

分野：林野

広葉樹林化を安全・確実に進めるための技術体系

試験研究計画名：広葉樹林化技術の実践的体系化研究

研究代表機関名：国立研究開発法人森林総合研究所

開発のねらい

攻めの農林水産業では「林業の成長産業化」を目標とし、2020年までに国産材の供給力を倍増、毎年52万haの間伐を実施することを計画しています。その一方で、水土保持、生物多様性保全などの環境面の機能、そして広葉樹材など多様な木材を生産する機能など森林の有する多面的な機能の発揮に対するニーズも高まっています。そのようなニーズに対応するため、経済林として維持するのが困難と予想されるスギやヒノキなどの人工林の一部を広葉樹林に転換していく施業（広葉樹林化）が期待され、市町村ではそのためのゾーニングも進められつつあります。

これまでの研究の中で、針葉樹の人工林に広葉樹の若い稚樹を定着させるための基礎技術の開発が進められてきました。しかし、それらが現場で使うためのツールとして実用化されるには至っていませんでした。また、人工林から広葉樹林に転換すると設定された林分において妥当な目標林型を設定する技術、林分を目標林型へ誘導するための間伐の強度や実行インターバル等の施業計画を設定する技術、広葉樹林化施業が周辺の人工林に及ぼす病虫獣害のリスクを評価・予測する技術、など解決すべき課題もまだ残されていました。

そこで、未確立の技術を開発するとともに、それをツールとしてパッケージ化・実用化することを目的に研究を行ない、技術として体系化しました。

間伐前



広葉樹林化の途中の林型



写真1 下層植生や生物多様性の乏しい人工林を広葉樹林化する技術を体系化しました

技術体系の紹介:

1. 広葉樹林化の流れ

暗い人工林に多様な広葉樹を導入して成長させることは容易なことではありません。しかも、もしも失敗したらやり直すことができません。そこで、広葉樹林化は以下の流れにそって、自然のもつポテンシャルを引き出しつつ確実に進める必要があります。

途中の林型へ導けるかどうかの判断: 広葉樹林化を成功させるもっとも重要なポイントは、前生稚樹の分布する「途中の林型」に誘導できるかどうかです。その成否は、前生稚樹の元となる材料の有無によって決まります。

目標林型の設定(1)=構造: 目標林型には、人工林の中下層に広葉樹が分布する第1の目標林型、林冠層に広葉樹が混交する第2の目標林型、完全な広葉樹林である第3の目標林型の3種類があります。前生稚樹の量や種類によって誘導可能な林型が変わります。

目標林型の設定(2)=組成: 構造だけではなく組成も重要です。前生稚樹にその土地本来の広葉樹が含まれているかどうかにより、生物多様性を回復させられるのか、水土保持機能の回復だけを目的とするか、と目標を適切に設定できます。

方針の吟味・確定: 上記の検討は各種ツールと現場の確認によって行ないます。その結果、もしも必要な材料が見込めない場合や、希望する目標林系に導くことが難しいことが判明した場合、勇気をもって広葉樹林化以外のオプションを検討し直すことも必要です。

間伐計画の策定と実際の作業: 広葉樹の稚樹が確実に育つような間伐計画を、専用のシミュレーションアプリケーションを用いて策定し、そして実行に移します。

PDCA サイクルを回す: 広葉樹稚樹の生育状況を常にモニタリングし、計画を柔軟に見直しながら進めていきます。

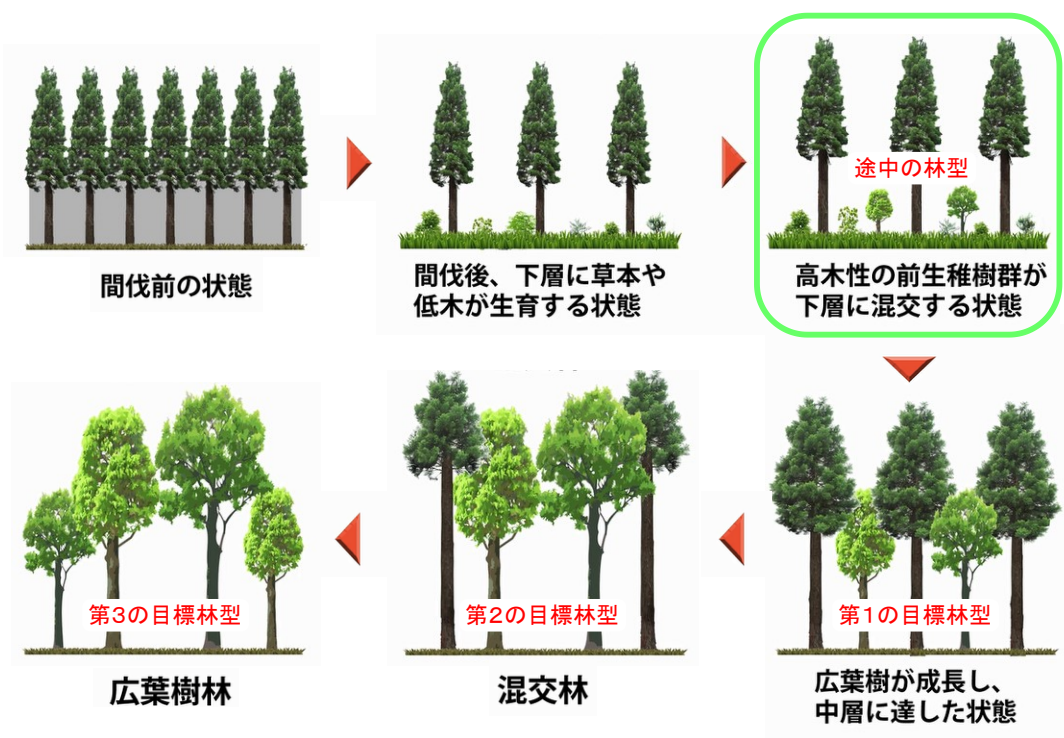


図1 広葉樹林化の流れ

2. 途中の林型へ導けるかどうかを判断する技術

広葉樹林化は、どの林分を対象とすべきかを合理的に判定することから始まります。そのために、周辺の広葉樹林からの距離、土地利用の前歴、シカやササの有無などの情報を収集し、次の3つのステップによって判定を行ないます。

- (1) ウェブアプリケーションで前生稚樹の密度を予測する
- (2) 潜在的な広葉樹組成を予測する
- (3) 現場の踏査を行ない、方針を修正・確定する

(1) ウェブアプリケーションで前生稚樹密度を予測する

広葉樹林化を成功させるもっとも重要なポイントは、前生稚樹の分布する「途中の林型」に誘導できるかどうかです。本研究で開発したウェブアプリケーションを使うことで、間伐後の前生稚樹密度を予測できます。広葉樹林化施業の不確実性を考えると、林床の植生高を超える前生稚樹がヘクタールあたりの本数で1万本、あるいはそれ以上の量で成立するかどうかの判定の目安となるでしょう。

広葉樹林化技術の実践的体系化研究

広葉樹林化トップページ

- はじめに
- 目標林型の決定支援
- 間伐後の小中個体密度予測
- 間伐後の光環境予測
- コスト・収益予測
- リスク予測
- 研修資料
- 技術パッケージ解説動画
- Q and A
- 発表業績

小中個体密度の予測

データ入力

高木性広葉樹種小中個体(樹高 30 cm以上、胸高直径 5 cm未満)の間伐後(5~10年)の密度を予測します。
間伐は、30~50%程度の通常間伐を想定しています。

広葉樹林からの距離 (0~3000 m): (m)

間伐前上層木密度 (200~3000 本/ha): (本/ha)

間伐前胸高断面積合計 (20~100 m²/ha): (m²/ha)

林齢 (30~100 年): (年)

上層木樹種: ☐ トドマツ ☐ カラマツ ☒ スギ ☐ ヒノキ
更新阻害要因: ☒ あり(シカ・ササ・常緑低木など) ☐ なし

ボタンを押すと計算結果が表示されます。

①各種情報を入力します

②このボタンを押して計算させます

結果

③予測結果が一覧となって表示されます

間伐後の高木性樹種小中個体密度の予測値の平均と範囲

樹高階	30cm以上	50cm以上	1m以上	2m以上
密度(本/ha)	5500	4400	2700	1600
予測値の範囲(本/ha) (50%の確率でこの範囲に入る)	1500~20300	1200~16400	700~10100	400~6100

各小中個体密度の成立確率

樹高階	30cm以上	50cm以上	1m以上	2m以上
3000本/ha未満	37.5%	41.8%	51.7%	61.7%
5000本/ha未満	47.8%	52.3%	62%	71.3%
1万本/ha未満	62%	66.1%	74.7%	82.1%
5万本/ha未満	87.2%	89.4%	93.3%	96%
10万本/ha未満	93.2%	94.6%	96.8%	98.2%

図2 前生稚樹密度を予測するウェブアプリケーション

(2) 潜在的な広葉樹組成を予測する

人工林を広葉樹林化する場合、どのような樹種が主体の広葉樹林になるかも重要です。そこで、日本の自然林における樹種の分布情報を全国的に整理して解析し、以下のように Google Earth で閲覧できるようにしました。このツールにより、日本各地で広葉樹林化を行なう際に、目標林型として目指すべき樹種を知ることができます。

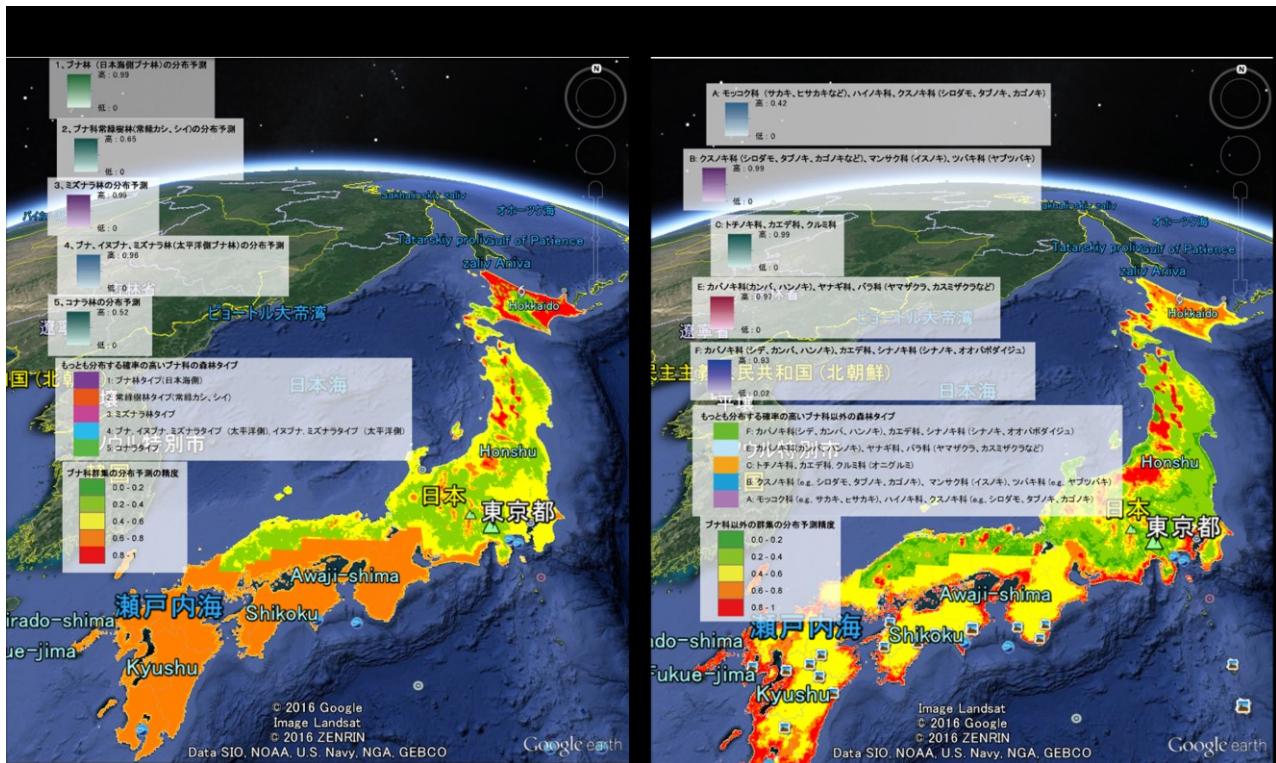


図3 目標林型で目指すべき種群を把握するためのデータを Google Earth で表示

(3)現場の踏査を行ない、方針を修正・確定する

以上の情報は、やはり現場で確認する必要があります。具体的には主に以下の点について観察を行ないます。

- 各種情報は正確だったかどうか？
- 間伐後に予測通りの前生稚樹が成立しそうかどうか？
- どんな樹種の広葉樹林になりそうか？

そして、上記観察結果に基づいて、広葉樹林化を行なう計画を改めて検討します。

- 当初の計画通りの広葉樹林化が可能かどうか？
- 第1～3の目標林型のどれをゴールとすべきか？
- 水土保持、生物多様性保全等は十分に発揮されそうかどうか？

検討の結果次第では、計画や設定そのものを変える必要があります。たとえばブナ科や非ブナ科の重要種群が林内に見当たらなければ、生物多様性の回復目的にはあまり効果的ではありませんが、土砂流出防止機能は発揮されるかもしれません。

このように、机上での計画、開発したツールで予測、現場での観察の3つのステップを踏むことで、最初の重要な判断を適切に下すことができます。

3. 間伐計画の策定

広葉樹林化では、弱度の間伐を繰り返して慎重に光条件を制御する必要があります。そうしなければ、草本やササ・ツル植物が広葉樹以上に旺盛な成長を開始し、広葉樹の稚樹を覆い尽くしてしまうことでしょう。こうなると、目標林型への誘導は困難となります。

経験則では、GLI（ギャップ光指数）で15%から25%くらいの光環境に保つのが広葉樹林化には適しています。そこで、そのような光環境を創り出す間伐計画の樹立を支援するために Windows のアプリケーション Can-Stand を開発しました。

図4に、Can-Stand を実際に使う流れを示します。こういった流れのトライアルを繰り返すことで、広葉樹林化に適した間伐計画を見出していくことができます。

しかし、これはあくまでもシミュレーションです。実際の施業にあたっては、常に林分の状態をモニタリングし、必要に応じて間伐の計画を見直していく PDCA サイクルが必要です。

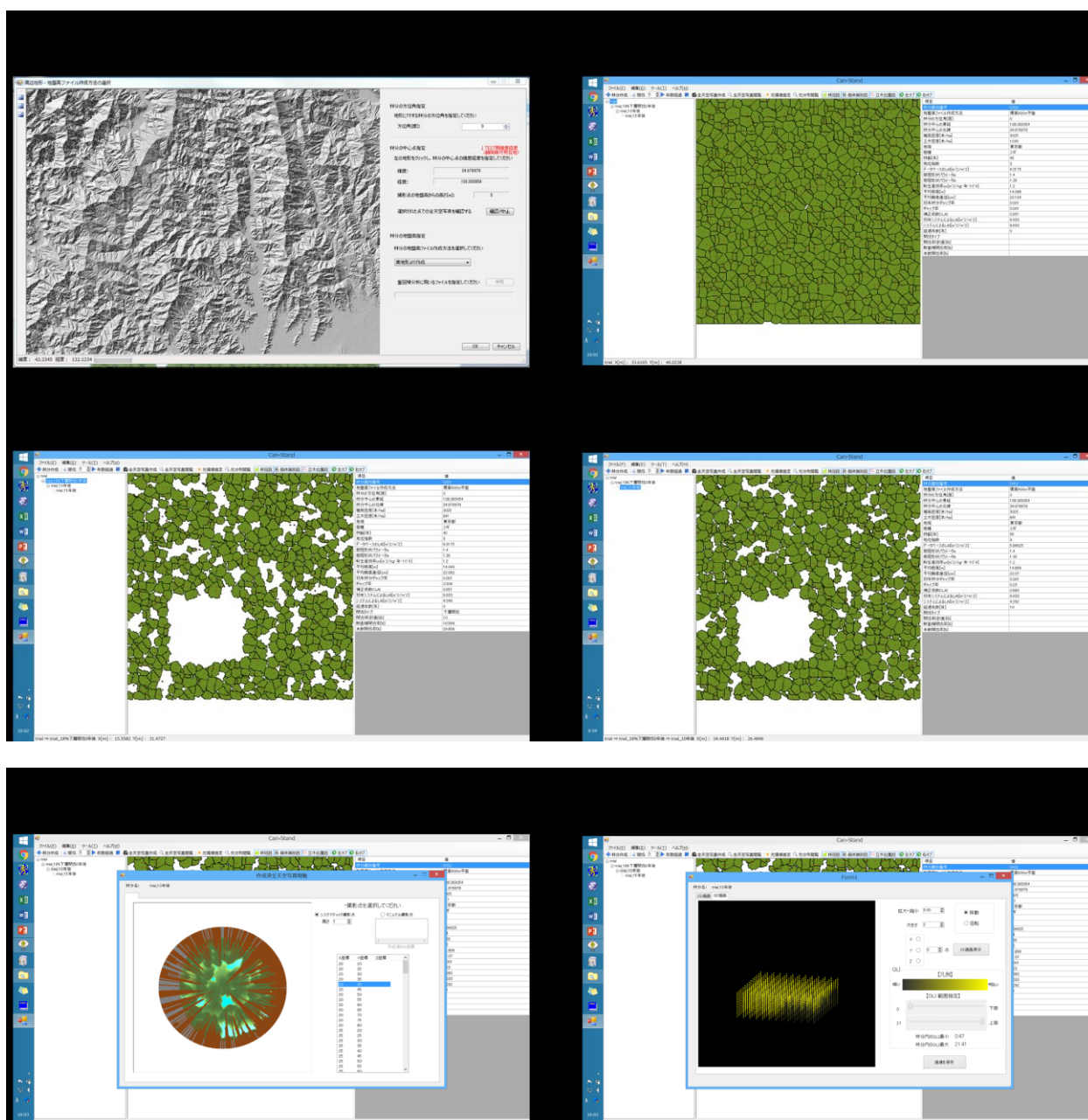


図4 広葉樹林化のための Windows アプリケーション Can-Stand を実行する流れ

4. 広葉樹林化のリスクを予測する

広葉樹林化は、広葉樹資源を増やすことにはなりますが、それがシカを誘引してし、その周辺で普通に育てている人工林に樹皮剥ぎの被害が生じるリスク、あるいは伐採後に植栽した苗木が食害を受けるリスクを発生させる懸念があります。

そこで、広葉樹林化によるシカ食害リスクを全国評価し Google Earth で可視化できるようにしました（図5）。これにより、どの地域のどの場所でも、広葉樹林化によるシカ食害リスクを事前に予測し、先手を打ってシカ対策を講じておくことができます。

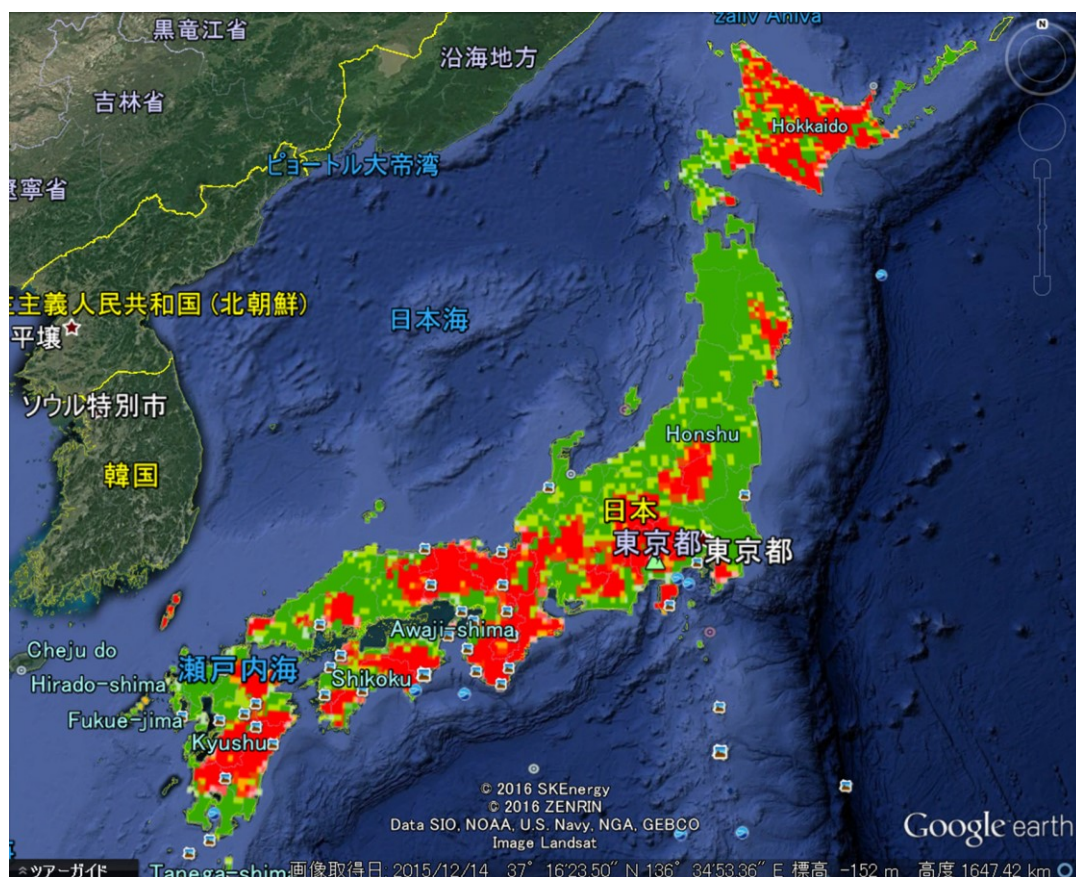


図5 広葉樹林化によるシカ食害リスクを Google Earth で可視化

技術体系の経済性は：

費用合計：三重県内の急斜面に位置する 33 年生と 48 年生のヒノキ人工林で実証試験を行ない、主にタワーヤーダでチェーンソー伐倒した間伐木を集材する方式で行なった結果、1 回の作業で ha あたり 995,000 円の経費が必要でした（表 1）。

また、北海道の緩斜面に位置するトドマツ林過去 15 年間に 3 回の間伐（23 年生、29 年生、38 年生）を行なった実証試験の費用を集計したところ、チェーンソー伐倒した間伐木をトラクタで集材した 3 回の作業でヘクタールあたり合計 1,100,000 円と計算されました。

以上の実証試験から広葉樹林化に必要なおおよそのコストがわかります。一見高コストのようですが、苗木代、植栽のための人件費等のコストはかけていません。したがって、集約的な施業に比べれば低コストと言えます。広葉樹林化を行なうのであれば、この程度のコストはかかってしまうと認識しておく必要があります。また、搬出を行わない伐り捨て間伐であれば、さらにコストを削ることが可能となるでしょう。

収益性：北海道の場合、平成 26 年 3 月の時点でミズナラの丸太価格（立米 20,000 円以上）はエゾマツ、トドマツ、カラムツ（いずれも立米 15,000 円未満）を上回っています。この価格差が将来も維持され、目標林型にミズナラが含まれている場合、将来の収穫時に収益の面でも大きなメリットがあるでしょう。ただし西日本の方では、少なくとも現時点で、広葉樹が高値で取引されることはないため、広葉樹林化による環境面での機能向上の評価を何らかの形で還元できるようにすることが望ましいでしょう。

表 1 急斜面に位置するヒノキ人工林で広葉樹林化のための間伐作業に要した経費

作業項目	haあたり経費(円/ha)
選木	41,429
伐採準備(下刈・除伐)	50,000
伐採	110,000
搬出	450,000
運搬	33,571
機械経費	310,000
小計(税抜き)	995,000

こんな経営、こんな地域におすすめ：

広葉樹林化は、奥地に位置していて経済的に成立しにくい状況にある針葉樹の人工林に新たな価値を与えるものです。ただし、直近の収益に結びつくものではないので、公的資金で環境機能改善のための森林施業を行なう目的で導入するのに適しているでしょう。また、国際的な森林認証制度である FSC を取得するために、人工林の一部を広葉樹林化して生物多様性を高めるのにも適しています。

本技術を使いこなすためには、森林生態系に関する一定レベルの知識が要求されます。従来の林業は自然を単純化して扱いやすくする営みですが、広葉樹林化はそれとは逆に、単純化した自然をもとの複雑な姿に戻す施業であるといってもよいでしょう。ゆえに、多様な広葉樹の生態に関する知識がどうしても求められます。

広葉樹林化を行なうにあたっては、PDCA のサイクルをしっかりと組み込んで組織的に進めていただく必要があります。そのようなシステムがすでに定着している事業体では、広葉樹林化は現実的な施業オプションといえるでしょう。

技術導入にあたっての留意点

広葉樹林化を行なうにあたって特に注意すべき重要な点を 5 つにまとめました。

第 1 に、広葉樹林化が実行可能な状態にある林分であるかどうかの見極めが重要です。

第 2 に、そして現実的に誘導可能な目標林型を具体的に描くことが必須です。

第 3 に、広葉樹林化は、他の施業以上に PDCA サイクルが求められます。

第 4 に、強度の間伐や皆伐で広葉樹林化を行おうとしてはいけません。広葉樹林化が万が一うまくいかなかったときに備えて、いつでも通常の施業体系に戻れるようにしておく必要があります。

第 5 に、広葉樹林化のための間伐作業に入った時には、作業員が稚樹を踏みつけないように注意喚起し、また安全確保のための刈り払いを必要な範囲にとどめておくよう伝えておく必要があります。これに関連しますが、計画段階で把握した前生稚樹のうち 100cm を超えるものは、間伐作業の際にその 3 ～ 6 割が失われることを、予め計算に入れておく必要があります。



写真 2 生物多様性が高く、見た目にも美しい広葉樹林

研究担当機関名:

国立研究開発法人森林総合研究所、北海道立総合研究機構林業試験場、秋田県林業研究研修センター、山形県森林研究研修センター、新潟県森林研究所、長野県林業総合センター、岐阜県森林研究所、富山県農林水産総合技術センター、和歌山県林業試験場、愛媛県農林水産研究所林業研究センター、新潟大学、静岡大学、株式会社森林再生システム、岐阜県立森林文化アカデミー

お問い合わせは:

国立研究開発法人森林総合研究所森林植生研究領域長室

電話 029-829-8222 E-mail masaki@ffpri.affrc.go.jp

執筆分担（正木隆、伊東宏樹、酒井武）