、本冊子p5の5つの作業システムから1つを適用しました。岐阜県森林研究所作成の岐阜県森林路網図 (<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/rd/kankyoku/mori160901.html>) を利用して各メッシュからの最寄り車道（一般道や林道）を土場として、フォワーダによる集材コストを推定しました。

生産コストが高いエリアでは、現状よりも生産性の高い作業システムを採用して低コスト化することが考えられますが、急傾斜地への路網作設など実現が難しい場合もあります。そのため、車道を延長してフォワーダによる集材距離を短くすることなどが現実的な手法となります。図1のマップはこのための林道計画などに使用することもできます。

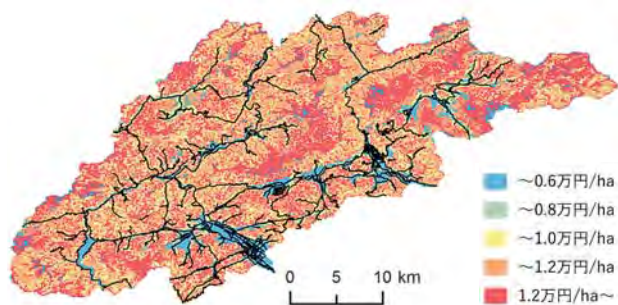


図1 岐阜県飛騨市における広葉樹生産のコストポテンシャルマップ

広葉樹が全域に一律150m³/haで分布すると仮定しました。

事例②針葉樹生産コストとの比較

広葉樹の生産コストを針葉樹と比較しました（図2）。想定した作業システムは両者同様ですが、針葉樹では造材でプロセッサが使用できます。プロセッサとは枝払い、玉切り、測尺（丸太長さの計測）を行う機械ですが、幹曲がりの多い広葉樹では使うことが難しい機械です。

現場条件によって生産性に幅があることから、平均値だけでなく、生産コストの最大値・最小値も示しています。平均値で比較するとすべてのシステムで広葉樹の生産コストの方が高くなりました。これは広葉樹の方が生産性が低いからです。広葉樹は幹曲がりが多く、枝張りも大きいいため、プロセッサを使った針葉樹ほどの効率的な作業を行いにくいと考えられます。

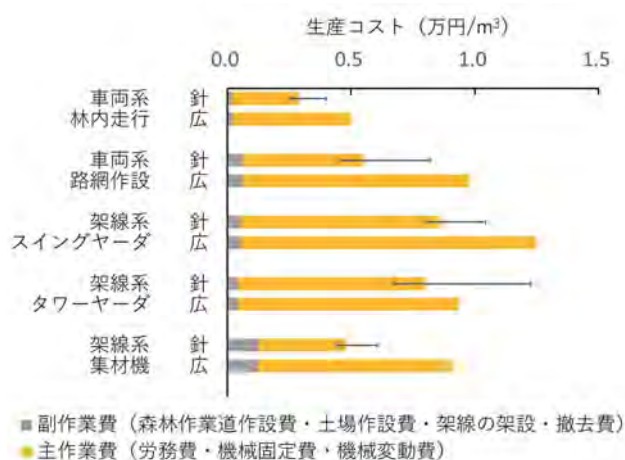


図2 針葉樹（針）と広葉樹（広）における作業システムごとの生産コスト

針葉樹は平均値（棒グラフ）と最大・最小値（エラーバー）を示します（既報の数値から推定）。広葉樹は今回の調査結果から推定された値です。

4-1 原木価格を基準にした広葉樹林の価格推定

北川 涼¹・齊藤 哲²・山下 直子¹
大塚 生美³・御田 成顕³・小谷 英司⁴

¹ 森林総合研究所 関西支所、² 企画部研究評価科

³ 東北支所、⁴ 森林管理研究領域

伐採する前に林分の資源価値を把握し効率的な資源管理を行うことを目的として、実際に市場で取引された広葉樹の原木価格を基準に広葉樹林の林分価格を推定しました。推定林分価格には、大径木の有無が強く影響し、特に胸高直径80cmを超える大径木が存在する場合、その木一本で林分価格がほぼ決まることがわかりました。

林分価格に及ぼす大径木の影響

実際に市場で取引された広葉樹の原木価格を基準に、原木の直径と価格の関係を調べました。原木価格は、どの樹種でも直径に対して指数関数的に増加しますが、その上昇度合は、樹種によって異なりました(図1)。

この原木価格と全国の多地点の毎木調査から林分価格を推定し、調査地内の最大個体の胸高直径ごとに、林分価格に影響する要因を調べました(図2)。最大個体の胸高直径が80cm未満の場合は胸高直径の合計値(図2(a)、蓄積の大小を表す)が林分

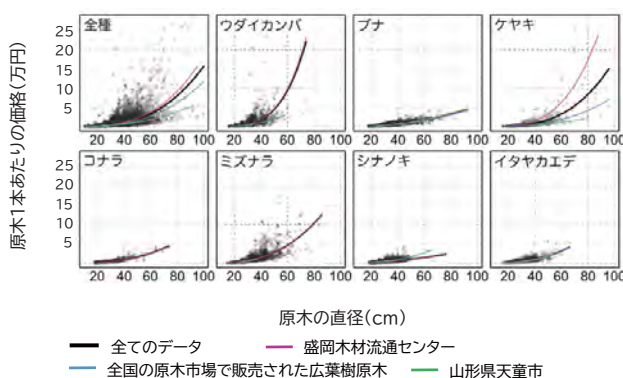


図1 全広葉樹種(57種)と代表的な7種(長さ1-3m)の原木の直径と価格の関係

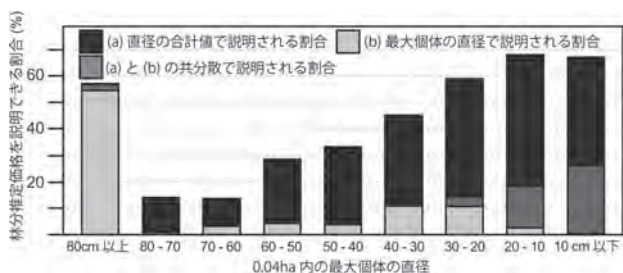


図2 林分内の胸高直径の合計値(a)と最大個体の胸高直径(b)が林分価格を説明できる割合

価格に大きく影響しますが、最大個体の胸高直径が80cm以上の場合は、胸高直径の合計値といった林分の構造ではなく、最大個体の胸高直径(同(b))によって林分価格が決まることがわかりました。

用途も林分価格に影響する

ここまで、原木価格を使って推定しましたが、実際はチップでの販売も多くあります。そこで、以下a~dの4通りの販売方法で推定した林分価格と林分内の全個体の胸高直径の合計値との関係を調べました：a：全て原木価格、b：直径20cm以上原木価格、それ以外チップ価格(9,000円)、c：直径50cm以上原木価格、それ以外チップ価格、d：全てチップ価格、(図3)。直径の合計が500cm以上では、全てチップの価格で販売した場合(d)、全てを原木価格で販売した場合(a)に比べて平均で1/2以下という低い推定結果でした。また、直径50cm以上を原木価格(c)で販売しても全てチップの場合(d)とあまり変わらず、林分価値を高めるには、できるだけ小さい直径から原木価格で売ることが重要であるといえます。

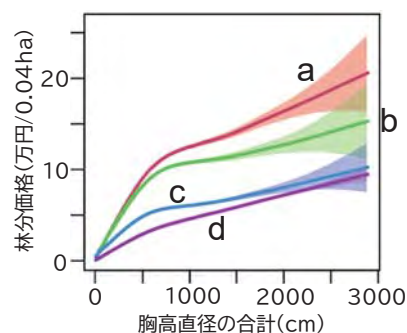


図3 全国の毎木調査(0.04ha)から推定した林分価格と、胸高直径の合計値との関係
保護対象となりそうな成熟した林分(最大胸高直径が60cm以上)を除く。

4-2 広葉樹施業の収益は？ 林分価格－生産コストモデルによる検討

山下 直子¹・北川 涼¹・鈴木 秀典²・齊藤 哲³

¹ 森林総合研究所 関西支所、² 林業工学研究領域、³ 企画部研究評価科

広葉樹林の販売と生産コストとの関係を明らかにするために、原木価格やチップの価格から推定した林分価格から、伐採・搬出する生産コストを差し引いた収益を推定したところ、すべてを原木価格で販売し、かつ一定以上の搬出量があれば収益はプラスになりますが、すべてをチップで販売すると搬出量に関わらず赤字になることがわかりました。

広葉樹施業の収益は？

本冊子p5の生産コストモデルとp7の林分価格推定モデルを使って、毎木調査が行われた全国の多地点から求めた平均的な収益を推定しました（図1）。その結果、施業地のすべての木を原木価格として販売する場合は、搬出量が約30m³/ha以上あれば収益はプラスになりますが、すべてチップで販売する場合は、搬出量に関わらず赤字になることがわかりました。

実際の広葉樹施業地の事例では（滋賀県東近江市）、チップ販売価格が全国平均値より低かったことなどの理由で、すべてチップで推定したモデルよりもさらに収益が低く、施業経費のほとんどを行政からの補助金に頼っているのが現状です。

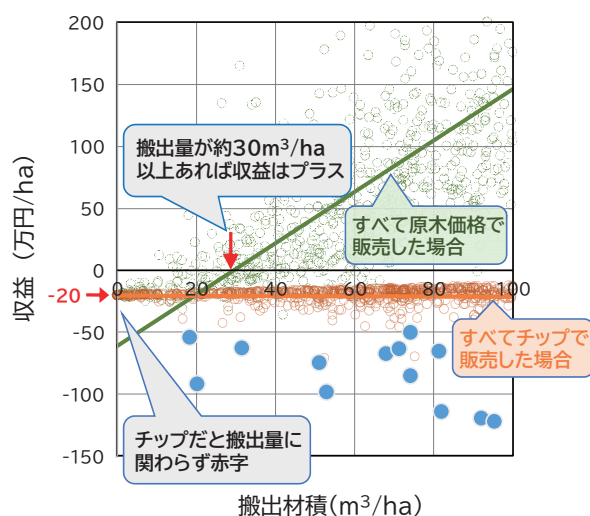


図1 売上価格から生産経費を差し引いた推定収益
林分価格のモデル推定値（本冊子p7を参照）から生産コストモデル推定値（p5）を差し引いた推定値
● 東近江市の広葉樹施業地における実測値
● 原木価格で販売を想定した推定値
● チップ（全国平均値9,000円）で販売を想定した推定値

いくらで売れたら採算が合う？

それでは立木がいくらで売れたら採算が合うのでしょうか？採算ラインをモデルから推定したところ、100m³/ha以上の搬出材積の場合、販売価格が約1.1万円/m³であれば、最低コストを回収できることがわかりました（図2）。さらに、日本の平均的な年収443万円を得るための達成ラインを試算したところ、搬出材積が100m³/haの場合は、販売価格を約5万7千円/m³で設定できれば、目標の収入を達成できることがわかりました。

実際の施業地の多くは、採算ラインに届いていない状況ですが、川上が資源管理や生産調整を適正に実施する自立した林業経営ができないと、川中、川下は成り立ちません。今後は、持続的かつ安定的な資源供給体制の構築に向けて、木材業界全体が一丸となって課題解決に取り組むことが重要です。

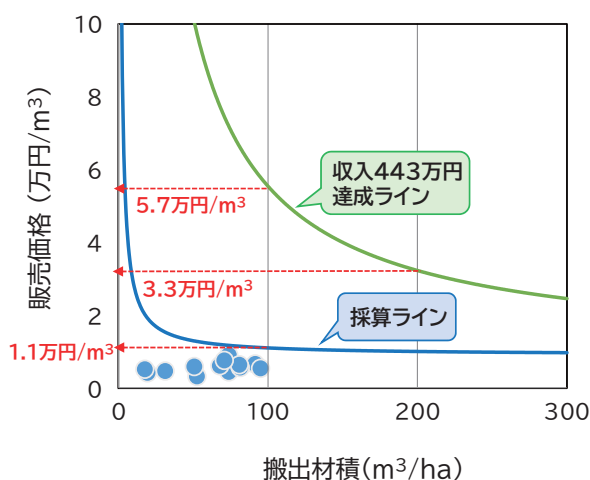


図2 採算性と収入443万円を達成するために必要な販売価格の推定
林分価格モデル－生産コストモデル（皆伐での車輻系作業道作設）の推定値から試算
● 東近江市の広葉樹施業地における実測値

5-1 東北北部の広葉樹林で用材となる樹種、林齢を探る

太田 敬之¹・酒井 敦²・大塚 生美²・小谷 英司³¹森林総合研究所 森林植生研究領域、²東北支所、³森林管理研究領域

東北地方北部の広葉樹林で胸高直径30cm以上、通直な長さ4mの用材が採れる条件を調べました。岩手県久慈市山形町の広葉樹林では林齢50年生前後から4mの用材が採れることがわかりました。他県の豪雪地では太くても曲がりがあるため4mの用材が採れる木が少なく、広葉樹が通直に育つ条件として、地域や環境を考慮することも重要です。



広葉樹施業林で用材になる木を探す

東北地方は広葉樹の用材の主要な生産地です。用材のなかでも胸高直径30cm以上かつ直幹長（通直な幹の長さ）4m以上のもの（以下、4m材）は高値で取引されます。そこで林齢と樹種構成から4m材が採れる条件を調べました。

調査した岩手県久慈市山形町の広葉樹林（全13林分）では、コナラ、ミズナラ、クリが胸高直径30cmを越える立木の64%を占めていました。

これら3樹種では林齢40年生未満で4m材を採れる個体はなく、4m材が取れる個体がみられる林分はコナラで48年生以上、ミズナラで55年生以上でした（図1）。林齢60年生の林分で4m材の採れる広葉樹は主要3樹種では150本/ha、他の樹種も含

めると225本/ha存在している事例がありました。

直幹長は林齢と胸高直径の影響を強く受け、樹種によらず古い林分ほど直幹長が長いことがわかりました。



ほかの地域における4m材

地域間で比較すると、岩手県岩泉町中居村のミズナラ純林では4m材が多いのに対し、秋田県北秋田市阿仁打当内の針広混交林は胸高直径50cm以上のミズナラでも4m材となるものは見られませんでした（図2）。打当内の林分は、針葉樹による被圧があることや積雪が多いことが4m材の少ない一因と考えられました。4m材が採れるかどうかは、樹齢だけでなく、他の木による被圧、積雪や傾斜などの環境要因が関わっているといえます。

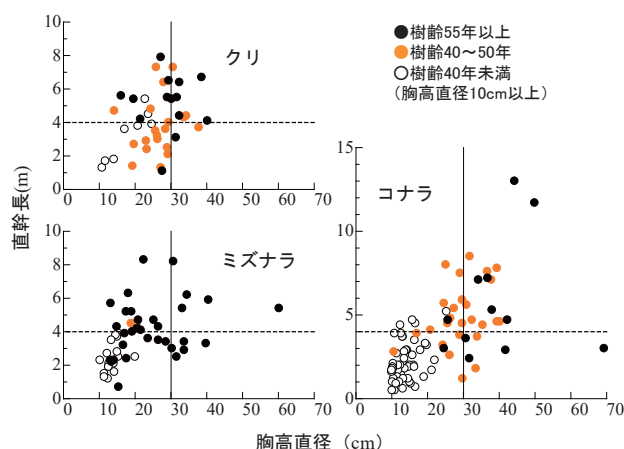


図1 山形町（岩手県）の主要広葉樹の胸高直径と直幹長
13林分の全個体を主要樹種ごと、林齢クラスごとに表示

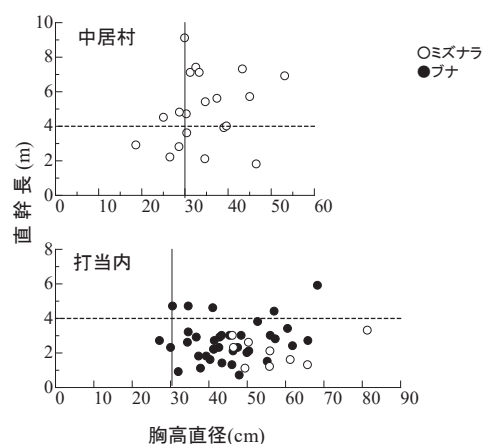


図2 中居村（岩手県）と打当内（秋田県）のブナ、ミズナラの直幹長
ミズナラについて中居村では4m材が採れますが、打当内では胸高直径50cmを越えても採れませんでした。

5-2 広葉樹の用材本数率を上げる条件とは

酒井 敦¹・野口 麻穂子¹・澤田 佳美¹・齋藤 智之¹・直江 将司¹
御田 成顕¹・太田 敬之²・小谷 英司³・高橋 文⁴

¹ 森林総合研究所 東北支所、² 森林植生研究領域

³ 森林管理研究領域、⁴ 山形県森林研究研修センター

東北の21カ所の広葉樹林で用材生産の条件を調べたところ、本数密度が低いほど、また積雪深が少ないほど、用材の本数率が上がるということがわかりました。



用材生産の条件を探る

広葉樹は、枝や曲がりが多く、まっすぐな用材が採れる個体は多くありません。そこで、東北地方で用材を採れる個体が多い林分の条件を調べました。



本数密度が低いほど用材になる木が多い

調査は岩手県と山形県の21カ所の広葉樹林で行いました。林齢は48～102年生、胸高直径10cm以上の立木密度は300～1,525本/ha、積雪深は117～395cmでした。岩手県ではコナラ、ミズナラ、クリ、イタヤカエデなど多様な広葉樹から構成されていたのに対し、山形県はブナの純林が多く、ほかにミズナラ、コナラ等の混交する林分もありました。

林分内で用材がとれる本数割合を調べたところ、いずれの林齢クラスでも、立木密度が低ければ用材本数率が高い傾向がありました(図1)。個体の直幹長には林齢が影響していましたが(本冊子p9)、林分内の用材本数率には立木密度も影響していることがわかりました。



積雪深が少ないほど用材になる木が多い

統計解析を行ったところ、立木密度の次に、積雪深も用材本数率に影響を与えていることがわかりました。具体的には、積雪深が深いところでは用材本数率が少なくなっていました。積雪が深いと根元曲がりが大きくなることが一因と考えられます(写真1)。

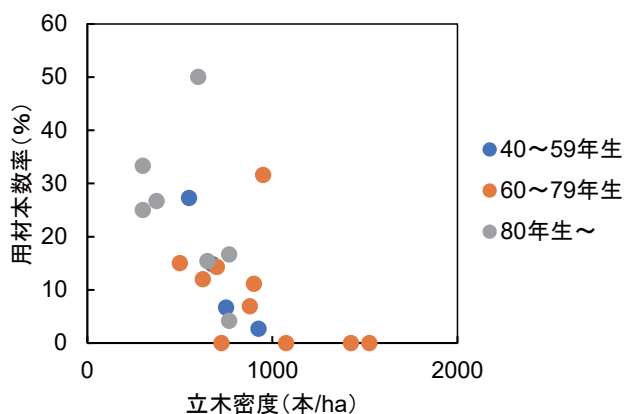


図1 立木密度と用材本数率の関係
1,000本/haを越えればほとんど用材がとれません



写真1 山形県のブナ林
顕著な根元曲がりが見られます

6-1 広葉樹資源の価値向上と「広葉樹並材」生産の可能性

大塚 生美¹・太田 敬之²・道中 哲也³・小谷 英司⁴¹ 森林総合研究所 東北支所、² 森林植生研究領域³ 生物多様性・気候変動研究拠点、⁴ 森林管理研究領域

森林経営のための情報として、広葉樹材用途の動向を調べました。フローリング材の樹種の多様な
 ど近年にみる広葉樹の市場環境の変化により、樹種によらない「広葉樹並材」生産としての価値（価格
 帯）ができつつあることがわかりました。



広葉樹林の持続的経営

岩手県北部のY家所有の森林の半分弱にあたる
 1,000haは広葉樹林です。生産した素材は、ほかの
 多くの二次林の利用傾向とは異なり、主に、きのこ
 原木、薪炭、チップ、製材の4種類の用途で活用し
 ながら、全国でも数少ない大規模森林所有者として
 経営を維持しています。こうした経営が成り立つ背
 景として広葉樹材の用途や価格の動向を調べまし
 た。



用途別の価格傾向と多様な商品

岩手県の優占種であるナラ類の原木価格は、用途
 により異なり、製材用として直径40cmまで価格は
 上昇しますが、きのこ原木、薪炭（黒炭・薪）、チッ
 プは、径級によらず価格が安定しています（図1）。
 また、広葉樹は多くの樹種が商品として使われ、そ
 れぞれの樹種でも用途は様々です（表1）。特にフ
 ローリング材については、多くの樹種が使われてお
 り、消費者の樹種の好みが多様化していることで多
 様な樹種を販売できると考えられます。



「広葉樹並材」生産の着想

高級材として需要のある家具用等の原木の価格
 （図2左）は10年前と大きく変わらないのに対し、フ
 ローリング等需要が拡大している内装用原木価格は、
 10年前より樹種間の価格差が小さくなりました（図
 2右）。フローリング材の樹種の多様化（表1）や価格
 の平準化は、フローリング用の「広葉樹並材」として
 安定した価格ができつつあることを示しています。

Y家の事例では、「広葉樹並材」の価格帯ができつ
 つあることで、林齢40～50年生林分の総資産価
 値の上昇が期待できることがわかりました。

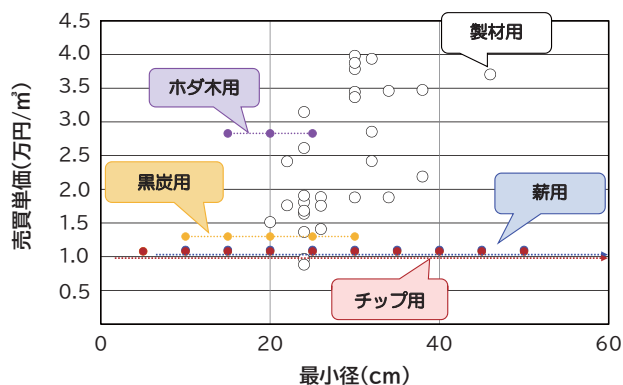


図1 用途別最小径級別原木価格帯
 （ナラ類、岩手県 2019年）

表1 商品となる樹種と用途の多様性

樹種名	用途	樹種名	用途	樹種名	用途	樹種名	用途
クリ	土台・フローリング・天板・桁・家具・内装材・デッキ	ケヤキ	社寺仏閣・家具・内装材・大黒柱・彫刻	シナノキ	終木・家具・箱・合板	サクラ（カスミサクラ）	建築材・造作材・フローリング・家具・彫刻
ナラ	器具・柄・家具・フローリング	イタヤカエデ	家具・フローリング・楽器（弦楽器）	サワグルミ	家具・合板・スノーボード・ボート・ミン トングリップ	ヤマザクラ	建築材・造作材（数店）・フローリング・家具・彫刻
ハリギリ	家具・太鼓・桁・ケヤキの代用品	イチヨウ	カウンター・家具・まな板	フナ	家具（曲木）・器具・柄・フローリング	クワ	建築材（床柱）・木工品（碁笥）・家具・彫刻
トチノキ	家具・楽器材（弦楽器）・木工品（漆器）	シラカンバ	家具・フローリング・割箸・ダボ	オノレカンバ	ソロバン・玉・木工品・印鑑・箸	ミズメ	建築材・造作材（数店）・家具・フローリング・木工品

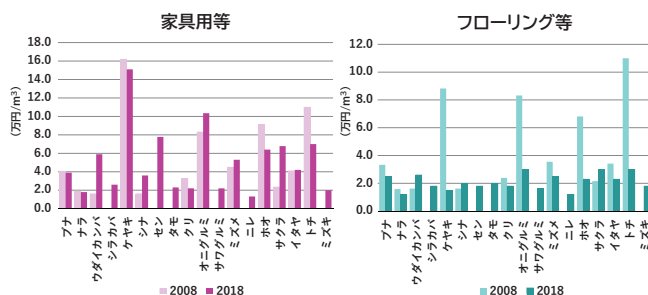


図2 原木価格の10年間の変化
 盛岡木材流通センターにおける家具用等とフローリング等の価格

6-2 盛岡木材流通センターにおける広葉樹原木の価格変動の分析

道中 哲也¹・大塚 生美²・小谷 英司³

¹森林総合研究所 生物多様性・気候変動研究拠点

²東北支所、³森林管理研究領域

原木価格の変動及びその影響要因を明らかにするため、広葉樹原木の取引データを調べました。その結果、原木のサイズが価格に影響し、その中でも直径の影響が最も大きいことがわかりました。原木価格は季節により最大9,200円/m³の価格差がありました。また、コロナ禍で取引量は減少し、原木価格は上昇していることがわかりました。



盛岡木材流通センターを事例に

原木価格の変動及びその影響要因を明らかにするため、広葉樹原木の取引量が日本最大である岩手県森林組合連合会盛岡木材流通センターの17.3万榺（はえ、原木を積み上げて出品する単位）の取引データ（2014年9月から2022年5月までの93ヶ月）を調べました。



ナラ類より、クリ価格のバラツキが大きい

本センターでは、広葉樹原木の取引量も売り上げも、ナラ類とクリが全体の約6割を占めていました。クリはナラ類に比べ、平均価格が高くバラツキも大きい結果でした。ナラ類は多くが内装材や家具として販売されていたのに対し、クリはそれらの用途に加え、一般住宅用や高価格で取引される社寺・仏閣用などの用途でも販売されているためと考えられました。



直径が原木価格の一番重要な影響要因

ナラ、クリのほか、取引量の多い樹種は、ホオノキ、サワグルミ、サクラでした。ひと榺の価格に影響する要因として、個々の原木のサイズや榺内の異なるサイズの混ざり具合（サイズの揃った榺は高値）などがあります。上位5種を樹種ごとにみた場合も、全樹種をまとめた場合も、異なるサイズの混ざり具合よりも、個々のサイズが価格に影響していました。サイズのなかでは原木の長さより直径の影響が最も大きいことがわかりました。



コロナ禍のため月次取引量が減少、原木価格が上昇

毎月の取引量や価格は季節変動を繰り返しながら年による変動傾向もみられました。季節別にみると、夏に低く、冬に高い傾向があり、季節間の価格差は約9,200円/m³でした。また、取引量は、2020年9月以降は低い水準で安定し（図1）、価格は増加傾向にあることがわかりました（図2）。

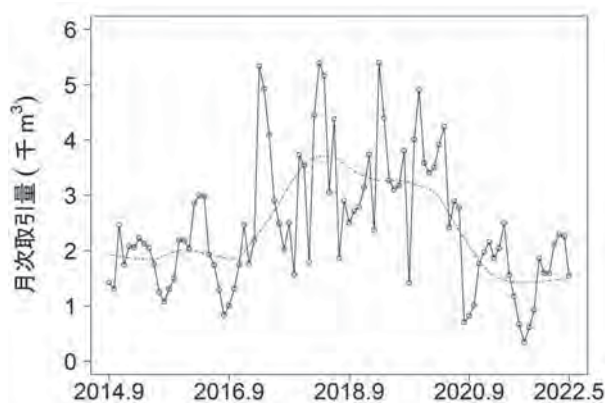


図1 月次取引量の推移と傾向変動

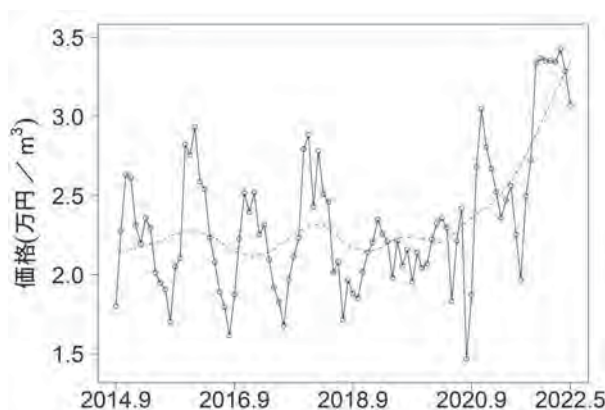


図2 月次平均価格の推移と傾向変動

海外産の広葉樹製材品を巡る最近の動向

青井 秀樹

森林総合研究所 林業経営・政策研究領域

家具やフローリングに使われる広葉樹の原材料は、その約8割を海外からの輸入に頼っています。しかし、近年の円安や、世界的な需要の増加によって、海外産の広葉樹製材品の単価が大幅に値上がりしています。

製材品での輸入が主流

かつては広葉樹も原木で輸入することが多かったのですが、近年では、あらかじめ設定された寸法の製材品を輸入することが主流です。なかでも北米産や欧州産の樹種は人気で、家具メーカーや床材メーカーがこぞって買い付けています。家具や床材の展示会などでは、それらの樹種を使用した製品は注目度も高く、目立つ場所に展示されているのが通例です。

しかし、近年の円安等で、海外産の製材品が大幅に値上がりしています。メーカーによっては、国産の近縁種に転換する動きも出てきています。

ここでは、人気の樹種のうち、最大の対日輸出国であるアメリカから輸入した「オーク」の動向をご紹介します。

輸入単価が大きく増加

「オーク」はアメリカで「ホワイトオーク」「レッドオーク」と呼ばれる樹種が該当します。国産樹種では「ミズナラ」「コナラ」等が近縁種です。輸入単価は、2001年から2013年までが10万±2万円/m³程度でしたが、2015年から2020年が15万円/m³前後、2022年が約20万円/m³と、大きく増加しています(図1)。

ちなみにアメリカは、ロシア連邦、カナダに次いで世界第3位の国土の広さを持ち、その植生は多様で、資源蓄積も豊富です。そのため、林業や製材業も盛んで、我が国を始めとする世界各国に原木や製材品等を輸出しています。

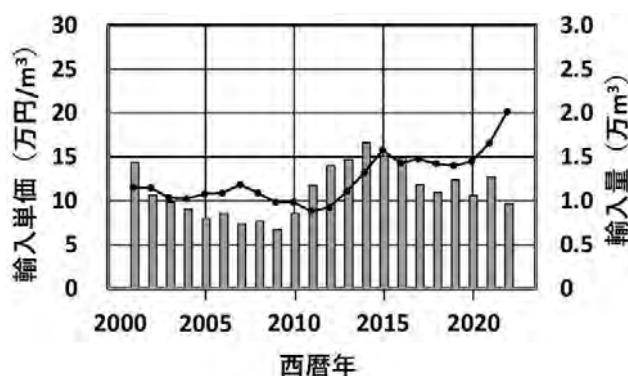


図1 アメリカからの「オーク」の製材品の輸入単価(折線)および輸入量(棒)の推移
注: 2022年は1～9月の合計

今こそ国産広葉樹の活用を

海外産広葉樹が高騰している要因は、円安だけでなく、世界的な需要の増加も指摘されています。長期的に見て、海外産広葉樹の単価が下がる要因は乏しいため、国産の広葉樹生産の期待が高まります。

自身所有の山林内にミズナラやコナラの大径木があったら、最寄りの森林組合や原木市場に当該樹種の落札動向を尋ねてみましょう。半信半疑で原木市場に出荷してみたら、びっくりするような単価で落札された事例もあります。

1 活用に向けて

2 空から把握

3 コスト予測

4 資産価値

5 形状と用材

6 価格動向

コラム

切り株から再生した萌芽枝の機能とカタチ

小笠 真由美

森林総合研究所 関西支所

なぜ萌芽枝は実生苗よりも成長が速いのかを調べるため、伐採後1年目の萌芽枝と実生苗の枝の成長量や機能、構造を比較しました。萌芽枝は生理機能が高いことに加え、枝の質（硬さ）よりも量（バイオマス）を増やすことで、速い成長を実現していることがわかりました。

萌芽枝は伸びるのが速い

広葉樹を伐採すると、切り株から新しく芽が伸びます（萌芽枝といいます 図1）。萌芽枝は、種子から育つ実生苗とくらべて成長が速いことが知られています（図2）。萌芽枝の速い成長は、切り株の根系から吸収する水分や、貯蔵されていた養分を利用できることが一因と考えられています。しかし、枝の長さだけでなく、葉や枝のかたちも実生苗とずいぶん違います。そこで、成長の速い萌芽枝の機能や構造を調べました。

脆い構造、でも機能はup↑

里山の主要構成種のコナラで調べたところ、萌芽枝は実生苗とくらべて、枝の材密度が低く、組織構造が粗いことがわかりました。

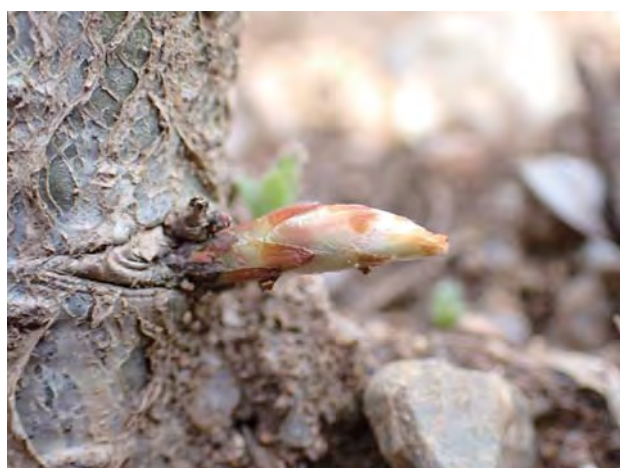


図1 コナラの切り株から出た萌芽
切り株から芽吹く萌芽の数は、個体によっても樹種によっても様々です。

その一方で、萌芽枝では道管の通水機能が高く、葉に供給される水分量が多いことや、葉よりも枝のバイオマスの割合が大きいことがわかりました。

萌芽枝は、生理機能（通水機能）が高いことに加え、材の質（硬さ）よりも量（バイオマス）を優先させて伸びることで、速い成長を実現していると考えられます。これにより伐採で空いた地上部の空間を実生より有利に獲得することができます。



図2 実生苗の枝（左）と切り株から出た萌芽枝（右）
写真の縮尺は同じです。赤の両矢印は、それぞれ1年間に伸びた長さを示しています。

豪雪地に適したブナ林施業と「スノービーチ」プロジェクト

齋藤 智之・御田 成顕

森林総合研究所 東北支所

豪雪地のブナ林において若齢で過密な二次林に間伐を繰り返すことによって大径で通直な価値の高いブナ用材を生産している地域があります。ここでは新潟県魚沼市の大白川生産森林組合と「スノービーチ」プロジェクトによる取組みを紹介します。



旧薪炭ブナ林を用材林に育成する取組み

大白川生産森林組合は、1972年に新潟県入道村大白川集落（現在の魚沼市大白川地区）の共有林野を受け継いで設立されました。かつて山間地集落の経済を支えていた薪炭材生産は日本のエネルギー革命により衰退し、この地域特有の豪雪地のブナ林はほとんどが過密なまま放置されました。当時、周辺の民有林のほとんどがスギ人工林へと樹種転換された中で、大白川生産森林組合では組合長浅井福三氏（故人）が熟慮の末、皆伐してスギに植え替えることはせず、ブナ二次林を用材林へ誘導する施業を開始しました。当時の目標林型は、強度間伐を行って天然更新による循環利用が可能な林に仕立てることでした。間伐材は集落内で消費するナメコの原木や組合で制作する木工品の材料などに利用されました。



持続的なブナ林の維持と利用間伐

薪炭ブナ二次林ではその後40年にわたって強度間伐が1回、または2回行われました。それ以降の施業方法を具体的に検討する段階にきたとき、魚沼市の支援を受けて新潟大学紙谷智彦教授（現名誉教授）の研究チームが2015・16年に、航空機によりブナ林の分布範囲と蓄積を調査しました。その結果、大白川地区が有する天然生林約1,200haのうち、639haはブナ林で、20万 m^3 を超える蓄積があることが推定されました。ブナ二次林の間伐を続けた結果、林齢が90年生程度で、胸高直径が80cmに達する大径木も存在する森林に育っていました（写真1）。

現在の目標林型は、原生林のような生育段階の異なるパッチがモザイク状に分布し、大径木が林立するブナ林です。その施業は基本的に皆伐は行わず、1林分あたり最低3回、場合によってはそれ以上の間伐を行います。対象地は過密な二次林で、1回目



写真1 ブナの大径木と紙谷氏

1～3回の間伐によってブナの肥大成長が促進され90年足らずで大径林が成立しました。

は強度の切り捨て間伐を実施し、2,500～3,000本/haに密度調整しました。2回目以降は利用間伐となり、1990年代に新潟県林業試験場（当時）の指導を受けて、素性の良い林冠木を残して500～700本/haにし、作業道を作設して搬出も行ってきました。搬出されたブナは、ナメコの原木や薪といった用途が多く、一部の良質材は木工用にも活用されました。現在は3回目の間伐で、100～300本/ha程度の優良木を残しています。3回目の間伐では通直な幹の大径木の収穫伐採も可能になり、用材率が上がっています。材積率で30%程度の強度間伐によって林冠が開くことで林床に光がよく入り、特に種子の豊作年とのタイミングが合えば、豊富なブナの稚樹が発生します。稚樹の数や成長の状況を確認して、独自に定めた更新基準を越えれば、原生林にみられる0.2ha未満の林冠ギャップに似た形状の小面積伐採を行い（写真2左）、林床稚樹の成長をさらに促進させます（写真2右）。

このように「100年先もブナ林を維持し、ブナ林業を持続する」という当初の組合長の理念のもと、

1 活用

2 空から把握

3 コスト予測

4 資産価値

5 形状と用材

6 価格動向

コラム

紙谷氏の経営アドバイスにより、ブナの成長・更新と伐採・販売量とのバランスを考慮した合自然的な広葉樹林施業を行っています。



写真2 小面積伐採によって形成された林冠ギャップ（左）と林冠ギャップ形成によって育成されたブナ稚樹群（右）
本伐採面積は約0.2haです。

「スノービーチ」プロジェクトの 取組み、上中下流の連携構築

ブナ林の持続的な経営によって集落に安定的な収益をもたらすためには、ブナ材の価値を高め、市場を開拓していくことが必要です。紙谷氏は大白川地区のブナ材の活用にあたって、川上から川下までをコーディネートし、連携して活動する「スノービーチ」プロジェクトを立ち上げました。伐採されたブナ丸太のなかで、用材に適した優良な丸太（A材）と少々曲がった普通丸太（B材）は、家具や住宅の内装用またはフローリング用、木工クラフト用に使われます。大きく曲がった丸太や太枝（C材）はおが粉材に、直径5cmまでの丸太や枝（D材）は、



写真3 製材したばかりの根曲り部分「タンコロ」の挽板
挽板の中央部が変色した偽心材も見られます。

薪に利用されます。さらに根曲り部分の丸太、いわゆる「タンコロ」は、自然の曲線を活かした木製品に利用できないか検討が進められています（写真3）。用材丸太は、プロジェクトのメンバーでもある長岡市の材木店が全量を買取り、板に挽き、人工乾燥して販売します。挽板の中には、変色した偽心材やカミキリによる穿孔や腐れのはいったダメージ材も含まれます。この独特の模様は自然の生態系から生まれた「生態デザイン」と命名され、個性的な板として利用されます（写真4）。ブナの価値を最大限活かしながら、余すことのない利用を実現できたのは、「スノービーチ」プロジェクトを通して、生産から加工、販売の各工程をプロジェクトの関係者が情報や意見を交換しながら製品開発を進めてきた結果であるといえます。

（本取組みは2015年度にウッドデザイン賞を受けています。）



写真4 「生態デザイン」テーブル



謝 辞

本冊子は、森林総合研究所交付金プロジェクト「広葉樹利用に向けた林分の資産価値および生産コストの評価」(令和2～4年度、No.202001)の成果をまとめたものです。プロジェクト参画者全員で収集したデータ、解析結果を基に制作しました。プロジェクト遂行にあたり、造林技術研究所 横井秀一代表には評価委員として貴重なご意見を賜りました。

ほか、下記、多くの方々のご協力をいただきました。

飯豊町中津川財産区、一般社団法人岩手県木炭協会、岩手県森林組合連合会盛岡木材流通センター、大白川生産森林組合、小笠原寛氏、小笠原巨樹氏(フォレストワーク株式会社)、岡野木材株式会社、小国町森林組合、株式会社小笠原林業、(株)小林三之助商店 岩手工場、(株)小林三之助商店各務原営業所、株式会社志田材木店、(株)飛騨の森でクマは踊る、(株)平野木材、紙谷智彦氏(新潟大学)、岐阜銘木協同組合、近畿中国森林管理局、久慈地方森林組合、小岩井農牧株式会社小岩井農場山林部、三八上北森林管理署、三陸北部森林管理署、紫波町農林公社、伸共木材協同組合(伸和産業(株)内)、スサチップ工業株式会社、瀬川清一郎氏(岩手県チップ協同組合)、東北森林管理局盛岡森林管理署、富山県農林水産総合技術センター森林研究所、中津川バイオマス株式会社、ノースジャパン素材流通協同組合、東近江市、東近江市あらゆる場面で木を使う推進協議会、東近江市永源寺森林組合、飛騨市、飛騨市広葉樹活用推進コンソーシアム、飛騨市森林組合、山形県森林組合連合会、有限会社白樺林業、(有)武田製材、有限会社道又林業、有限会社谷地林業、米代東部森林管理署上小阿仁支署 (五十音順)

また本研究では、林野庁「森林生態系多様性基礎調査第3期調査」のデータを利用しました。

ここに記して感謝申し上げます。



プロジェクト構成

広葉樹利用に向けた林分の資産価値および生産コストの評価
(令和2～4年度)

主査：齊藤 哲（企画部） 副査：小谷英司（森林管理研究領域）

小課題構成

小課題1 広葉樹材の生産コスト予測手法の開発

小課題責任者：鈴木秀典（林業工学研究領域）

担当者：中澤昌彦、吉田智佳史、瀧誠志郎、山口 智、宗岡寛子、
伊藤崇之（林業工学研究領域）、
千原敬也、狩野敏規（島根県中山間地域研究センター）

小課題2 広葉樹の樹形特性に起因する損失率・利用率の立木評価

小課題責任者：小谷英司（森林管理研究領域）

担当者：御田成顕、松浦俊也、大塚生美、直江将司、酒井 敦、齋藤智之、
野口麻穂子、澤田佳美（東北支所）、太田敬之（森林植生研究領域）、
道中哲也（生物多様性・気候変動研究拠点）、
高橋 文、千葉 翔（山形県森林研究研修センター）

小課題3 広葉樹資源の定量技術の高度化による林分資産価値評価手法の開発

小課題責任者：山下直子（関西支所）

担当者：北川 涼、中尾勝洋、小笠真由美、田中真哉（関西支所）、
青井秀樹（林業経営・政策研究領域）、
齊藤 哲（企画部）、小谷英司（森林管理研究領域）、
道中哲也（生物多様性・気候変動研究拠点）、大塚生美（東北支所）



その他の関連情報

当所の関連研究成果物は、以下のウェブサイトより閲覧いただけます。

地域の木材流通の川上と川下をつなぐ システム・イノベーション



持続可能な林業生産システム研究 開発プラットフォーム



広葉樹関連

循環的なカンパ林業をめざして
—地がきを利用した施業管理技術—



中山間地で広葉樹林を
循環利用するためのハンドブック



広葉樹林化ハンドブック



〈編集委員〉

齊藤 哲 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所
鈴木秀典 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所
小谷英司 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所
山下直子 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所関西支所



国立研究開発法人森林研究・整備機構
森林総合研究所

〒305-8687 つくば市松の里 1

編集・発行：「もっとつかえる日本の広葉樹林」編集委員会

編集責任者：齊藤 哲・鈴木秀典・小谷英司・山下直子

発行日：2023年3月30日

お問い合わせ先：広報普及科編集刊行係

電話：029-829-8373

e-mail：kanko@ffpri.affrc.go.jp

本書の引用記載 「もっとつかえる日本の広葉樹林」編集委員会（2023）
もっとつかえる日本の広葉樹林。

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所，18pp.

※本誌掲載の内容の無断転載を禁じます。



この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。



この印刷物は再生紙を使用しています。



【びわ湖の森の小径木や間伐材をムダなく有効利用】

本冊子は、森林整備と資源の循環利用を目的とし、間伐材や小径木などを
有効利用してつくられた「びわ湖の森」を元気にする紙を使用して印刷しています。