



——川上から川下まで——

カラマツ資源の循環利用をめざして



材価低迷等による林業不振によって再造林が停滞し、将来の持続的な供給が困難な状況となっている道内カラマツ人工林においては、需要拡大と収益性の向上が課題であり、川上～川下一体型の林業システムを確立することが必要です。しかし、これまではそれぞれ個別に取り組まれていたため、一体型システムの確立には至っていませんでした。そこで、用途（生産目標）に適した家系および効率的施業モデル（川上）、カラマツの利用適性を踏まえた効率的利用モデル（川下）を開発し、これらを一体化した施業タイプに応じた収益性の高い最適林業システムを確立することを目的に、農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（旧先端技術を活用した農林水産高度化事業）「道内カラマツ資源の循環利用促進のための林業システムの開発」を平成19年度から平成22年度の4年間にわたり実施し、研究を進めてきました。このパンフレットではその成果の概要を紹介します。



研究成果の概要

1. 施業タイプに対応した材質・収穫量・施業コスト等の評価システムの確立

1-1 効率的施業モデル提案に向けた収穫予測手法の高度化

北海道のカラマツ人工林において、これまで不足していた高齢林の成長量や幹の細りなどのデータを整備し、樹高、直径、林分材積だけでなく、径級別立木および丸太本数や育林コストなどが評価可能なシステム収穫表（北海道版カラマツ収穫予測ソフト：図-1）を開発しました。

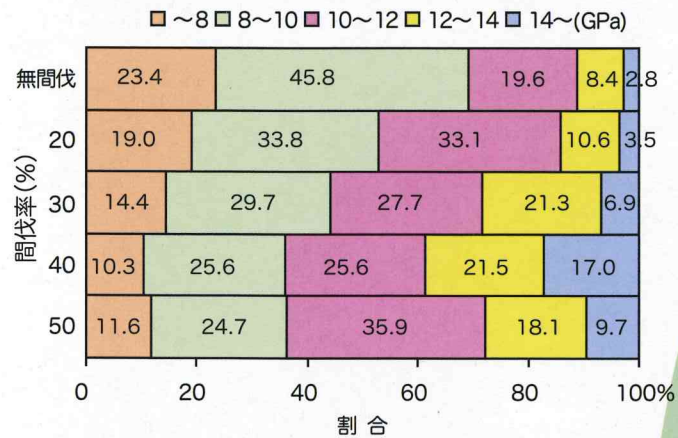


図-2 間伐とラミナのヤング係数の出現頻度

1-3 道内カラマツ人工林における成長および根株腐朽被害と立地要因の関係

カラマツ長伐期林の育成には、その場所が将来どのような成長をするのか（地位指数）、材の欠点として懸念される根株腐朽の発生が多いのか少ないのかを判定することが重要です。そこで、多点のカラマツ人工林調査結果を用いて、北海道全域における立地要因による地位の予測を10kmメッシュ単位で行いました（図-3）。また、これまで断片的な知見しか得られていなかった根株腐朽被害と立地要因の関係については、北海道での広域的な被害分布では明瞭な傾向が認められませんでした。林分ごとに見ると、数量化Ⅰ類による解析からカラマツの根を傷つけるような水分環境や物理的損傷に関係する因子が影響している可能性が示唆されました。（図-4）。

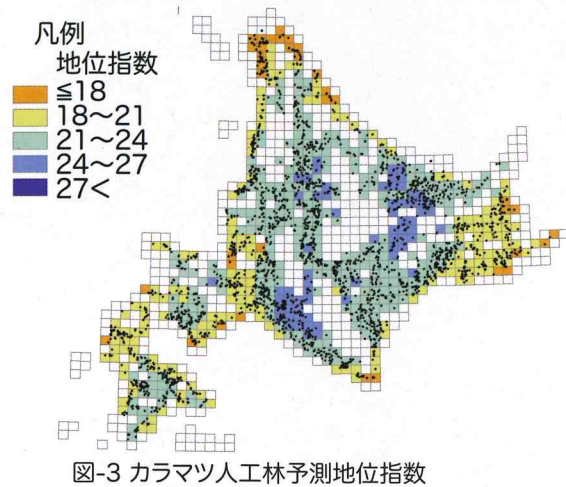


図-3 カラマツ人工林予測地位指数

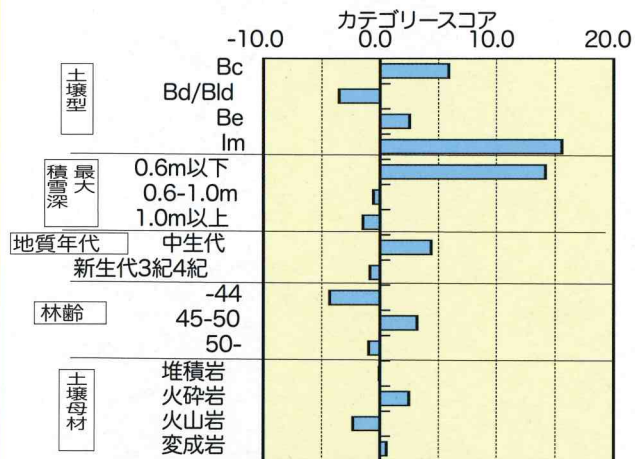


図-4 カラマツ根株腐朽被害と関連が予想される立地因子の数量化Ⅰ類による各項目のカテゴリースコア。スコア値が高いほど腐朽率が高くなる傾向があり、またスコア範囲が大きいほど因子の影響が高いことを示す。

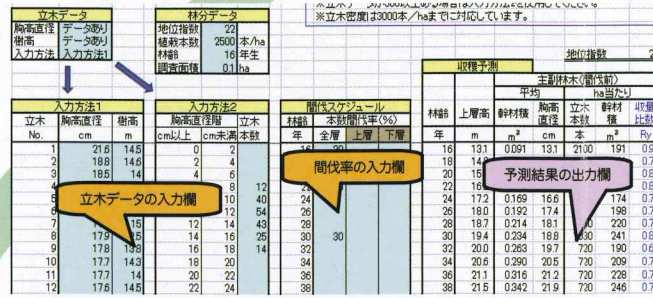


図-1 北海道版カラマツ人工林収穫予測ソフトのメイン画面

1-2 間伐によるカラマツ材質の向上

カラマツの間伐と材質の関係を明らかにすることを目的とし、間伐強度に伴う林分材積、素材生産、丸太や製材のヤング係数などの違いを検討しました。その結果、間伐は高収益の丸太生産を可能にし、丸太や製材のヤング係数が向上することを明らかにしました。間伐率が40～50%の強度間伐でも材密度の低下にはつながらず、通常間伐よりヤング係数の高いラミナの生産（図-2）に寄与したことを明らかにしました。さらに、長伐期施業における間伐でも無間伐に比べ、ヤング係数の高い木材生産につながることを明らかにしました。

収益性の高い川上・川下一体型の林業システム確立

2. 建築用材に適した家系の選抜

2-1 建築用材に適した家系の選抜

グイマツG2を母親としたグイマツ雑種F1家系群

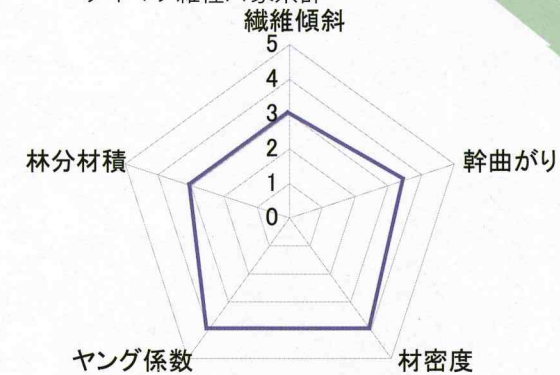


図-5 グイマツ雑種F1選抜家系の形質

2-2 植栽地の環境がカラマツ類の材質に及ぼす影響

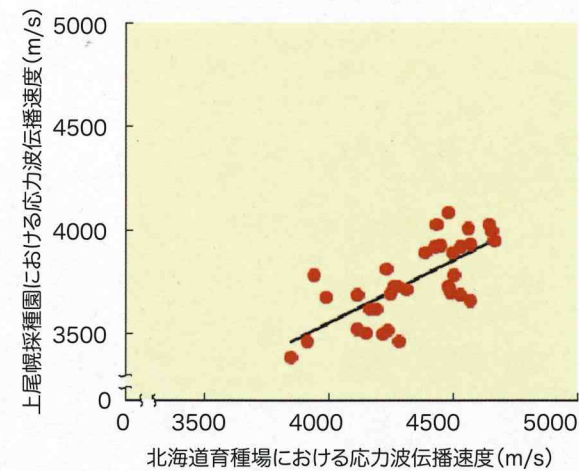


図-6 応力波伝播速度における北海道育種場と上尾幌採種園の関係（共通クローン数:35クローン、相関係数:0.708(p<0.01)）

優良家系を選抜するためにグイマツ雑種F1とカラマツの遺伝特性を解析したところ成長と材の強度は遺伝的に独立した形質で、二つの形質がともに優れた家系を選抜できることが判明しました。この結果をもとにグイマツ雑種F1では、材積成長(380m³/ha)、ヤング係数(13.4 Gpa)、幹曲がり(16.0%)に優れた母親家系を（図-5）、またカラマツの母親として材積成長(452.4m³/ha)と幹曲がり(18.3%)に優れた家系、花粉親として材積成長(421m³/ha)、ヤング係数(12.6Gpa)に優れた家系などを選抜しました。

建築用材として選抜した家系は、北海道内の様々な環境に植栽しても同じように優れた材質を発揮するのでしょうか？本研究では、異なる環境に共通して植栽されているクローンを対象に、立木状態で応力波伝播速度とピロディン陥入量を測定し、遺伝子型と環境の交互作用の大きさを検討しました。なお、それぞれヤング率および密度と相関関係にあるとされています。解析結果から、クローンの順位変動は小さく（図-6）、選抜された家系を道内の異なる環境に植栽しても相対的に優れた材質を発現できると考えられました。

3. 強度性能を指標とした立木・原木段階での建築用材としての適性評価

3-1 建築用材として使うための原木の強度選別

カラマツの建築用材としての需要拡大に向けた取り組みとして、原木の強度選別による高強度材の効率的な生産を、集成材ラミナ（集成材を構成する挽き板）を例に検討しました。原木の強度選別基準値を変化させた場合、得られるラミナから製造可能な集成材の強度等級の割合をシミュレーションしたところ、図-7のように選別基準値を高くするほど高い等級の集成材が得られる割合が増える結果となりました。このことは、生産目標に応じて原木の強度選別基準値を設定することで、集成材の製造歩留り向上が可能であることを示しています。

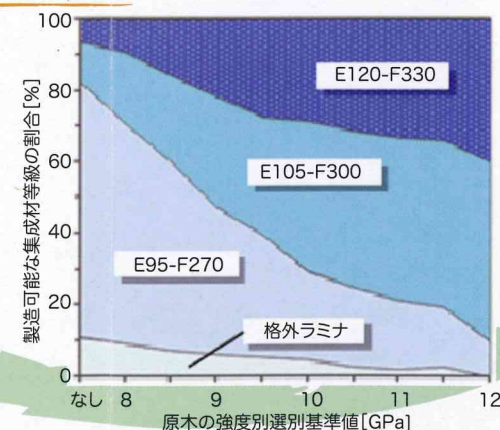


図-7 原木の選別基準値と製造可能な集成材等級の関係

3-2 カラマツ類の非破壊的材質評価法の開発

立木段階で非破壊的かつ簡単に強度（ヤング係数）を推定し、強度や成長量の林分情報を川下側に提供することによって、建築用材生産における歩留り向上が期待できます。1番玉のヤング係数の林分平均値を胸高部位のピロディン陥入量と年輪数を使い、立木状態で推定する方法を開発しました（写真-1）。また、優良家系の選抜や採種園の改良に活用するため、上述の測定項目に応力波伝播速度を加えた方法でさらに精度良くヤング係数を推定する方法を開発しました。



写真-1 ピロディンForest 6Jによるピロディン陥入量の測定

4. 造林・育林コストの総合的検討を通じた施業モデル及び住宅部材を想定した活用モデルの提案とシステム形成

4-1 カラマツ人工林における効率的施業モデルの提案

カラマツ人工林において梱包材や建築材を生産目標としたときに、できるだけ低コストで高い生産量を達成できる収益性の高い施業方法“効率的施業モデル”をシステム収穫表によるシミュレーションにより検討しました。その結果、従来の道内カラマツ人工林施業よりも低密度植栽、強度間伐で生産性が向上することが明らかになりました（図-8）。また、集成材用ラミナの強度別生産数の予測モデルを開発し、低密度植栽、強度間伐でもラミナの強度が低下しないことを示しました（図-9）。

末口径(材長4m) ■ 14cm未満 ■ 14cm以上24cm未満
■ 24cm以上 ● 育林費

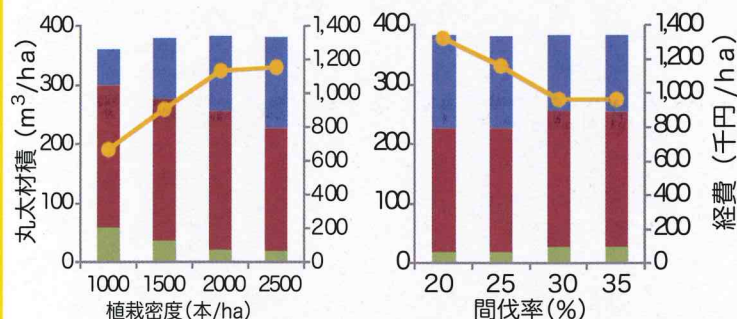


図-8 システム収穫表を用いた40年生カラマツ人工林の素材生産（間伐木含む）と育林コストに及ぼす施業の影響評価
左：材積間伐率25% 左：植栽密度2500本/ha

■ L110未満 ■ L110以上 ● L110以上出現割合

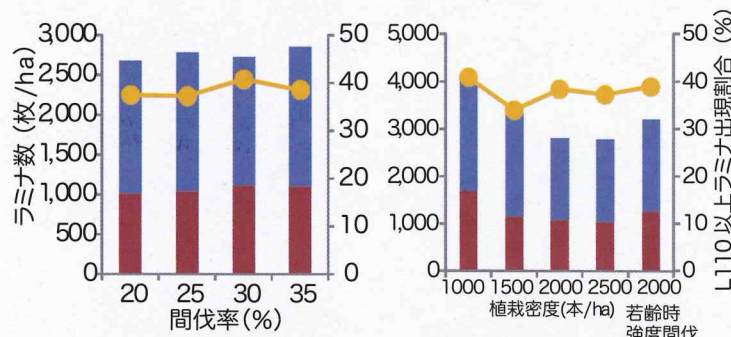


図-9 システム収穫表を用いたラミナ生産（間伐木含む）に及ぼす施業の影響評価（地位指数 22、植栽本数2500本/ha、林齢40年生）
ラミナ：JAS規格L110以上、115×36×3750mm

4-2 カラマツ資源の利用適性を踏まえた効率的利用モデルの検証

カラマツ資源の“製品歩留りと強度性能を踏まえた効率的利用モデル”の実現性について検討しました。製材工場において高い歩留りが確保できる径級を選択的に使用した場合の損益シミュレーションを行った結果、利益率が現状よりも向上することが示されました。また、原木の強度選別が集成材工場の製造経費に与える効果について検討した結果、約14%のコスト削減が可能であることが明らかになりました。これらの結果から、強度選別した集成材原板を集成材工場で使用した場合の原木段階への還元可能額を試算しました（図-10）。

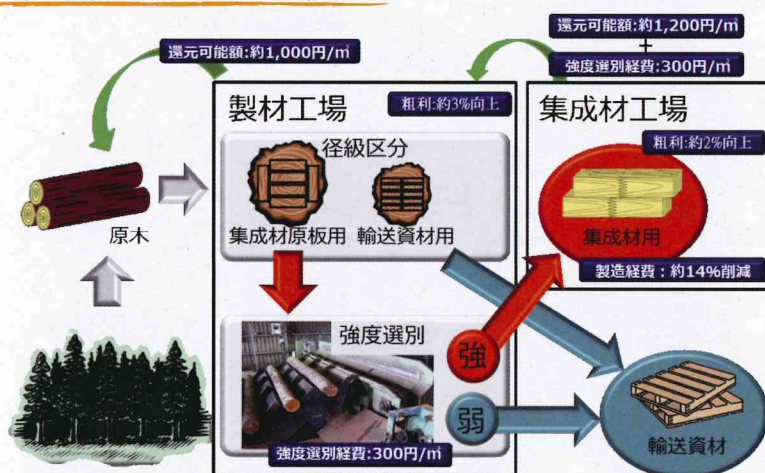


図-10 カラマツ資源の効率的利用モデルフロー図

4-3 施業モデルによるカラマツ人工林経営の施業と収支との関係

カラマツ人工林について12の施業タイプを取り上げ、再造林の実施を伴う経営の収支分析を行いました。ここでは、木材利用技術の進歩に伴い、末口径30cm超の材価が20～28cm径より1割高いと仮定します。その結果、地位指数の良い林地（地位指数26）に1000本植栽とし、60年で主伐すると最も高い収益となることが示されました。疎植により施業費用が低下すること、大径材増加により収入が増えることが要因です。また、疎植にするほど、地位指数が高いほど、伐期が長いほど収支が改善する傾向がみられました。

独立行政法人 森林総合研究所
地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 林業試験場・林産試験場

【お問い合わせ先】

森林総合研究所北海道支所

北海道立総合研究機構

〃

林業試験場

林産試験場

TEL 011-851-4131

TEL 0126-63-4164

TEL 0166-75-4233

<http://www.ffpri-hkd.affrc.go.jp/>

<http://www.frihro.or.jp/>

<http://www.fprihro.or.jp/>

より詳しい内容を説明した冊子をご希望の方、本冊子の内容を引用・転載する場合は上記までお問い合わせ願います。

2011年3月 発行