

カラマツの強度を引き出して建築用材に使う

技術部 加工科 松本和茂

はじめに

道内のカラマツ人工林資源は成熟期を迎えている一方で、林業の採算性の低さから再造林は停滞し、将来にわたる持続的な供給が危ぶまれています。カラマツ材の付加価値向上のためには、強度的優位性を活かした建築用材としての需要拡大が不可欠であり、道内のカラマツ製材業界では従来の流通資材(梱包材・パレット材)中心の需給体制から、建築用材生産へのシフトが叫ばれています。一方、その需要先である建築分野では、住宅の品質確保に関連した法整備が進み、使用される建築材料に対して性能の明示が求められつつあります。

こうした状況の下、平成 19 年から 4 か年の計画で道内の四つの林業・林産試験研究機関(森林総合研究所北海道支所、同林木育種センター、道立林業試験場及び林産試験場)が、川上と川下の連携を目指して「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」(農林水産省:新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業)に取り組んでいます。

本稿では、この事業の中で、建築用材に適したより強度性能の高い材を得るための方策として、林産試験場が行った次の二つ研究について紹介します。

(1) 原木段階での強度選別の効果の検証(集成材製造を例に)

(2) 施業(間伐)の違いが材の強度に及ぼす影響の評価

原木段階での強度選別の効果の検証

製材前の原木のヤング係数の分布(図 1)と、そこから製材したラミナ(集成材を構成する挽き板)のヤ

ング係数の分布(図 2)の関係から、原木段階での強度選別はラミナの強度向上に有効であることがわかりました(林産試日より 2009 年 5 月号「カラマツの建築用材としての需要拡大に向けた技術開発」)。ここでは、これらが集成材の製造においてどれくらい効果的なかを検証してみます。

住宅などの構造材として用いられる集成材は、一本一本強度等級が明示されています。そして、その強度等級ごとに組み合わせるラミナの等級も定められています。例えば、図 3 に示したのは E105-F300 という強度等級の集成材の断面構成で、図中の L○○というのがラミナの等級を表しています。梁などの横架材として用いられる集成材では、内層<外層となるようにラミナ等級を配置します。集成材製造においては、特に外層に用いる高い等級のラミナを所定の割合で確保できるかどうかが生産効率に大きく影響します。そこで、ラミナ等級 L110 以上の割合に着目してみると、図 3 の集成材を製造する場合、L110 以上は 10 層中 4 層なので 40%必要となります。ここで、図 2 のラミナのヤング係数分布をもう一度みてみると、L110 以上の出現割合は、選別なしでは 26%なのに対し、基準値 10GPa で原木を選別した場合は 40%に向上しています。このことから、図 3 の集成材を製造するのに必要な原木の量は、強度選別しない場合に比べ選別した場合は約 2/3 で済むという計算(26÷40)になります。

実際の集成材工場では、製造する集成材の強度等級や断面構成は何種類もあり、ラミナ等級の組合せを工夫して少しでも歩留まりを上げるよう努めているので、この計算ほど極端にはなりません。原木段階での強度選別によるラミナの強度向上が集成材の生産効

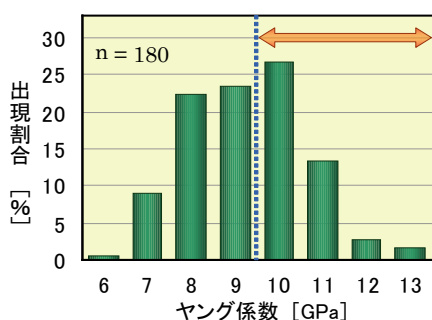


図1 原木のヤング係数の頻度分布

選別基準値を設定し、その値以上の原木のみからラミナを挽いた場合(選別基準値10GPaの例)

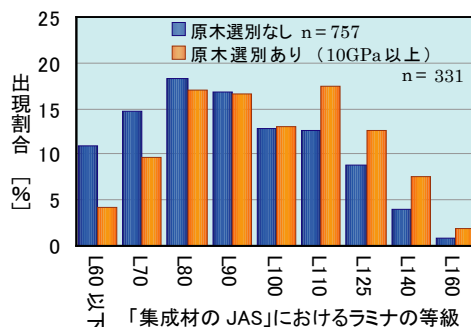


図2 ラミナの等級の頻度分布

率向上に有効であることは間違いありません。また、現状では無垢の建築構造材で強度性能が明示されたもの（機械等級区分製材）はほとんど市場に出回っていませんが、建築用材に対するニーズの変化から今後は需要・供給ともに増加すると予想され、これらに対しても同様に原木の強度選別の考え方が適用できると考えられます。

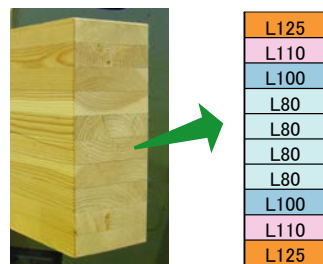


図3 集成材の断面構成（強度等級 E105-F300）

施業（間伐）の違いが材の強度に及ぼす影響の評価

40年生の間伐試験地で、間伐率が異なる五つの試験区から各20本の原木を採取し、そこからラミナを製材してヤング係数の分布を調べました。間伐試験地の概要は表1、表2のとおりです。

間伐率ごとのヤング係数の分布（図4）をみると、無間伐→20%間伐→30%間伐→40%間伐と間伐率が高くなるにつれてヤング係数の分布が高い方へ少しずつシフトしているのがわかります。ただし、40%間伐→50%間伐では分布がまた低い方へ戻っています。この傾向はヤング係数の区間ごとの出現割合（図5）にも

現れており、ヤング係数 9GPa 未満の割合は間伐率が高くなるに従って減少しています。逆に 11GPa 以上の割合は間伐率が高くなるに従って増加しますが、間伐率 40% をピークに 50% ではまた減少しています。当初の予想では、間伐率が低い方が年輪が詰まってヤング係数は高くなると思われましたが、結果は全く逆の傾向となりました。ただし、間伐率が高ければ高いほどよいという訳ではなく、適度な間伐が行われた林分の材が最も強度性能に優れ、建築用材としての適性が高いということが言えそうです。間伐率の違いがヤング係数に及ぼす影響については、年輪内の晩材の割合・密度などが関係していると考えられ、現在ラミナの製材と同時に採取した円板試料を用いて詳細な年輪解析を行っているところです。

おわりに

本研究は、道内の四つの林業・林産試験研究機関が連携して実施しているものです。本研究の成果は、川上側（施業・育種）における評価指標である「生長量・収穫量」に、「強度性能」という川下側の指標を絡めた形で、建築用材に適したカラマツ材を生産するための指針としてまとめる予定です。この成果を基に、今後道内カラマツ業界の建築用材生産をサポートする情報提供及び技術支援を行っていきたいと考えています。

表1 間伐試験地の概要

場 所	平取町 町有林
地位指数	25（I 等地）
林 齢	40 年生
試 験 区	無間伐，20% 間伐，30% 間伐，40% 間伐，50% 間伐（材積率）
面 積	1 区 0.1ha
植栽本数	2500 本/ha
採取試料	各試験区 20 本

表2 各試験区の概要

試験区	平均胸高直径（cm）	立木本数（本/ha）	間伐経過（本数率）
無間伐	21.6	1040	なし
20% 間伐	22.3	800	17～20% の間伐を 2 回
30% 間伐	27.2	530	28～32% の間伐を 3 回
40% 間伐	28.2	430	31～40% の間伐を 3 回
50% 間伐	30.8	410	51～57% の間伐を 2 回

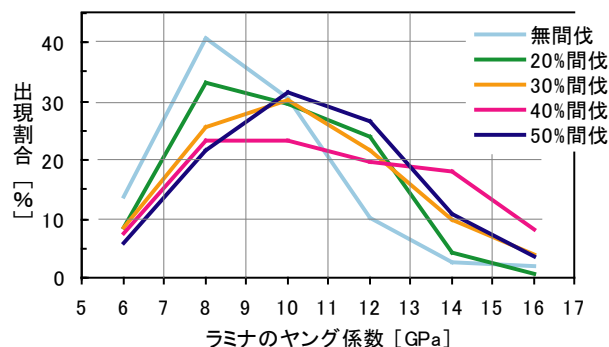


図4 間伐率ごとのヤング係数の分布

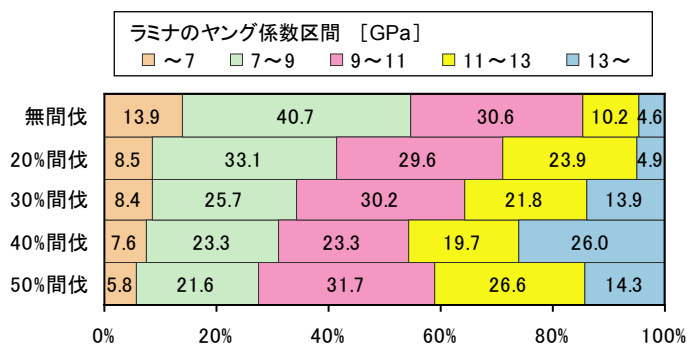


図5 ヤング係数の区間ごとの出現割合