

新たな乾燥技術とトレーサビリティ技術を活用した 製材品質管理システム

北海道立総合研究機構 林産試験場

利用部 マテリアルグループ 石河 周平, バイオマスグループ 石川 佳生

1 はじめに

北海道立総合研究機構では、4機関(北方建築総合研究所, 林業試験場, 林産試験場, 工業試験場)が連携し、平成22年度から5か年にわたり、戦略研究「『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(以下、戦略研究と略す)」に取り組んでいます。この研究は、北海道の豊かな森林資源を住宅産業へ利用拡大することをイノベーションとして捉え、森林資源の循環利用策を提示し、持続的かつ活力ある地域産業の形成を促進させることを目的としています。

すなわち、川上(林業)、川中(木材産業)、川下(住宅産業)における課題として、川上(林業)では、森林資源の長期予測や林業収支の改善、造林意欲の向上とともに木材需要を意識した林業への転換を図るための課題を、川中(木材産業)では、製材供給量の増大と製造効率の向上、魅力ある建材の開発と供給システムの効率化により、地域経済への貢献を図るための課題を、そして川下(住宅産業)は、道産材利用に向けた態勢づくりととも、道産材を使用した住宅の普及率向上を図るための研究を行いました(図1)。

木材の利用に関する試験研究を担う林産試験場では、北海道の新たな住まいの形成に向けて、建築材料に道産材を使うシステム構築をすることで、森林資源

の循環と新たな産業創造を図ることを目的とした研究に取り組んできました。ここでは、その一部として、カラマツ心持ち材を管柱として利用するための乾燥技術の開発と木材流通の高度化に関する課題について紹介します。また、この研究を背景として実施した平成22年度林野庁補助事業「地域材実用化促進対策事業(トレーサビリティシステム確立検証)」等における各種検証と、このトレーサビリティ技術を発展させた製材品質管理システムの実用化についても紹介します。

2 道産材のシェア拡大を図るための考え方

日本の森林面積の22%を占める北海道では、多くの地域で林業や木材産業が地域の基幹作業のひとつになっています。しかし、建築材の道内自給率はわずか22%にすぎず、半数が海外からの輸入、それ以外は本州からの移入に頼っている状況となっています。

戦略研究では、建築用材の輸入材、移入材からのシェア奪還を目的とし、戦略研究の成果を実際の建築材の生産や流通の仕組みとして実現するため、開始当初より北海道行政、木材業界と連携して道産材のシェア拡大にかかる各種検討を進めてきました

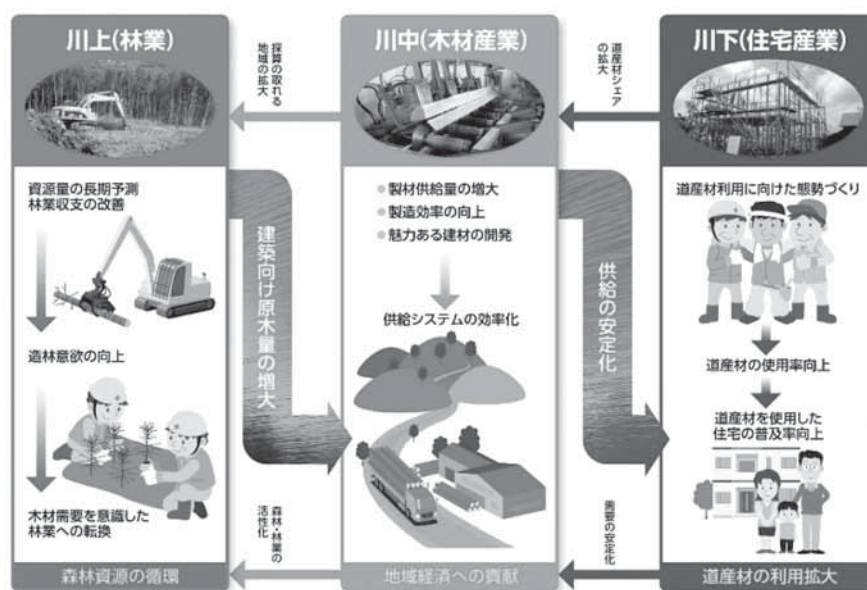


図1 戦略研究の概要

(「道産木製品マーケティング戦略会議(以下、戦略会議と略す)、平成22年度」,「道産材木製品シェア拡大協議会(以下、協議会と略す)、平成23年度」)。

戦略会議では、道産材の需要拡大のためには、輸入材との価格競争の問題とマーケットイン(市場立脚型戦略)的考え方が極めて重要との認識を共有しました。

協議会では戦略会議の議論を具体化するため、道産材のシェア拡大のキーワードとして、「品質の一定」、「価格の安定」、「JUST IN TIME」などが抽出されたほか、企業間で連携しながら地域内・外に製材を供給する仕組みの必要性や、戸建て住宅着工戸数の過半数を占める札幌圏近傍に、供給のワンストップサービスを実現する物流拠点があることなどが、道産材のシェア拡大を図る上で重要との結論に達しました。

3 新たな乾燥技術の開発

戦略研究では、道産材のシェア拡大のキーワードのひとつである「品質の一定」を実現するために、道産カラマツの建築用材への用途拡大を目指し、高品質な住宅用管柱として利用するための乾燥技術の開発を行いました。末口径18cm前後のカラマツ原木から心持ち正角材を採材し住宅用管柱として利用する場合、従来の天然乾燥や人工乾燥のうち100℃以下の温度で行う中温乾燥では、材面に大きな割れが生じることが多く、この表面割れを抑える乾燥方法として、100℃以上の高温で人工乾燥を行う高温乾燥が有効とされています。その一方で、過度な温度設定等では材内部に割れを引き起こすことがありました(写真1)。

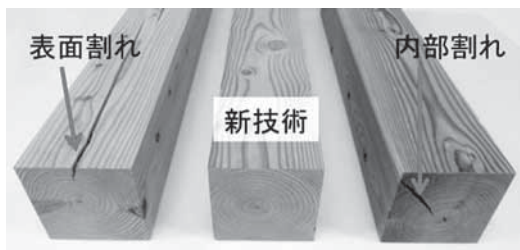


写真1 新技術による乾燥材と従来乾燥材の比較(左から 表面割れの発生した乾燥材、新技術による乾燥材、内部割れの発生した乾燥材)

また、北海道の木造住宅においては冬季の暖房によって室内環境が低湿度状態になるため、木材は更に乾燥して含水率が低下し、ねじれが生じやすくなります。このため、製品出荷時の仕上がり含水率は、冬季暖房室内の温湿度環境を想定してねじれが生じないようにする必要があります。そこで、カラマツ心持ち正角材の割れやねじれを抑制するための適正な高温乾燥

条件について検討しました。新技術による乾燥材と従来のカラマツ乾燥材等を冬季間の暖房された室内環境に放置した場合のねじれ変化を観察したところ、新技術による乾燥材は、従来のカラマツ乾燥材と比較して大幅にねじれが抑制されており、住宅部材として広く使用されている輸入集成材と比較しても同等以上のねじれ抑制効果が得られました(図2)。

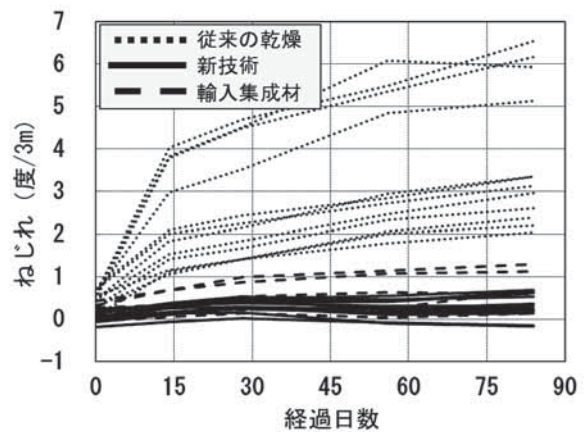


図2 冬季暖房室内のねじれ変化

また、新技術による乾燥材の普及とブランド形成を図るための取組みとして、北海道の木材産業関連団体(北海道木材産業協同組合連合会)との連携により、内部(コア)まで均一に乾燥(ドライ)された新技術を「コアドライ®」の名称で商標登録するとともに、新技術による乾燥製材の生産要領や検査要領などの独自基準を設け、コアドライ生産事業者認定の制度設計に係る支援を行いました(図3)。



図3 コアドライ®認証マーク

4 道産材の安定供給に向けた提案

木材産業における国産材の流通構造は、小規模かつ多段階であることから、安定供給やコスト低減が困難な状況となっています。そこで、北海道のカラマツ人工林資源の新たな用途開拓と、道産材の外国産材からのシェア奪還を目的とし、道産材を建築用材として使うための「新たな流通システム」(図4)について検討しました。

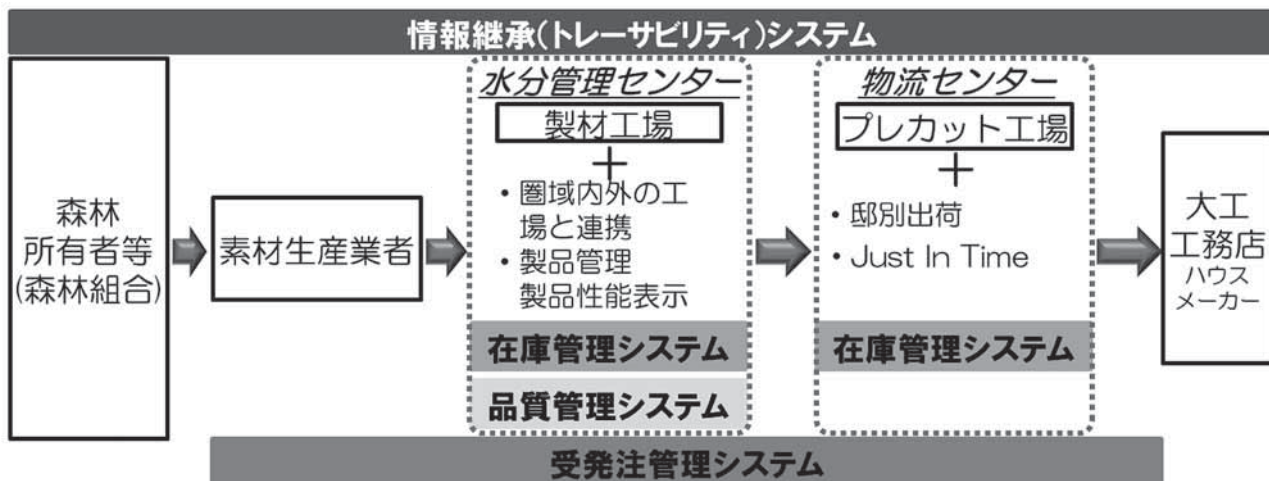


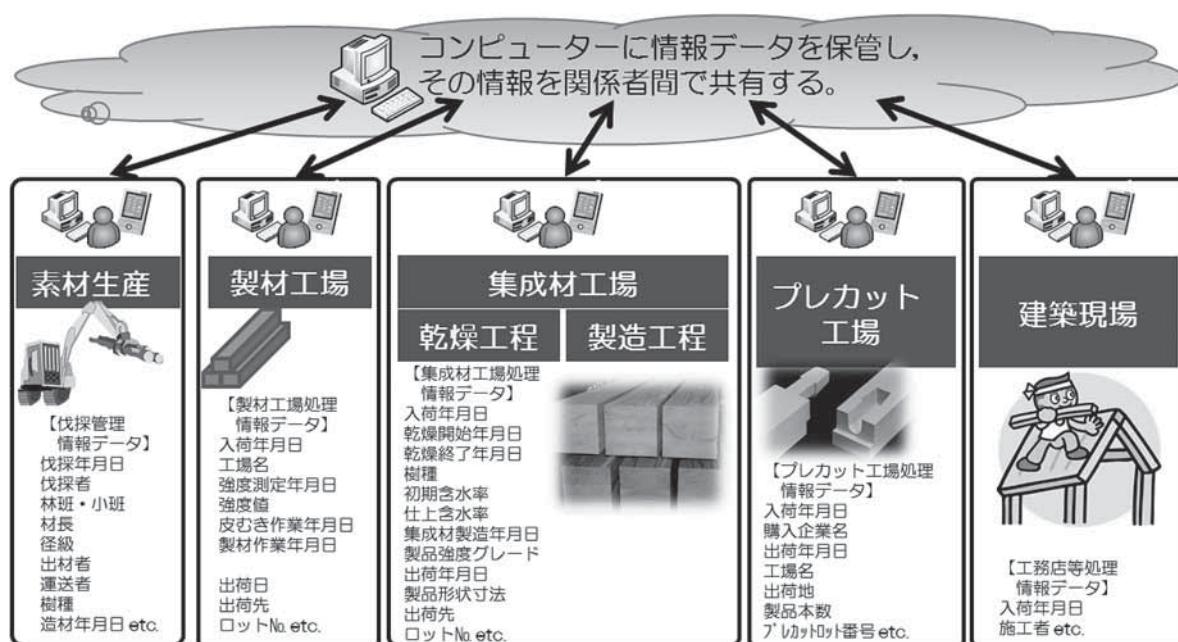
図4 新たな流通システムのイメージ図

新たな流通システムでは、道内各圏域の拠点となる製材工場が周辺工場と連携し、高品質な建築用材を供給するために重要となる乾燥材の水管理を行うセンターとして“水管理センター”を設置します。また、各圏域の水管理センターが製材、乾燥、仕上げ加工の各段階でしっかりと製品管理し、性能表示を行った製品(乾燥製材)を、邸別に「JUST IN TIME」で提供するためのセンターとして、現状、木材流通を担っているプレカット工場を“物流センター”として位置づけ、既存の流通経路や組織を活用しつつ、ユーザーの元へ高品質な建築用材を提供します。さらに、各センターの物流を補強するシステムとして、業態間、連携企業間、センター間における情報共有を実現するための情

報継承(トレーサビリティ)システムとこれを基盤とした受発注管理システム、品質管理システム、在庫管理システム等の導入を図ります。

5 木材トレーサビリティの検証

道産材のシェア拡大のためのキーワード「JUST IN TIME」を実現する上でも、「品質の一定」を担保する上でも、木材の生産にかかる情報を、川上から川中、川下までつなぐことが極めて重要となります。そこで、平成22年度林野庁補助事業「地域材実用化促進対策事業(トレーサビリティシステム確立検証)」を活用しながら木材トレーサビリティに係る各種検証を行いました(図5、6)。



各工程で情報データを入力
各工程から情報データの確認可能

図5 木材トレーサビリティシステムの概念図



図6 木材トレーサビリティシステムの検証作業

本事業は、下川町地域材活用促進協議会とともに、素材生産から製材、乾燥、集成材加工、プレカット、建築現場までの生産・流通過程を範囲として、各工程での情報入力・継承方法、原料や製品と各工程の情報を結びつける仕組みを検討するとともに、システムの使い勝手や有効性検証のほか、情報継承上の課題を明らかにしました。

使用した機器は、本事業で貸与されたクラウドサーバーおよび各工程別クライアントサーバー、PDA(携帯情報端末機)、ICタグ、Wi-Fiルーターなどです。クラウドサーバーへのデータ転送は、PDAとWi-Fiによりインターネット経由で行いました。

検証過程における、情報欠落の有無、作業性、各種課題、掛かり増し経費などを以下に記します。

・素材生産現場

原木玉切り後、通常の検寸作業に合わせて行ったICタグ取り付け、作業分析の結果、取り付け費用は原木1 m³あたり215円(タッカー)～236円(木ネジ)と見込まれました。作業員への聞きとりでは、原木堆積低部への取り付け時には中腰による腰痛の懸念が示されたほか、木ネジでは軍手を付けると作業性が極端に悪くなることなどの指摘がありました。

・製材工場(土場)

原木入荷時にICタグの脱落は認められませんでした。ICタグに雪が付着した状態でもPDAを近接させれば読取りは可能でした。しかし、ICタグから40cm以上離れた位置からでは雪の付着がなくても読み取ることができませんでした。離れた位置から一括して簡便に読み取るためには、より高出力タイプのPDAが必要と考えられます。QRコード貼付作業およびPDAからクラウドサーバーへのデータ転送には、原木88本あたり作業員3人で1時間を要し、掛かる経費は

215円/m³と試算されました。同時に行った原木強度測定およびPDAへの数値入力においても、同額程度を要することがわかりました。

・製材工場(剥皮から製材)

剥皮工程では、ICタグの竹串による取り付けのみ29本中4本の脱落が発生しました。製材本機オペレータによるICタグの取り外しおよび読取りには、いずれの取り付け方法においても通常の本機作業の1.4倍程度の時間を要したため作業効率は70%程度に低下し、原木1 m³あたり66円の経費増となりました。小割りテーブルでの製材終了時、挽き板すべてにおいて、貼付したQRコードの読取りは可能でした。

・集成材工場(乾燥工程)

高温・高湿化に置かれたICタグの読取りはすべて可能でした。また、QRコードの脱落は無く、かつ読取りもすべて可能であり、これに伴う経費を要することはありませんでした。

・集成材工場(挽き板強度測定)

挽き板強度測定後において、QRコードの読取りはすべて可能でした。挽き板272枚の強度をPDAに入力するのに作業員2人で1時間を要し、掛かる経費は挽き板1 m³あたり675円(原木換算：歩留り約31.8%として、215円/m³)となりました。

・プレカット工場、工務店

各工程における情報入力は問題なく、全ての情報が継承されました。また、これに伴う経費を要することはありませんでした。

トレーサビリティシステムにより、素材生産から建築現場の範囲において、すべての情報が寸断されることなく継承することが可能であることがわかりました。一方、情報継承確保のために掛かる直接的な人件費は、原木1 m³あたり732円(236+215+66+215円)、

さらに、接着剤、耐熱耐水用紙などの資材も費用として発生します。よって、低コストなICタグ等情報継承ツールの自動貼付・読取り装置開発や、より高付加価値な製品に特化した利用システムの構築が今後の課題となります。

本システムによる試行検証で情報継承が十分確認できたことから、各工程における品質管理、生産管理、在庫管理の高度化などによるコスト低減等の可能性が見いだされました。

6 製材品質管理システムの実用化

平成26年1月、戦略研究で開発を行ったコアドライ技術を活用した高品質な乾燥材や、将来様々な木製品供給のワンストップサービスを提供することを目的とし、札幌圏近傍に栗山町ドライウッド協同組合(以下、協同組合)が設立されました。協同組合では高品質な乾燥材を提供するため、コアドライ生産事業者の認定も取得しています。

コアドライの乾燥技術は極めて高度な製造管理が必要であり、その品質を担保するためには、在庫管理の徹底と高度な品質管理が必要となります。

道総研では、これまでの各種システムの検証で得られた知見や経験を踏まえ、実生産に向けた生産・品質・在庫管理に係るシステム開発を支援しました。本開発にあたっては、不良在庫を減らしてコスト低減を図ること、作業標準を徹底することでシステムの開発工数を減らすこと、重要管理項目の製造履歴は全て保存することなどを基本理念として、協同組合とともに業務フローの標準化を図りました。

標準化された業務フローを基に生産・品質・在庫管理を可能とするソフトウェアとして図7のフローによる「製材品質管理システム」を構築しました。このシステムは、乾燥装置のサブコントローラとして組み込まれ、平成26年8月より運用が開始されています。

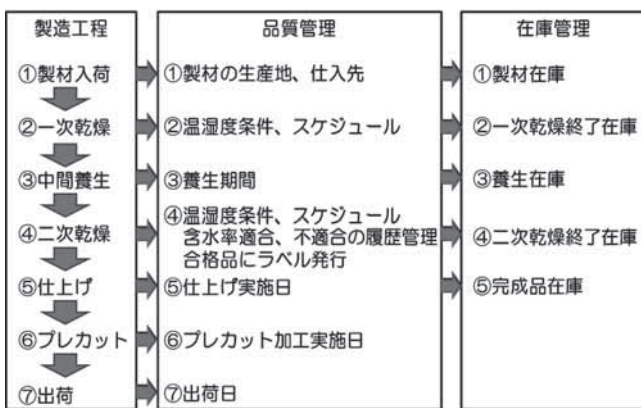


図7 「製材品質管理システム」のフロー

本システムの特徴は、製材の受け入れ時に管理バーコードを貼付し、以降全ての乾燥・加工・検査項目の入力をPDAにて行い、Wi-Fiを介してこれらの履歴がサーバに保存され、出荷製品には高度な品質管理の証となるQRコードを発行し添付しています。

また、材料・製品保管庫には、数十のロケーション管理コード(バーコード)を付与し、材の移動時には貼付してある対象のコードをPDAで読み取り、次に置いた場所のロケーション管理コードを読み取ることで、様々な加工段階の材がどこにどれだけあるかが常に把握できる仕組みとなっています(写真2)。



写真2 バーコードによりロケーション管理されたストックヤード

7 おわりに

今後、道総研では、製品受注を起点に素材生産から加工、出荷、流通の各段階にこの技術を活用展開し、木材生産にかかるサプライチェーンの構築を図ることで、需要者から「道産材は使いやすい」という評価を得られるように、業界・行政と共働していきたいと考えています。

8 引用文献等

- [1]斎藤直人.“「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”. 林産試験場年報. 23号(2012)
- [2]石河周平.“下川町における木材トレーサビリティの試行について”. 林産試だより. 11号(2012)
- [3]斎藤直人.“「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”. 林産試験場年報. 24号(2013)
- [4]石川佳生.“道産木材・木製品の利用促進に向けた仕組みについて”. 林産試だより. 9号(2014)