

## I.1.1 アカエゾマツ人工林間伐材の製材品質に関する調査

平成 25 年度 その他  
マテリアル G, 製品開発 G

### はじめに

アカエゾマツ人工林は近年製材可能な間伐木が出材するようになり、それらの中小径材は主に羽柄材、梱包用材に利用されているが、製材時に割れやすいと不安が示されている。アカエゾマツ中小径材は既往のデータが少ないこと、割れに対する問題意識も地域、企業によりまちまちであることから、アカエゾマツ製材時の割れ発生について、客観的な現象を把握する目的で調査を行った。

### 研究の内容

#### (1) 割れの発生状況調査

##### ①聞き取り調査

アカエゾマツ間伐材を製材している道内企業に対し聞き取り調査を行った結果、原木産地、製材方法、製品用途等に企業による差異があり、割れの発生状況も異なることから、差異がみられる項目の中に割れの発生と関係するものがあると考えられた。

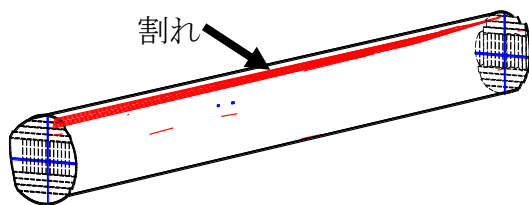
##### ②製材工程における割れの発生状況調査

実際の製材工程で、あらかじめ原木木口にマーキングを行い、原木ごとに各工程における割れの発生状況を観察、記録した。この方法により、処理速度の速い生産現場で原木ごとの割れの発生状況を効率的に把握することが可能であった。

#### (2) アカエゾマツ中小径材の材質調査

##### ①割れの形態的特徴の観察

原木内部での割れの発生位置を確認するために、原木を厚さ 15mm に製材、板表面に現れた割れの起・終点の位置を計測し、三次元 CAD を用いて再構築することにより、原木内での割れの位置を立体的に表現した。一例を第 1 図に示す。割れは樹皮直下から



第 1 図 樹幹内の割れ発生位置

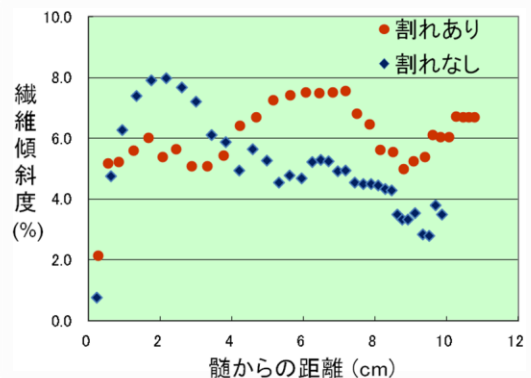
現れ、樹軸に対し斜めに走り、樹幹中心部には達していなかった。

##### ②未成熟材、繊維傾斜、密度との関係

髓と両側の樹皮を含む心通し板が得られた原木 2 本（割れが発生したものとしなかったもの各 1 本）について、繊維傾斜度、容積密度数を測定した。繊維傾斜度は比較的小さい値であったが、割れが発生しなかった原木の繊維傾斜は、髓付近で高く樹皮に向かい減少する一般的なパターンであったのに対し、割れが発生した原木では、増減を繰り返すパターンを示した（第 2 図）。容積密度数は、髓付近で高く、一旦低下した後、樹皮に向かい増加する、トウヒ属に特徴的な変動を示し、カラマツ・トドマツと異なることが確認された。繊維傾斜度、容積密度数とも、未成熟材部の髓から数 cm の部分で材質が変化しており、材質の水平変動と割れとの関連が示唆された。

### まとめ

アカエゾマツ間伐材で発生する製材時の割れについて、客観的な発生状況調査を行い、未成熟材部の材質との関係を検討した。事例に限られた調査であったが、製材工程での割れ発生状況調査手法と、今後のアカエゾマツの製材時の割れに関する研究の方向性を決めるために必要な情報が得られた。平成 26 年度以降、原木産地や製材方法の異なる事例を増やしデータの蓄積を進める。



第 2 図 繊維傾斜度の水平変動

## I. 1. 2 高気密・断熱住宅対応のカラマツ無垢構造材の開発

平成 25 年度 公募型研究  
生産技術 G, マテリアル G

(協力 厚浜木材加工協同組合, オムニス林産協同組合, 株式会社サトウ)

### はじめに

住宅の気密・断熱性能が向上し、室内環境は特に冬季暖房により湿度が低く、木材の平衡含水率も低下傾向となることから、構造用材の乾燥が不十分な場合には、施工後に割れやくるい・隙間が生じ品質・性能の低下が課題となる。そこで、木造住宅へ地域材を利用促進することを目的として、カラマツ無垢(心持ち)構造材の品質・性能の安定化技術の検討と、実生産試験を民間工場 3 社で実施した。

### 研究の内容

#### (1) カラマツ心持ち製材の生産工程の検討

製材寸法 125mm 正角・137×263mm (材長 3,650mm) の心持ち製材を用いて、表面割れと内部割れが少なく、住宅施工後の変形を少なくする方法として含水率を従来より低い水準(平均 8%台)を目標に乾燥するための生産方法を検討した。

表面割れと内部割れの抑制では、乾燥スケジュールとして第 1 図(①~⑤)に示す工程を適用し、実生産試験により評価を行うこととした。また、目標含水率の水準が低い場合人工乾燥時間の長期化が見込まれることから、乾燥工程を 2 段階に分け中間養生を設けることで水分減少と内部水分の平準化を図り、二次乾燥時間の短縮に効果的と考えられる生産工程とした。

#### (2) 強度性能試験

製品仕上げ後(正角材)の動的ヤング係数を測定した。その結果、「木質構造設計基準・同解説(日本建築学会)」に示されているからまつ構造用製材の基

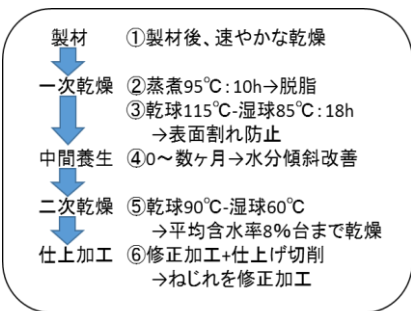
準弾性係数平均値(9.5kN/mm<sup>2</sup>)、下限値(6kN/mm<sup>2</sup>)を上まわっていた。

#### (3) 民間工場における構造材の実生産試験

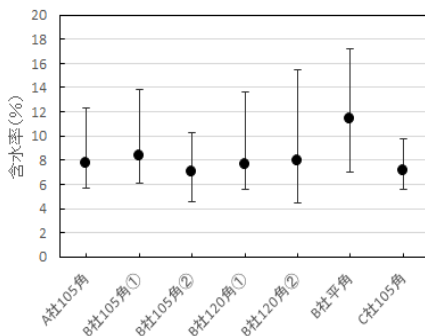
道東にある製材工場 3 社で、105mm 正角材(A・B・C社)、120mm 正角材(B社)、105×240mm 平角材(B社)の生産試験を実施した。第 1 図に示した生産工程により、含水率は平角材を除きいずれの工場も目標を概ね達成した(第 2 図)。ねじれは原木の産地による明らかな違いが認められ、これは生育地による材質的差異(繊維傾斜)によるものと推測された。表面割れは、105mm 正角材の A・C 社、120mm 正角・平角材とも 105mm 正角材(B社)に比較して多く発生しており、製材後、速やかに乾燥を行うなど品質確保のためには所定の工程管理の重要性が示された。乾燥後の仕上げ加工では、ねじれが大きいほど削り残し量の大きい材が出現する傾向にあるが、曲がり(ねじれ)が顕著な場合も影響を受けた(第 3 図)。また、製材工場が保有するモルダーのみで仕上げ加工する場合、送りローラーや側面定規盤の高さを変更するなど簡易な工夫を加えることで、削り残しが減少することが分かった。

### まとめ

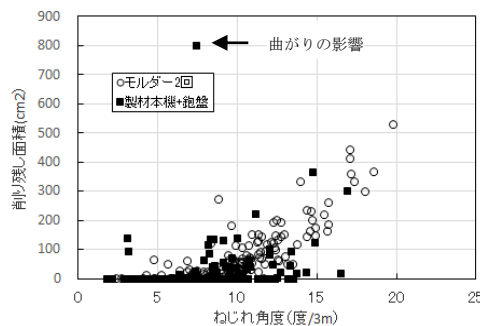
カラマツは強度性能で有利な樹種であり、この特性を活かした品質の安定した無垢構造材の生産方法(工程)を示すことができた。今後、生産方法を製材工場へ普及するとともに、品質管理の徹底を技術者の育成を進めながら図っていく必要がある。



第 1 図 生産工程



第 2 図 含水率平均



第 3 図 ねじれと削り残しの関係

### I. 1. 3 北海道産人工林材を用いたプレミアム集成材の開発

平成 25 年度 公募型研究

生産技術 G, マテリアル G (協力 北海道集成材工業会, 北海道カラマツ製材業協議会)

#### はじめに

今後、出材量の増加が予想されるカラマツ中大径材の用途開発と、建築部材のうち国産材自給率が低い横架材分野へ外国産樹種集成材に匹敵する高強度な国産集成材を供給することを目的として、道産カラマツ中大径原木の成熟材部のみから選択的に集成材用ラミナを採材する方法を提案し、得られた高強度ラミナを用いて従来にない高強度なカラマツ集成材の開発を目指した。

#### 研究の内容

集成材用ラミナの生産実績が比較的高い道内のカラマツ製材工場 5 社 (後志, 上川, 十勝, 網走 2) において製品の生産状況を調査した結果、現状のラミナ生産においては、径級 18cm から 3 枚, あるいは径級 20cm から 4 枚のラミナを採材するパターン(第 1 図)が多かった。また、高強度ラミナをタイコ材の両側から得る木取り(側取り)を行うためには、原木の径級は 24cm 以上必要であった(第 2 図)。

調査した工場のうちの 4 社で、径級 26, 28cm の原木を用いて側取りによる高強度ラミナの生産試験を行った。生産工程での課題は、側取りの場合、原木 1 本からラミナが 2 枚しか取れないので、所定量を生産するのに従来よりも時間が掛かるため、見込み生産等により製品をストックするなどの工夫が必要なことと、側取りによる生産コスト増に見合う付加価値が側取りラミナに見込めるかどうかであった。

生産試験においては、比較のためにタイコ材の部

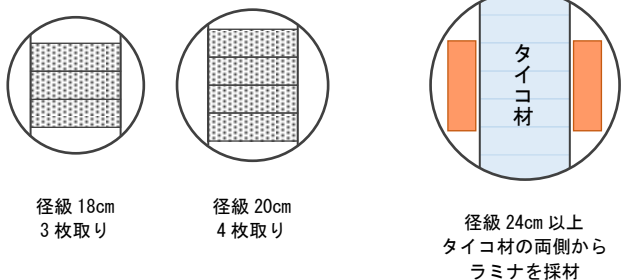
分からもラミナを製材し、得られた全てのラミナについて人工乾燥後のヤング係数を測定した。その結果、側取りによる高強度ラミナとタイコ材から得たラミナのヤング係数の出現頻度分布の違いが明らかとなった(第 3 図)。

側取りにより得られた高強度ラミナの強度分布は、集成材の JAS のラミナの強度等級 L140 以上の割合が 26%, L125 の割合が 21%となっており、従来のカラマツ構造用集成材の標準的な強度等級 E95-F270 よりも 2 ランク上位の強度等級 E120-F330 の集成材が無理なく製造可能な水準であった。

製材工場での生産試験で得られたラミナを用いて集成材工場で高強度集成材の製造試験を行った。製造した集成材は、強度等級 E120-F330, 接着剤は水性高分子イソシアネート系樹脂, 寸法 105×300×6000mm 及び 105×240×4800mm を各 10 体である。これらを林産試験場で曲げ強度試験に供した結果、JAS の強度基準値を満たしていることが確認された。

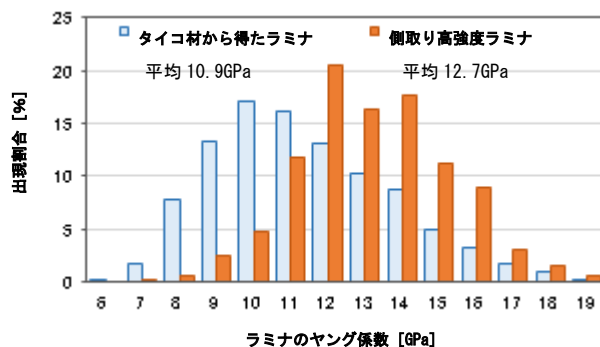
#### まとめ

側取りにより得られた高強度ラミナを用いることで、強度等級 E120-F330 の集成材が製造可能であった。今後は、側取りによるラミナの生産コスト増分と、従来にない高強度集成材の付加価値とを勘案し、製材業者、集成材メーカーの双方で収益が増加するような価格設定ができるよう、得られたデータを各企業等に提示し、道産プレミアム集成材の実現を目指す。



第 1 図 従来の典型的なラミナ木取りパターン

第 2 図 高強度ラミナを得るための木取り方法



第 3 図 タイコ材からのラミナと側取りラミナのヤング係数出現頻度分布の違い

## I. 1. 4 枠組壁工法住宅における道産人工林材の有効利用法の検討

平成 25 年度 受託研究

生産技術 G, 耐久・構造 G, マテリアル G (委託者 NPO 北海道住宅の会)

(協力 北海道大学, (株)関木材工業, (株)ヨシダ, オムニス林産 (協), (株)サトウ, 久保木工(株), 丸十木材(株), (株)イワクラ, (株)ノムラ, 西條産業(株), 日本 2×4 協会道支部, 十勝 2×4 協会)

### はじめに

枠組壁工法が普及している北海道において、2×4 製材を道産人工林材で供給するには、高品質な北米産製材と同等の品質・性能を確保する必要がある。そこで、製材・乾燥方法、効率的なパネル組立方法、床組や屋根組では部材の性能向上など、種々の検討を行った。また、部位毎の自給率に応じた経済波及効果および環境負荷の検証を行い、道産 2×4 製材の利用促進に有用となるデータを整備した。

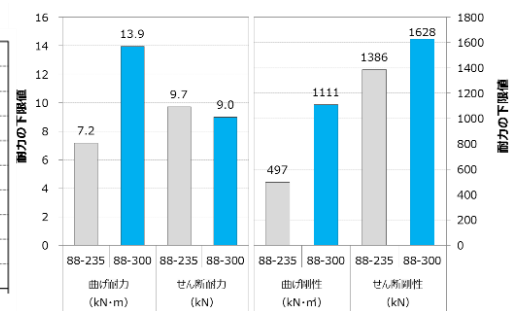
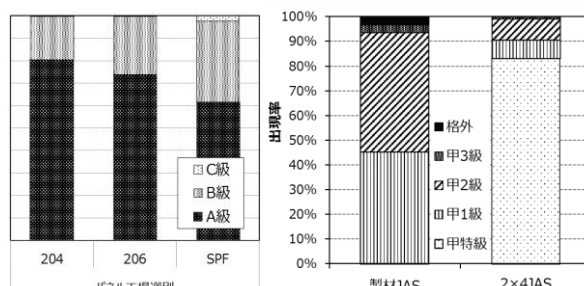
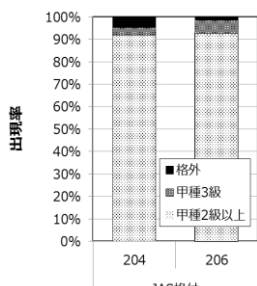
### 研究の内容

#### (1) 道産 2×4 製材の生産方法と利用方法の検討

道産トドマツ 204・206 材の、製材工場における枠組壁工法用製材 JAS の等級格付、パネル工場における利用等級 (A 級：シングル利用可, B 級：合わせ柱で利用可, C 級：短尺なら利用可) を調査した。その結果、204 材は径級 14~16cm から、206 材は径級 18~22cm から心去り 2 枚木取りとすれば、パネル工場の選別基準では SPF 製材と同等以上の品質であること、また甲種 2 級以上が 9 割以上出現することが分かった (第 1 図)。

#### (2) 在来構法と共用可能な新規断面製材の検討

在来構法との共用部材として新規断面 (厚さ 38×幅 105mm) のトドマツ製材 (600 本) を試作した。打撃ヤング係数の平均値 10.5kN/mm<sup>2</sup>, 密度の平均値 361kg/m<sup>3</sup> が得られ、十分な性能であった。また、構造用製材 JAS および枠組壁工法用 JAS それぞれの基準で格付を行った結果、構造用製材 JAS の方が節に関する基準が厳しいことが影響し、枠組壁工法用 JAS の方が上位等級の出現率が高くなった (第 2 図)。



第 1 図 製材・パネル工場による選別結果

第 2 図 新断面製材の JAS 等級出現率

第 3 図 新規サイズ I 形梁の力学特性

#### (3) 道産トラス部材の接合データの整備

道産トドマツ・カラマツ 206 材をメタルプレートコネクターで接合した試験体を試作し、接合部の引張試験を行った。その結果、コネクタ角度 0 度の場合、トドマツ・カラマツともに SPF と同等の性能を有すること、90 と 45 度では樹種による違いが現れることが明らかになるなど、道産トラス部材の実性能データを整備することができた。

#### (4) 道産 I 形梁の新たな断面サイズの検討

従来品より梁せいの大きな I 形梁 (梁幅 88×梁せい 300mm) を試作し、実大曲げ・せん断試験 (各 30 体) を行った。その結果 (第 3 図)、曲げ耐力・曲げ剛性が約 2 倍に向上すること、床根太スパンを延長できることが分かった。

#### (5) 部位毎の自給率に応じた地域経済波及効果および環境負荷の検証

壁組・床組・屋根組の各部位で道産材を使用した時の経済波及効果を推計し、自給率が上がるほど道内経済に対して効果的であることを明らかにした。また、GHG 排出量は、全ての部材が外国産の時に比べ、製造熱源を工場残材等木屑とすれば、自給率が上昇するにしがいが排出量が大きく減少した。化石燃料使用では大きな差異は認められなかった。

### まとめ

枠組壁工法分野での道産材利用の推進につながる様々な実務的データを得ることができた。今後の普及展開により、2×4 工法における道産材の自給率向上を目指したい。

## I. 1.5 表面性状の制御による安全・快適なペット共生型床材の開発

平成 24～25 年度 公募型研究

製品開発 G, 居住環境 G (協力 東京工業大学, (有) グリーンフォレスト 緑の森どうぶつ病院)

### はじめに

ペットの飼育に対する社会の関心が高まっており、飼育場所も屋外飼育から、室内での共生に変化している。課題立案に向けた事前調査 (2010 年, 旭川市) より、ペット飼育を考慮した床材について、ニーズが高いこと、そのニーズは、主に「すべりにくい」「清掃が容易である」「傷・汚れがつきにくい (目立たない)」ことに集約されることが明らかとなった。

以上の調査から、平成 23 年度から、外部資金活用研究により、道産針葉樹材の用途拡大と高付加価値化のため、ペットにとって「すべりにくい」という安全性と人にとって「足触りがよい」という快適性を併せ持つ床材の開発に着手した。ここでは、開発した床材の安全性について述べる。

### 研究の内容

材料には、トドマツとカラマツを用いて、床材を製造した。材料表面にナイロンブラシを使用して浮造りを施すことで凹凸をつけて、「すべりにくい」という安全性の付与を図った。本研究においては、表面の凹凸の程度が異なる床材を製造して、床材の性能との関係を検討した。すべりにくさについては、携帯型すべり試験機を用いて、犬のすべりの程度を示す物理量 C.S.R・D' を測定した。さらに、実証試験として、10 頭の犬による傾斜法試験を行った (第

1 図)。具体的には、床材上に犬を立たせてから床を徐々に傾斜させ、すべり出したときの角度を比較することで、凹凸の効果を確認した。

24 年度から当該年度にかけての取り組みにより、床材の C.S.R・D' は、浮造りにより凹凸を付与することで、値の向上が見込めること、値には異方性があることが明らかとなった。

第 2 図に、傾斜法試験の結果の一例を示した。市販のペット対応型フロア材 (図中『市販品』) や平坦なプレーナ仕上げ材に比べて、浮造り材が大きな滑り出し角度を示した。全体としては、凹凸の効果が明確に認められたケースが、10 頭中 2 頭、市販品と同等あるいは条件により大きな角度を示したケースが 5 頭と、10 頭中 7 頭について、凹凸の効果が確認された。3 頭については、角度にばらつきが大きく、効果が明確でなかった、あるいは凹凸の効果が見られなかった。

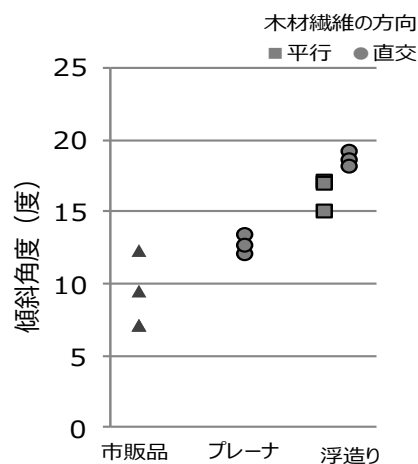
### まとめ

昨年度までの性能試験や犬による実証試験 (傾斜法試験) において、針葉樹の表面に凹凸加工をすることで、安全性の発現が見込めることが示唆された。

今後は、適切な塗料の選択や、更なる実証試験を行ってデータを蓄積し、早期の実用化を目指す。



第 1 図 犬による傾斜法試験



第 2 図 トドマツ浮造り材による傾斜法試験結果

## I. 1.6 木造公共建築の促進に向けた課題の把握と対応策の検討

平成 25 年度 一般共同研究

製品開発 G, 普及調整 G, マテリアル G, 道総研北方建築総合研究所, (一社) 北海道林産技術普及協会

### はじめに

木造公共建築物が各地で建築される中、道産材の調達や活用に関する情報不足など、木造化に伴う実務上の課題が顕在化し始めている。そのため、これらの課題に対し、担当者が事例に沿って有効な対策を取ることでできる“参考書”にあたる普及資料等の環境整備が求められている。

本研究では、道内の建築事例を調査し、実務上の課題や問題点を把握・整理し、これらの解決に向けた具体的な対応策を提案する普及資料を作成した。

### 研究の内容

はじめに、公共建築物の木造化に関する既往の文献や設計マニュアル等を調査し、今回構成する普及資料のコンテンツの整理、調査対象および調査項目の検討を行った。

調査対象は、平成 24 年度以前に建築された道内の公共建築物の中から建築物の規模、構造（構法）、用途、地域ごとに分類してリスト化し、第 1 表に示す 9 施設に決定した。調査項目は、対象の自治体が地域材利用推進方針等で定めている地域材の定義、地域材利用の目的および意義のほか、対象建築物の概要、事業費の財源と内訳、地域材調達における調整、スケジュール、使用建材の樹種や産地、維持管理予算などとし、これらを聞き取りながら表面化していない課題や問題点を探ることとした。

第 1 表 調査対象

場所	建物名
上士幌町	ナイトハイ高原牧場育成舎
足寄町	足寄町役場
豊頃町	町民プール
寿都町	こどもふれあいセンター
積丹町	野塚地区ふれあい交流館
伊達市	旭町児童館・地域交流館
苫小牧市	中野保育園
当麻町	公営住宅ニュータウン団地
北見市	北見市子ども総合支援センター「きらり」

調査前には、地域材の割れや狂い、防耐火性能や強度性能の不足、建設コストや維持管理費用の増加等が課題として出てくると想定していたが、性能については設計の工夫や現行技術で対応可能であり、維持管理費についても足場組みが不要な箇所への外装材使用や職員実行などで抑制でき、これらは課題として捉えられていないことが明らかになった。

その一方で、木材の産地を道内全域とした場合と地域を限定した場合とで納期が大きく異なること、集成材等の構造材を生産できる工場が限定されるなど（第 1 図）、地域材の生産・供給体制の現状や納期等に関する情報不足や認識不足が直近の課題であることが明らかになった。

また、木造公共建築の多くが補助金によるもので、補助金の募集時期や仕組みの都合によって必要量の地域材を確保するために十分な時間の確保が困難であることが明らかとなった。

### まとめ

調査事例の詳細と明らかとなった課題への対応策を取りまとめ、地域材の生産拠点が無い市町村等でも円滑に公共建築の木造化を遂行するための参考書として活用できるように普及資料を作成した。普及資料は北海道林業・木材産業対策協議会から発行され、道内の自治体に配布される予定である。



第 1 図 道内における主な構造材生産工場の位置

## I. 2. 1 伐採木材の高度利用技術の開発

平成 25 年～29 年度 公募型研究

居住環境 G, (独) 森林総合研究所 (主管), 岡山県農林水産総合センター, 広島県立総合技術研究所 鳥取県農林水産部農林総合研究所, (独) 建築研究所, 銘建工業 (株), 山佐木材 (株), (協組) レングス

### はじめに

本研究の目標は、国内の伐採木材を用いて直交集成板 (以下 CLT : Cross Laminated Timber) を製造し、中層・大規模建築物の構造材として利用するための技術開発を行うことである。

CLT の製造には、空隙があっても高い接着性能を発現する空隙充填性接着剤が適すると考えられるが、国内で構造材の製造に適用できる空隙充填性接着剤は開発されておらず、構造用途への適性を判断する方法も確立されていない。そのため、CLT に適した空隙充填性接着剤を開発し、その接着性能の評価方法を確立する必要がある。林産試験場では、試作された空隙充填性接着剤の基礎物性の評価を担当した。

### 研究の内容

25 年度は、空隙充填性接着剤として試作された 3 種の一液型ポリウレタン接着剤 (T\_PUR1、T\_PUR2、T\_PUR3) について、粘度、硬化挙動、熱による力学的性質の変化を調べ、欧米で CLT の製造に使用されている市販 PUR (C\_PUR1、C\_PUR2、C\_PUR3)、および国内で市販されている構造用接着剤である水性高分子-イソシアネート系接着剤 (API)、フェノール-レゾルシノール樹脂接着剤 (PRF) と比較した。

塗布性等に関わる粘度を測定し、市販接着剤と比較した結果、T\_PUR1 は市販接着剤より著しく高いこ

と、T\_PUR2 はやや高く、T\_PUR3 は同程度であることが示された。この結果、T\_PUR1 は市販接着剤と同様の方法で塗布することは困難であると考えられた。

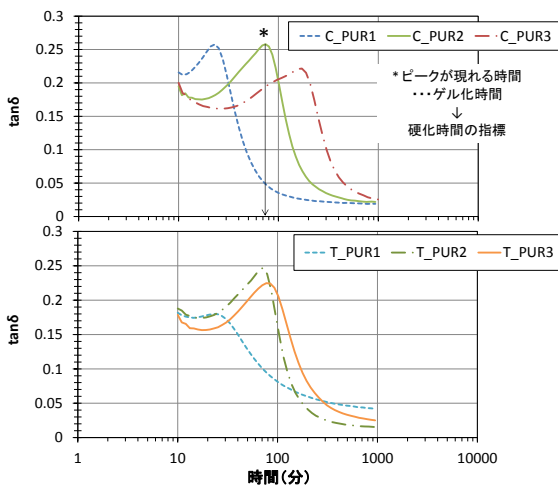
次に動的粘弾性測定を行い、硬化過程における接着剤の力学的性質の経時変化を調べた (第 1 図)。この測定で硬化時間の指標となる「ゲル化時間」(接着剤の流動性が失われる時間) が得られた。各接着剤のゲル化時間を比較した結果、T\_PUR2、T\_PUR3 は、市販 PUR のうち一般的に用いられている C\_PUR2 と同程度で、T\_PUR1 は硬化時間が短いタイプである C\_PUR1 と同程度であることが示された。

硬化した接着剤の弾性率について、温度による変化を調べた結果 (第 2 図)、T\_PUR2、T\_PUR3 は高温で弾性率がやや低下する傾向が示された。

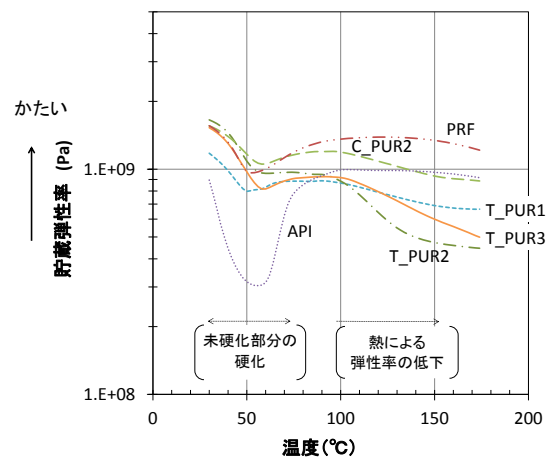
### まとめ

T\_PUR2、3 は、市販 PUR と類似した粘度、硬化挙動を示した。しかし、高温で弾性率が低下したことから、高温での接着性能を検討する必要があると考えられた。次年度は、改良された試作 PUR の基礎物性の評価、耐クリープ性能の検討を行う。

なお、この研究は、農林水産技術会議事務局委託プロジェクト「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト」のうち「伐採木材の高度利用技術の開発」で実施した。



第 1 図 PUR の硬化過程の動的粘弾性の経時変化 (測定条件 : 20°C、50-60%RH、空気気流下、10Hz)



第 2 図 室温硬化させた接着剤の貯蔵弾性率の温度変化 (2°C/min で室温～180°Cまで昇温、窒素気流下、1Hz)

## I.2.2 ITにより低コストに人工林材から内装材を製造する 生産・加工システムの開発

平成 23～25 年度 公募型研究

技術部長, 製品開発 G, 生産技術 G, マテリアル G, バイオマス G, 居住環境 G, 普及調整 G  
道総研林業試験場, 道総研工業試験場, 森林総合研究所, DIC(株), 北海道水産林務部美唄普及指導員室

カラマツ, トドマツ, シラカンバ等の人工林材から内装材を生産するため, 「節」や「ピスフレック」などの特徴をキーワードに, (1) 節の認識と脱落防止処理技術の開発, (2) 内装材としての節の評価技術の開発, (3) 内装材として収益性の高い生産・加工技術の開発を行った。なお本研究は, 平成 23～25 年度の農林水産省「農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業」により実施したものである。

### (1) 節の認識, 脱落防止技術の開発

節脱落を防止するために平成 24 年度に開発した節の認識技術(第1図), 多連スプレー塗布装置と制御プログラム, それらを制御する基本ユニットを用いて, 塗布位置の精度および処理剤の膜厚を検討した。トドマツ, カラマツについては, 単板の送り速度が約 200m秒/領域の高速でも直径 10mm以上の死節の未検出率を抑えることが可能なことが分かり, 人手(10枚/時間)の100倍以上の効率(1,800枚/時間(60m/分))にすることができた。

### (2) 節やピスフレック等の評価技術の検討

平成 24 年度の研究では, トドマツを想定した内装材は, 節の面積率が増加すると印象(好き嫌い等)は下がる(悪くなる)傾向が見られ, 住宅を対象とすると, 節の面積率1%を超えた範囲で顕著であった。一方, 学校やホールなど非住宅建築物では, 印象が下がる傾向は緩やかであった。これらを基に, カラマツの死節・生節, シラカンバのピスフレック等の特徴を踏まえた内装材の使用状況を示しながら, 印象を回答させるなどして感性評価を行った。なおカラマツについては, 生節と死節で見え方が異なる

ため, それを分けて評価した。その結果, 生節の増減が評価に及ぼす影響は認められなかったが, 死節は量が増加するにつれて評価が低下した。また, シラカンバ材ではピスフレックの量, その長さや太さが増大するにつれて評価は低下した。しかし, ホールでは空間の広さが影響して, 住宅や学校ほどの低下は見られなかった。これらの結果から, 節やピスフレックの量と内装材の好ましさの関係は, 想定される使用場所を被験者に明確にすることで, その影響を的確に示すことが可能であることがわかった。

### (3-1) 内装材の加工技術の検討

乾燥後の節脱落を防止する処理剤を開発し, 合板を作成してその性能を把握するとともに, 最終製品を想定して, 表面を平滑処理した台板や下地材を試作した(第2図)。また, 節や欠点を有する人工林材を内装材とするためのJASにかかる品等規格について提言を行った。そして, シラカンバの反りやすく, ピスフレックなどを有する特徴を補うLVL材を開発した(第3図)。

### (3-2) 内装材の生産技術の検討

シラカンバとカラマツにかかる原木の性状, 規格および流通形態を調査した。また, 内装材の地域経済波及効果や環境影響評価を行った。そして, カラマツの枝打ちによる製品歩留まりや生産性から, 枝打ちの有効性を明らかにするなどして, 人工林材を内装材に活用することの有効性と留意点を明らかにした。

今後, これらの成果を普及し, 人工林材の内装材への活用展開を推進させる。



第1図 節の認識装置



第2図 表面を平滑処理した台板



第3図 シラカンバLVLによる内装材



## I. 2.3 北海道産白樺を用いた吸音パネル材の開発

平成 25 年度 受託研究  
生産技術 G, (委託者 滝澤ベニヤ (株))

### はじめに

道内におけるカンバ類の蓄積は道内森林資源の 11%を占めており、樹種別ではトドマツ、カラマツについて 3 番目に蓄積の多い樹種である。白樺 (シラカンバ) 材は現在、割り箸やスティック等の用途があるものの、需要量は非常に少なく、多くはパルプ材としての低位な利用に留まっている。用途開発によって新たな需要が創出できれば、北海道の森林整備や林業の活性化に貢献することが期待できる。

本研究では、道産白樺材の新たな用途として、白樺合板と吸音材を積層接着した吸音パネル材 (以下、白樺吸音パネル材) を開発した。ここでは、白樺吸音パネル材の接着性能と曲げ性能について報告する。

### 研究の内容

開発した白樺吸音パネル材は、厚さ 20mm の吸音材 (ウレタンフォーム) の表裏面に厚さ 3mm の白樺合板を積層接着したものである (第 1 図)。

#### (1) 吸音パネル材の製造条件と接着性能

数種の接着剤を用いて、製造時の圧縮圧力や接着剤塗布量が接着性能に及ぼす影響を検討した。接着性能は、合板の日本農林規格 (JAS) に規定される常態接着力試験、温冷水浸せき試験、2 類浸せきはく離試験および日本工業規格 (JIS A5908) に規定されるはく離試験で評価した。本研究の製造条件の範囲内では、いずれの接着剤においても、圧縮圧力と接着性能の関係には明確な傾向は認められなかったが、圧力が高い場合、吸音材の圧縮変形が大きくなるため、0.1~0.2MPa 程度の圧力が適正と考えられた (第

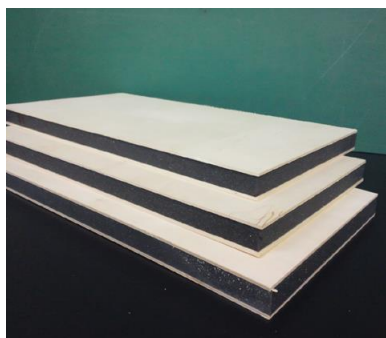
2 図)。接着剤 A (1 液型合成ゴム系エマルジョン) では、140g/m<sup>2</sup>程度の少ない塗布量でも、十分な接着性能が得られた。接着剤 B (エチレン-酢酸ビニル共重合エマルジョン) では、はく離試験において高い材破率を得るには、250g/m<sup>2</sup>程度の塗布量が必要となった (第 3 図)。接着剤 C (1 液湿気硬化型ポリウレタン樹脂) では、温冷水浸せき試験での材破率が非常に高く、耐水性に優れていることがわかった。2 類浸せきはく離試験では、いずれの接着剤においても顕著なはく離は認められず、JAS の 2 類程度の接着性能を有することが明らかになった。

#### (2) 吸音パネル材の曲げ性能

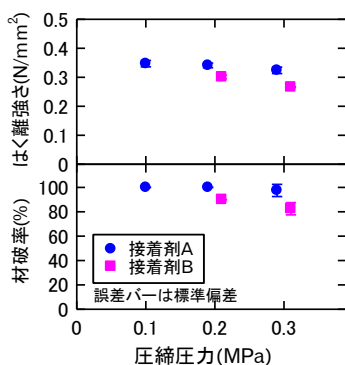
白樺合板および白樺吸音パネル材について、曲げ性能を評価した。白樺合板の曲げ強さの平均値は、0 度方向で 84.3N/mm<sup>2</sup>, 90 度方向で 20.0N/mm<sup>2</sup>となった。白樺吸音パネル材は、曲げ試験時に荷重点部分の厚さが減少していくため、適切な曲げ性能の評価が困難であった。本研究では、初期の厚さ、最大荷重時の厚さおよび白樺合板 2 枚分の厚さを用いて曲げ強さの算出を試みた。最大荷重時の厚さを基に算出した曲げ強さの平均値は、0 度方向で 3.18N/mm<sup>2</sup>, 90 度方向で 1.02N/mm<sup>2</sup>となった。

### まとめ

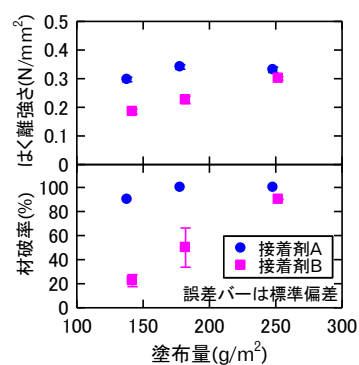
得られた試験結果を基に、委託先企業において、白樺合板の新たな用途として商品展開を図る予定である。パネル材表面に切込みを入れることで柔らかな曲面を形成できるため、吸音材としてだけでなく、家具部材や造作部材としての利用も期待できる。



第 1 図 白樺吸音パネル材



第 2 図 圧縮圧力とはく離強さの関係



第 3 図 塗布量とはく離強さの関係

## I. 2. 4 レーザによる厚板の切断条件に関する検討

平成 25 年度 受託研究

生産技術 G, 普及調整 G (委託者 日本ドアコーポレーション (株))

### はじめに

木材のレーザ加工は、浅彫、着色、薄板切断用として 60W 以下の装置が広く普及している。しかし、板厚 10mm を超える木材の切断においては、高出力のレーザを必要とし、装置の価格だけではなく切断面の炭化や燃焼、樹種の違い等による条件設定と装置の調整の煩わしさなどから普及していない。

研究委託元の日本ドアコーポレーション (株) は、木製ガレージドアの製造販売を行っており自社製品開発のために、130W と 200W のレーザ加工装置を導入して板厚 30 mm の木材切断について検討を進めてきた。その切断には 200W の装置でも加工速度を大幅に落とす必要があり、発火する場合もあること等が分かった。そこで、現状の装置で良好に切断できる板厚と加工速度やレーザ出力など、適正な加工条件を取得することを目的に試験を行った。

### 研究の内容

6 樹種 (カラマツ, トドマツ, スギ, カバ, タモ, ナラ) について試験を行った。200W の装置では、各樹種 11 体の試験体 (寸法: 幅 110 mm 長さ 300 mm 厚さ 10~30 mm, 2 mm 間隔) について 10 条件の加工速度で切断した。130W の装置では、各樹種 5 体の試験体 (寸法: 幅 110 mm 長さ 300 mm 厚さ 6~14 mm, 2 mm 間隔) について 10 条件の加工速度で切断した。

第 1 表に示すように完全に切断できた条件に○印をつけて整理した結果ばらつきがあるものの切断可能板厚と加工速度の相関がうかがえた。

板厚 30 mm を切断できる加工速度は、カラマツで 2.9 mm/sec 以下、トドマツで 6.5 mm/sec 以下となった。

### まとめ

林野庁は国産材需要拡大のために CLT の普及推進に力を入れている。今後の CLT 加工においては窓、ドア、換気口などの開口部を効率的、また高精度に切削する方法が求められる。レーザによる厚板切断はこうしたことにも対応できる革新的な技術となり、応用範囲の広がりも考えられることから、今後この分野に関する研究や技術開発が必要と考える。

第 1 表 切断状況

レーザ出力: 200Wx95%											
樹種: カラマツ											
速度 (mm/sec)	板厚(mm)										
	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10
1.9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2.9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3.8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

レーザ出力: 130Wx95%											
樹種: カラマツ											
速度 (mm/sec)	板厚(mm)										
	14	12	10	8	6	6	6	6	6	6	6
4.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5.6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

レーザ出力: 200Wx95%											
樹種: トドマツ											
速度 (mm/sec)	板厚(mm)										
	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10
1.9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2.9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3.8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5.6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

レーザ出力: 200Wx95%											
樹種: スギ											
速度 (mm/sec)	板厚(mm)										
	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10
1.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

レーザ出力: 200Wx95%											
樹種: カバ											
速度 (mm/sec)	板厚(mm)										
	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10
1.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

レーザ出力: 200Wx95%											
樹種: タモ											
速度 (mm/sec)	板厚(mm)										
	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10
1.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

レーザ出力: 200Wx95%											
樹種: ナラ											
速度 (mm/sec)	板厚(mm)										
	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10
1.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## 1.2.6 国産材および植林木を原料とした MDF の検討

平成 24~25 年度 一般共同研究

製品開発 G, バイオマス G, 居住環境 G, 大建工業 (株), ホクシン (株)

### はじめに

国内で流通する MDF は、南洋材を原料とするものが 50%強を占め、フロア基材や造作建材の耐水タイプ等として広く普及している。しかし、南洋材チップの価格高騰により、原料を国産針葉樹や海外植林木に転換することが大きな課題になっている。

そこで、国産針葉樹や海外植林木を原料とした MDF の原料チップの含水率や前処理技術による物性向上を検討した。

### 研究の内容

平成 24 年度は国産針葉樹や海外植林木からの MDF は寸法安定性が課題であることが明らかになった。

25 年度は、国産針葉樹（北海道産トドマツ・カラマツ、宮崎県産スギ）、海外植林木（マレーシア産アカシアスーパーバルク：アカシア SB、ファルカタ、他 4 樹種、ニュージーランド産ラジアータパイン）、コントロールとして南洋材（マレーシア産レッドメリランティ）を原料に、チップの含水率（30%、100%）や前処理（2 時間煮沸+24 時間常温水浸漬処理：BW 処理<sup>1)</sup>）がチップやファイバー成分、ファイバー形状係数（繊維骨格部の面積に対する細毛を含む全面積の比。値が大きいほど絡みが良く MDF 物性が向上する）、MDF 物性に及ぼす影響を検討した。

#### (1) チップ前処理によるチップやファイバー成分

BW 処理により、ヘミセルロースの含有率は減少した。これは、ガラクトースやアラビノースの減少に起因するものと考えられた。

#### (2) ファイバー形状係数

原料チップの含水率が 30%から 100%に高くなることにより形状係数は 3 程度向上した。また、BW 処理により 2~3 程度向上した。

#### (3) MDF 物性

イソシアネート系接着剤 (MDI 6%, 絶乾木質比)、撥水剤 (1%, 絶乾木質比) の条件で 2.7 mm厚、ボード密度 0.75g/cm<sup>3</sup> の MDF を試作した結果、原料チップの含水率が 30%から 100%に高くなると物性が大きく向上した。アカシア SB とファルカタは南洋材を上回り、その他ラジアータ以外の植林木も南洋材に近い物性が得られた。一方、チップ含水率を 100%としても国産針葉樹は寸法安定性が課題であった。ラジアータは国産針葉樹より顕著に悪かった。BW 処理によりトドマツは南洋材に近い物性に、ラジアータは国産針葉樹に近い物性に改善された (第 1 図)。

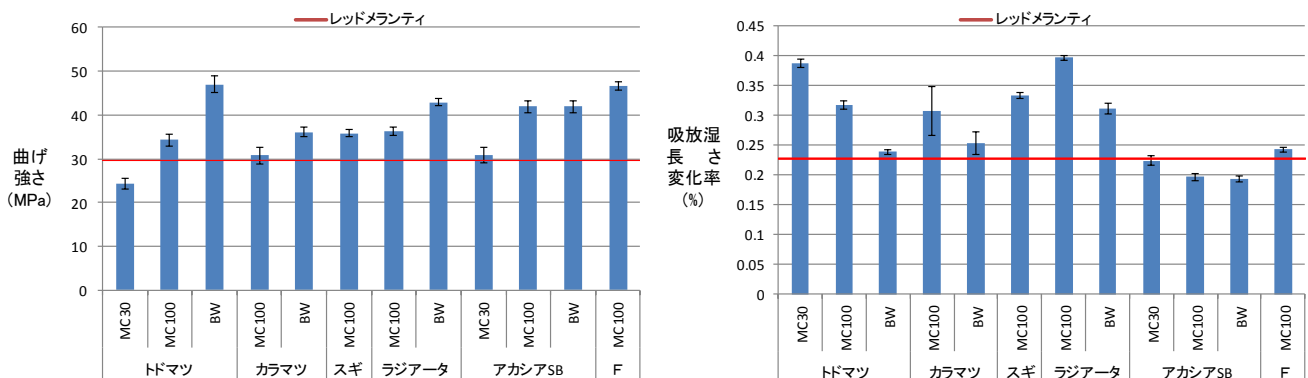
#### まとめ

ラジアータを除く海外植林木は、原料チップの含水率の調整により南洋材代替となり得る良好な結果が得られた。特にアカシア SB とファルカタは新たな付加価値を付与できる可能性が示された。

国産針葉樹は原料チップの BW 処理により南洋材代替となり得る可能性が示された。寸法安定性が大きく劣るラジアータも顕著に改善された。

今後は国産材や植林木を試験的に生産ラインで利用しながら南洋材からの転換を検討予定である。

文献 1) 吹野信, 小川尚久: 特許第 5245033 号



第 1 図 樹種、チップ含水率、チップ前処理が MDF 物性に及ぼす影響

凡例：MC30, 100：チップ含水率 30%, 100%, BW：2 時間煮沸+24 時間常温水浸漬処理, F：ファルカタ

注：曲げ強さは、全試験片密度の平均値 (765kg/m<sup>3</sup>) への補正值 (=実測値×765/各試験片密度)

## I.2.8 高機能フェノール樹脂を用いた木質ボードの検討

平成 25~26 年度 一般共同研究  
製品開発 G, 居住環境 G, (株) サンベーク

### はじめに

パーティクルボード (PB) や MDF など木質ボードの構造利用の増加に伴い、耐久性に優れた接着剤が求められている。耐久性に優れた接着剤としては、イソシアネート系接着剤 (MDI) やフェノール樹脂接着剤 (PF) があるが、PF は硬化性や吸水性の課題から、現在、国内では 1 社が生産に適用するのみである。道内外の業界からは、設備やコスト面から PF の利用を望む声があり、その技術開発が急務である。

### 研究の内容

#### (1) 高機能 PF の硬化性向上や吸水性低減の検討

樹脂のゲル化時間 (硬化時間) と試作 PB の吸水厚さ膨張率 (TS) により、硬化性と吸水性を検討し、高機能 PF の処方を選定した。

その結果、合成時の触媒を水酸化ナトリウムとし、添加率 (PF 溶液に対する水酸化ナトリウムの固形分率) は 5.0% とした。

#### (2) 高機能 PF の硬化性の検証

南洋材ファイバーを用い、300×350 mm 角の MDF を試作した。使用接着剤とプレス時間が MDF のはく離強さに及ぼす影響により硬化性を検証した。PF のみを用い、プレス時間を他接着剤並みに短縮した条件 (15s/mm, ボード厚 1 mm あたり 15s のプレス時間) では、十分な内部結合力が得られなかった。しかし、MDI を併用利用することで 15s/mm の条件で良好な内部結合力となり、十分な硬化性が確認できた。

#### (3) 高機能 PF を用いた試作 MDF の物性評価

南洋材ファイバーを用い、300×350 mm 角の MDF を試作した。接着剤は PF または PF と MDI の併用とし、コントロールとして接着剤にメラミン・ユリア共縮合樹脂 (MUF) と MDI を併用した場合 (現在の耐水タイプの仕様) についても同様に試験した。

同一条件で 2 枚の MDF を試作し、1 枚は基礎物性試験に、1 枚は耐久性試験に供した。

基礎物性中、PF の課題であった TS は、PF のみの条件でコントロールと比較し劣っていたが MDI と併用することで大きく改善された (第 1 図)。TS 以外の物性も PF と MDI の併用によりコントロールと同等になった。なお、TS 以外では、MDI 割合の高い方が物性が向上する傾向があった。

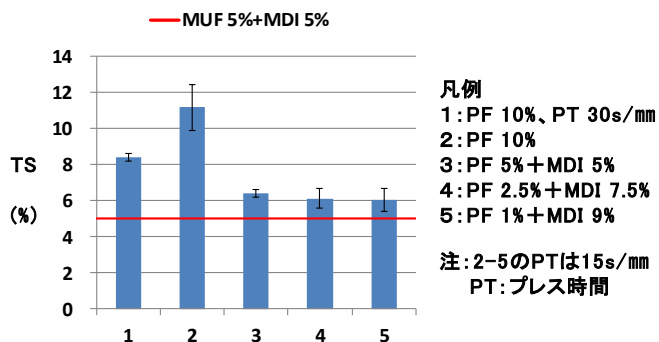
Kojima ら<sup>1)</sup> の検討による JIS\_6 サイクル法 (2h 煮沸+1h 常温水浸漬+21h 60℃乾燥) 耐久性試験では、PF や PF と MDI を併用した場合に、コントロールと比較して、優れた耐久性が示された (第 2 図)。

### まとめ

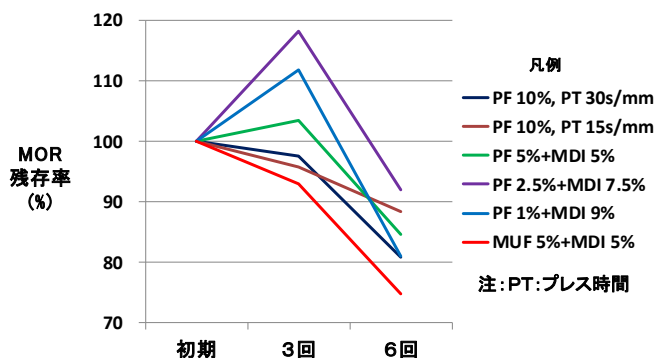
高機能 PF の処方は、合成時の触媒を水酸化ナトリウム 5.0% (PF 溶液に対する水酸化ナトリウムの固形分率) とした。硬化性や吸水性は PF と MDI の併用で、大きく改善された。また、JIS\_6 サイクル試験で PF の高い耐久性が示された。

今後は PF の吸水性、耐久性をさらに検討するとともに釘性能の検討も行う予定である。

文献 1) Kojima Y, Suzuki S: *J. Wood Sci.* 57 (2), 126-133 (2011) .



第 1 図 接着剤が MDF の吸水厚さ膨張率 (TS) に及ぼす影響



第 2 図 JIS\_6 サイクル法による曲げ強さ (MOR) 残存率

## I. 2. 9 競争力の高い木製防護柵の開発

平成 25 年度 受託研究

製品開発 G, 生産技術 G, 耐久・構造 G (委託者 北海道産木材利用協同組合)

### はじめに

平成 21 年度に土中建込用の北海道型木製防護柵を開発した。しかし、河川等の護岸擁壁や橋梁等のコンクリート構造物上に設置するためには“構造物建込用”の製品開発が求められる。また、鋼製の防護柵との価格比で 2~3 倍となる製品価格が普及における大きなハードルとなっていた。そこで、構造物建込用の安全基準を満たす仕様を検討し、製品コストを考慮した部材を検討することで、既存の製品群と競争できる構造物建込用木製防護柵の開発を行った。

### 研究の内容

#### (1) 複合ビームの仕様検討

製品コスト削減に向け、下段のビーム（横梁）に用いる集成材の寸法を土中建込用の 120mm 角から 105mm 角に変更を試みた。また、ボルト穴を減らすことで断面欠損による強度低下を防ぐことと美観の向上を狙い、ビームに用いる集成材と山形鋼の一体化方法を 4 本ボルト締めから中央 2 本ラグスクリュー締めに変更を試みた。それぞれの組合せについて、曲げ試験を行った結果、集成材の寸法については、105mm 角でも十分に必要な性能を満たすことを確認した。また、ボルト仕様とラグスクリュー仕様との間で強度に有意な差は見出せず、ボルト穴の削減による美観向上よりも、ラグスクリューとボルトとで下穴寸法が異なり加工手間やコストが発生することを勘案し、ボルト 4 本タイプが適切と判断した。

#### (2) ビーム接合部の検討

車両が衝突した箇所の単スパンのビームだけで衝突エネルギーを吸収するのではなく、隣接するスパンのビームにも速やかにエネルギーを伝達させるために、山形鋼を隣接するスパンの山形鋼に直接連結するよう設計し、合わせてコスト削減のためにブラケット（支柱とビームを繋ぐ支持金物）の小型化を試みた。直接山形鋼同士を重ねると山形鋼内側のリブの肉厚部が外角と干渉し隙間が生じるため、隙

間を無くすために角を丸み加工して面同士で接触する仕様を検討した。また、加工コスト削減のために丸み加工やボルト穴の長穴加工をせず、隙間や施工誤差を大穴のボルト穴で吸収して対応する仕様についても検討するため、接合部の引張試験を行った。その結果、加工の違いは接合部の伸び方向の剛性には多少影響したものの耐力には影響せず、瞬間的な引張力の伝達に影響する加力初期の荷重応答が後者の仕様の方が速かったことから、大穴加工の仕様が適切と判断した。

#### (3) 防護柵の仕様決定と性能確認試験の実施

前項までの検討結果からビームの断面を上段 120mm 角、下段 105mm 角として設計した防護柵を 3 スパン分設置し、中央スパンのビームを水平方向に加力する引倒し試験を実施した。その結果、単スパンの曲げ試験では確認できない高い剛性や粘りのある変形挙動が確認された。また、この仕様をもって、つくば市の試験場において実車衝突試験を実施し（第 1 図）、一般道路における車両用防護柵の高規格基準である B 種の安全基準を満たすことを確認した。

#### まとめ

決定した構造物建込用の仕様では、重量ベースで土中建込用の北海道型木製防護柵との比が、鋼材 0.69 倍、木材 0.88 倍となり、加工の省力化も考慮すれば同製品よりも 3 割程度の低コスト化が可能となった。また、土中建込用と構造物建込用がそれぞれ B 種で実用化されたことで、自動車専用道路以外のほぼ全ての一般道路への設置が可能になった。



第 1 図 実車衝突試験による性能確認

## I. 2. 10 切削式粉砕機による林地残材活用技術の検討

平成 25 年度 一般共同研究  
製品開発 G, (株) 檜山鐵工所

### はじめに

バイオマスエネルギーへの期待が高まる中、とりわけ木材は灰分が少ないことや、比較的資源が集中して発生するなどの点から、燃料利用される機会が増えつつある。加えて、電力の固定価格買取制度 (FIT) により、林地残材の利用拡大が期待される。

林地残材を有効利用する際、減容化して搬出することがコスト削減につながることから、林地に運搬し、現地でチップ化できる粉砕機が求められている。

そこで、運搬可能で、品質の良いチップを生産できる、切削式の粉砕機の開発を行った。

### 研究の内容

燃料用チップの利用者を対象に要求サイズ等を調査したところ、<sup>ふるい</sup>篩目 40mm 以下でサイズがそろったもので、ボイラへの自動送りでトラブルの起こりにくい形状とのことであった。粉砕機には切削式と破碎式があるが、破碎式では細長い形状のピンチップとなり、挟み込みを生じやすい。そこで、開発機はローターにビット刃を取り付けた切削式とした。

第 1 図に開発機を示す。山土場などでの利用を考え、トラック輸送が可能なサイズで、ディーゼルエンジンを動力とした。また、投入・排出は発電機による油圧モーター駆動として、エンジン停止時にもコンベヤを反転させ投入材料を排出できるようにした。更に、負荷が大きくなりエンジン回転数が大きく低下した際に、送りを停止する機構も採用した。これらにより、投入速度 18m/分で、トドマツ 21cm 角材の処理も可能であった。

粉砕試験として、投入材料を一定にするためカラ

マツ正角及び胴縁 (3.5m) を用い、粉砕物 (チップ) の粒度分析を行った。その結果 (第 1 表)、正角よりも胴縁のチップ粒径が大きい値となった。これは、送りローラーの形状と切削刃の配置が影響し、胴縁では材の逃げにより縦長になるものが増えたためと考えられた。そこで篩目 16mm 超のチップ長さを測定した結果、胴縁の方が長くなっていた。別途、葉の付いたトドマツ枝条を粉砕したところ、胴縁の際のような長いチップは見られず、枝葉による互いの拘束で逃げが起きにくくなったと考えられる。

正角は投入本数を増やすと粒径が大きくなるのに対し、胴縁は逆傾向であった。これは正角の場合、処理量が多いと、スクリーン内にチップの集中が起こり、長いまま押し出されるものが増すのに対し、胴縁は材の逃げが減るとともに、横方向に分散し、チップの集中も起こらなかったためと考えられる。

粒径のばらつきの目安となる均等数 (小=バラツキ大) については、参考に示したピンチップよりも大きく、比較的粒径がそろっているといえる。

チップの形状は、直方体に近いものが多くみられた。これは、四角いビット刃で切削され、その際の衝撃で刃と平行面の割裂が起るとともに、二次的な衝撃で横方向の割裂が起こったためと考えられる。

### まとめ

林地残材から燃料用チップを製造する切削式粉砕機を開発し、性能評価を行った。その結果、投入材料の大きさと量がチップの粒径に影響することが分かった。今後、同様の機械の開発に生かすとともに、情報提供を行う。



第 1 図 デモ運転をする開発機

第 1 表 各区分における平均粒径と均等数

エンジン回転数 rpm	正角(105mm角)			胴縁(45×18mm)		
	本数	粒径 mm	均等数	本数	粒径 mm	均等数
1800	1	7.7	2.2	13	9.8	2.1
	2	9.9	1.9	27	9.1	2.1
	3	10.6	2.1			
1700	1	7.5	2.2	13	9.2	1.9
	2	8.5	2.4	27	8.7	2.0
	3	10.8	2.0			
参考: 林地残材 ピンチップ		4.6	1.2		同行の正角と胴縁 の材積はほぼ同じ	

## I. 2. 11 地域活性化につながる木製品づくりの検討

平成 25 年度 公募型研究

普及調整 G, 生産技術 G, バイオマス G

(協力 当麻町, 当麻町教育委員会, 当麻町森林組合, (福) 当麻かたるべの森, 北海道社会福祉協議会)

### はじめに

地域で産出される木材の有効活用において、特に期待されるのが製材・加工業等の木材関連を中心とした地域産業の活性化である。

一方、産業全般では、少子高齢化に伴う労働力不足が懸念されており、今後、障害者や高齢者も社会的役割を担う必要性が高まることが予想されている。しかしながら、現状では労働力としての社会参加の方法や、雇用の場そのものが無いなど、障害者や高齢者が労働者として社会参加するには様々な障壁がある。

本研究では、当麻町をモデル地域とし、地域から産出される木材を用いた高付加価値木製品を開発し地域活性化につなげるため以下の検討を行った。

### 研究の内容

#### (1) 木製品ニーズや福祉施設との連携可能性調査

高付加価値木製品に関するニーズ調査を行うと共に、その木製品を福祉施設で生産するための連携体制の確立について検討した。その中で、木製の名札ケース(第1図)に対する要望を得たため、福祉施設において障害者の作業状況等を加味した分析を行い(第2図)、機械加工(連携企業が担当すること)を想定)と手加工(福祉施設が担当)の配分により名札ケースの生産工程を構築した。

#### (2) 製品試作

「木製名札ケース」はすぐに地域での実生産につなげられるよう廃校(当麻町 旧北星小学校)に NC

ルーターとレーザー加工機を配備して試作を行った。試行錯誤の過程で数回のバージョンアップを行い、最終的な完成品については意匠登録を申請した。

#### (3) 材料(樹種)選定および安定供給ルートの確立

当麻町の町有林にて産出される針葉樹材、および不定期に産出される広葉樹材での製品試作を行い、加工精度等から材料としてカラマツを選定した。安定的な材の入手方法については、人工乾燥を町外施設へ委託せざるを得ず、納期管理と過大な送料の負担が大きな課題となった。

#### (4) バイオマス(端材等)の有効活用の検討

町内の林地から発生する林地残材の利用可能量と、当麻町の製材工場の製材残材の発生量を把握した上で、これら木質バイオマスから得られる総発熱量を試算した結果、それぞれ 17,100GJ と 17,477GJ であった。これに対して需要側となる廃校の暖房用と、製材工場で木材乾燥を行った場合に必要となる熱量を想定した場合の総熱量は、それぞれ 55GJ, 11,915GJ となり、製材残材のみで双方の必要熱量を賄えることがわかった。

### まとめ

地域材の有効利用、高付加価値化、および福祉施設における利用者の労働参加に関する知見が得られた。来年度からの経常研究において引き続き当麻町で研究を進めると共に、この成果を他の地域でも適用できるモデルとなるよう精査する。



第1図 木製名札ケース



第2図 福祉施設での作業の様子

### I.3.1 FIT が及ぼす製材業への影響評価と木質バイオマス発電の LCA

平成 25~27 年度 公募型研究  
マテリアル G , バイオマス G

#### はじめに

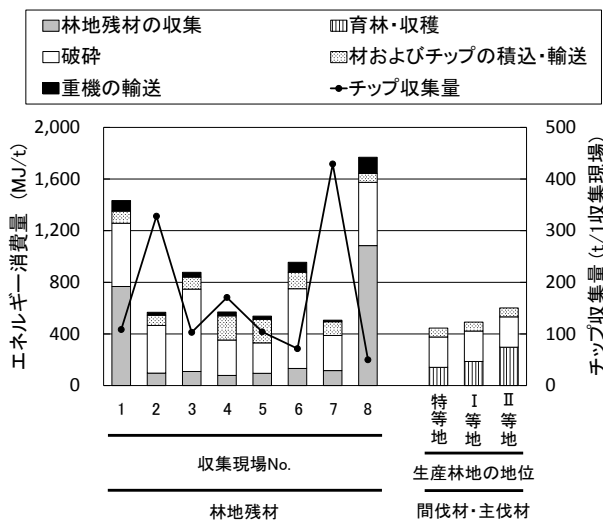
再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) が始まり、既存のマテリアル利用事業との原料の競合が懸念されている。他方、木質バイオマス発電の導入による温暖化抑制効果等の環境影響は明らかにされていない。本研究では、ライフサイクルアセスメント (LCA) による木質バイオマス発電の環境影響評価を実施し、原料の競合等による FIT の影響度を解析するためのヴァーチャル製材工場経営シミュレーターを開発する。

#### 研究の内容

平成 25 年度は、製材業における流通および原価構成等経営指標の基礎的調査、プロトタイプ版ヴァーチャル製材工場経営シミュレーターの開発、未利用木材 (林地残材や間伐材等の林地にある未利用の木材) の原料調達に係るエネルギー消費量等の調査を行った。以下に調査・分析結果の一例を示す。

#### (1) 製材業における流通および原価構成等経営指標の基礎的調査

シミュレーターの変数となる製材業における流通および原価構成等経営指標の基礎的調査を実施した。また、発電プラントにおける原料買取可能価格の試算を行った。プラントの規模によっては、発電



第 1 図 未利用木材 (林地残材および間伐材・主伐材) の収集、輸送にかかる燃料消費量

原料買取可能価格は、道内背板チップの市況価格やトドマツ・カラマツ素材の市況価格さえも上回る可能性が示唆された。

#### (2) プロトタイプ版ヴァーチャル製材工場経営シミュレーターの開発

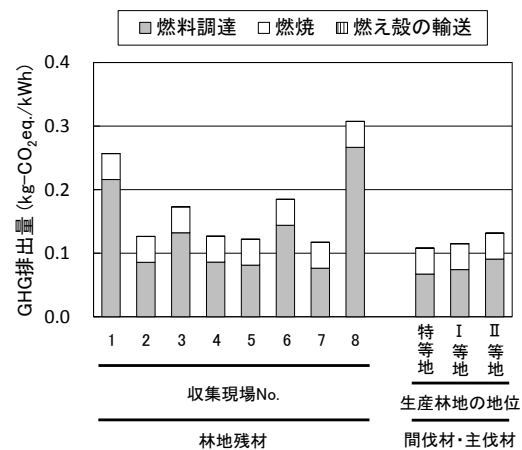
製材工場の原価構成や各経営指標等から、Microsoft エクセル上で稼働するヴァーチャル製材工場シミュレーターのプロトタイプを作成した。

#### (3) 林地未利用木材の原料調達に係るエネルギー消費量等の調査

未利用木材の収集、輸送にかかる燃料消費量を収集した (第 1 図)。林野庁ヒアリングモデルのプラント (5,800 kW) を想定して電力 1 kWh あたりの温室効果ガス (GHG) 排出量を算出した (第 2 図)。

#### まとめ

木質バイオマス発電導入による原料競合の可能性および未利用木材の収集、輸送に係るエネルギー消費量を明らかにし、ヴァーチャル製材工場シミュレーターの骨格を作成した。今後は、シミュレーターおよび LCA における各パラメータの精査を加え、評価精度の向上を図るとともに、後者においては地球温暖化以外の負荷も考慮した環境影響評価を実施する。



第 2 図 各種原料を用いた木質バイオマス発電による電力 1 kWh あたりの GHG 排出量



### I.3.2 地球温暖化と生産構造の変化に対応できる北海道農林業の構築

平成 21～25 年度 戦略研究

バイオマス G, マテリアル G, 微生物 G, 技術部長, 生産技術 G

道総研中央農業試験場 (主管), 道総研十勝農業試験場, 道総研根釧農業試験場, 道総研畜産試験場, 道総研林業試験場, 道総研工業試験場, (株) イワクラ, 北海道大学 (協力 (株) 雪印種苗)

#### はじめに

現在、北海道の農林業においては、耕作放棄地、造林未済地の拡大など、生産構造の変化への対応が急務となっている。また、地球温暖化対策として、温室効果ガス (以下、GHG) 排出の抑制に対応できる産業の構築が求められている。このことから本研究では、木材資源の生産・利用における、環境影響評価とコストを指標とした森林バイオマスの効率的利用モデルについて検討する。

#### 研究の内容

これまで本研究では、木材利用過程における地球温暖化対策に係る様々な検討を行ってきた。すなわち、林地残材をチップや木質ペレットとしてエネルギー利用した場合や発電施設の燃料として利用した場合の GHG 排出量の試算、各種木製品 (製材, 集成材, 合板) の製造, 輸送における GHG 排出量を試算した。さらに、木材利用過程の中で GHG 排出量の大きい工程を明らかにし、製材工場の乾燥工程で製材残材をエネルギー利用した場合の化石燃料の代替効果や GHG 削減効果、これらに伴う生産コストへの影響についての検討を行った。

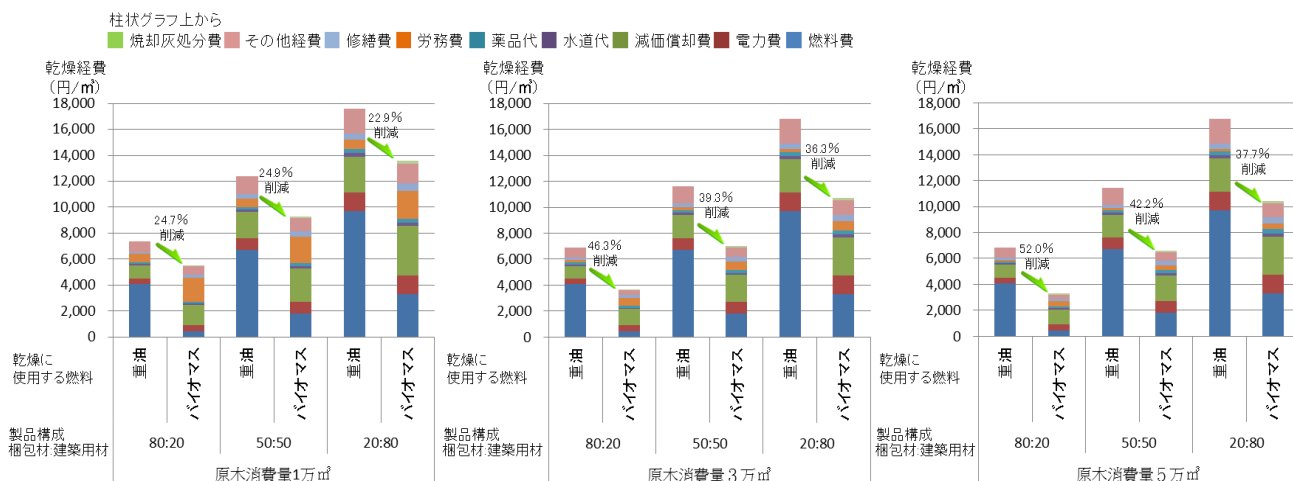
平成 25 年度は、製材工場の乾燥工程で製材残材と林地残材とを組み合わせるエネルギー利用した場合の乾燥経費と GHG 排出量削減効果を試算した。

製材工場において、“蒸煮処理した梱包材”と“乾燥した建築用材 (正角材)”を製造する場合を想定し、その生産規模と製品構成の条件をいくつか設定したシミュレーションを行った。その結果、生産規模が大きくなるほど乾燥経費の削減効果は大きくなった。また、製品構成別の比較では、単位 (m<sup>3</sup>) あたりのエネルギーの消費が少ない梱包材の比率が高いほど、製材残材で賄える割合が高いため、乾燥経費の削減効果が大きくなった (第 1 図)。また、いずれの条件においても 9 割以上の GHG 削減効果が認められた。

#### まとめ

地域材の活用促進に向けた各種施策や補助事業等の影響により、人工乾燥を必要とする建築用材の需要が高まれば、製材工場の乾燥材比率が向上すると考えられる。これに伴い製材工場では、バイオマスボイラーの新規導入や稼働率の向上が想定され、森林バイオマス (林地残材) の燃料利用が不可欠となることが想定される。

今後は、これまでの研究成果を踏まえ、次年度から開始される戦略研究「地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築 (H26-30)」の中で設定されるモデル地域等において、再生可能エネルギーの利用可能性に向けた検討を行う。



第 1 図 製材工場で梱包材と建築用材を生産した場合の乾燥に伴う経費 (規模別, 製品構成別)

### I.3.3 「新たな住まい」と森林資源循環による持続可能な地域の形成

平成 22～26 年度 戦略研究

技術部長, 生産技術 G, 製品開発 G, 耐久・構造 G, 居住環境 G, マテリアル G, バイオマス G  
道総研北方建築総合研究所, 道総研林業試験場, 道総研工業試験場 (協力 北海道木材産業協同組合連合会)

平成 22 年から継続して, 住宅産業と森林が融合した森林循環を可能とする地域産業を創出するため,

(1) カラマツの心持ち正角材の乾燥・加工技術 (2) 高付加価値化が期待される新製品の開発を行った。また, 現状の木材製品の物流, 商流を調査し, (3) 木材の拠点生産 (センター) 構想とそれを機能させるための情報の共有化技術を検討した。

#### (1) 正角材の乾燥・加工技術の開発

カラマツの心持ち正角材に割れ (表面割れ, 内部割れ) が生じにくい乾燥方法を検討し, 正角材を ① 蒸煮 95℃で 10 時間, ② (高温乾燥) 乾球 115℃-湿球 85℃で 18 時間, ③ (中温乾燥) 乾球 90℃-湿球 60℃で 2 週間程度乾燥することで, 内部が 15%以下で, 表面割れおよび内部割れの軽微な心持ち材とすることができた。また, 乾燥材の修正挽きを容易かつ高歩留まりとするため, ねじれた木材の基準面 (下面) 全面と定規面 (垂直面) の一部を同時に鉋削加工する装置を開発した。今後, 地域の木材工場等と連携しながら, これらの実証試験を行う。

なお, 北方建築総合研究所ならびに (有) 新濱建設の協力のもと, 開発した心持ち正角材を使用して, 旭川市内に真壁仕様の住宅を建設した (第 1 図)。また関連技術は, 割れとくるいの少ない乾燥技術として特許を出願した。

#### (2) 付加価値の高い部材開発

木材の特徴を活かした耐候性能の高い外装材を開発するため, 各種表面仕上げ (プレーナー, 粗挽き, ワイヤブラシ, P60 ペーパーサンディング)

を行った木質外装材を作成し, 塗装後の耐候性能を調べた。粗挽き仕上げ材の色差変化 (変色の程度) は小さく, 塗装面の微細な割れ, 塗膜のはがれなどの劣化についても, 他の表面仕上げに比べて小さい傾向を示した。このことから, 粗挽き仕上げされた木質外装材を用いることで, 塗装後の耐候性能を高めることができることが明らかになった。

#### (3) センター構想の提案

品質の確かな正角材を安定供給する生産方式として, 水分管理ならびに物流機能を有するセンターを核とする流通・生産構想を提案するため, 原木供給から生産・管理・販売の一連の流れのあり方を把握し, 必要となる機能を精査した。ここでは栗山町を想定して, 住宅産業と森林が融合したビジネスモデルを構想した。認知度が高まるまでは正角材の小規模生産が想定されるため, 小さな需要を積み上げる手法ならびにブランド形成による性能保証の仕組みが必要と思われた。一方, センターにかかる需給システムとして, 生産・在庫・品質管理の入力情報を精査し, トレーサビリティ技術と心持ち正角材の生産管理システムの開発を行った。トレーサビリティ技術については, 情報継承が可能であることを確認した (第 2 図)。生産管理システムについては, 今後, 補助事業などを活用しながら検証することとした。

平成 26 年度は最終年度であることから, 地域の協力の下, 乾燥技術の普及, センター構想等の実現を図る。



第 1 図 カラマツ心持ち正角材とそれを使用した実証住宅



標準タイプ 13 桁 (JAN4-コード 9 桁バージョン)



1. 製品個体情報:  
強度、含水率、生産履歴
2. 流通・管理情報: JANコード等
3. 産地情報:  
認証材、トレーサビリティの確保
4. 在庫情報: 納期

第 2 図 トレーサビリティにかかる情報