

## 建築用木材のデータベース化に関する研究 (第2報) 木材トレーサビリティシステムの実証実験

### The study of database of timber. Demonstrative Experimentation of Timber Traceability System

学生会員 ○添原 洋平 (信州大学)      学生会員 松場 啓太 (信州大学)

技術フェロー 浅野 良晴 (信州大学)      正会員 高村 秀紀 (信州大学)

Yohei Soehara\*<sup>1</sup> Keita Matsuba\*<sup>1</sup> Yoshiharu Asano\*<sup>1</sup> Hideki Takamura\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> Shinshu University

This paper presents Demonstrative experimentation of timber traceability system in Nagano prefecture Neba village and Niigata prefecture Kamo city. In order to make wood distribution efficient and promote using domestic wood, We have tested timber traceability system in Nagano prefecture and Niigata prefecture empirically and made database of timber for structure by using timber traceability system. As a result, We know putting in practical use has many problems and how to approach utilization. The waterproof label which printed QR Code will separate at the time of dryness. Therefore, it is necessary to reexamine how to stick. Moreover, if workability etc. are taken into consideration, it is necessary to extract information to necessary minimum in database creation of wood information. An interview needs to examine required information.

#### 1. はじめに

現在わが国の人工林は今後十年間で約六割が利用可能な高齢級の森林に移行する見込みである。<sup>1)</sup> また、森林資源蓄積量は年々増加しており、図1のように年間成長量は約 8100 万<sup>3</sup>m<sup>3</sup>(H17)<sup>2)</sup>であるが、国産材供給量は年間約 1700 万<sup>3</sup>m<sup>3</sup>(H17)<sup>2)</sup>と年間成長量の約 1/4~1/5 程度にとどまっている。一方で国内消費量は 8700 万<sup>3</sup>m<sup>3</sup>(H17)<sup>2)</sup>となっており国内の森林資源を上手く利用できていない状況にある。炭素固定や国土保全といった森林の多面的機能を維持するためにも森林資源を適切に利用する必要があり、国は「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」を平成 22 年度に施行するなど、国内の木材利用を拡大しようとしている。

木造で公共建築物のような中大規模建築物を建設する際には大量の木材が必要となるが、現状では材の所在や質、生産可能量等が設計者・施工者等から見えずらく、適切な材での設計・材の調達が困難な状況にあり、今後中大規模木造建築物の建設により木材利用を促進していくためにも、どこに、どのような木材が、どれ程あるのかといったことを示す、木材のデータベース構築が必要であると思われる。木材データベースの構築の手法の一つとして木材トレーサビリティシステムが考えられる。これは、一つの材が出来るまでのすべての工程でデータを蓄積し、それを素材生産者、加工者、消費者等で共有することで、各流通段階での流通の効率化や在庫の低減、加工する際の歩留まりの向上等が期待できるシステムである。このようなシステムを利用することで、中大規模建築物を建設する際の上記の課題を改善できると

考えられる。

一方で同システムは平成 22 年度林野庁補助事業『地域材利用加速化支援事業の内 地域材実用化促進対策事業 トレーサビリティシステムの確立検証』<sup>2)</sup>において一般社団法人木を活かす建築推進協議会、株式会社 DCMC 等によって全国 8 グループで試行され、その結果コストがかかり作業が煩雑になってしまう等問題点が明らかになっている。

そこで本研究では長野県根羽村、新潟県加茂市において実際に木材トレーサビリティシステムを試行し木材のデータベース化を試みるとともに、作業の簡略化について検証し、また木材流通を把握し導入に係わる問題点等を明らかにすることを目的とする。

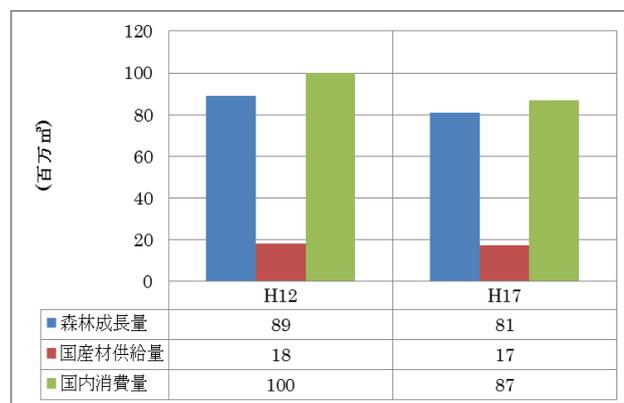


図1 国内森林成長量、国産材供給量、国内消費量

## 2. 実験概要

### 2.1 実験対象

実験対象とする材は、国内木材需給量の約 37%を占める製材品のうち構造材となる A 材とし、長野県根羽村、新潟県加茂市の 2 か所で実験を行う。長野では立木 5 本分を、新潟では立木 3 本分を実験した。

### 2.2 実験期間・場所

長野県根羽村では 2013 年 12 月 5 日から、新潟県加茂市では 2013 年 12 月 11 日から実験を開始し、現在製材所まで実験が進んでおり、それ以降は引き続き実験を行っていく。実験場所を表 1 に示す。

長野県根羽村は森林組合が製材工場を有しており、根羽村森林組合が管理する森林から出た材は原木市場を介さず製材工場まで流通する。また新潟県加茂市では南蒲原森林組合から製材工場に直接流通する材について実験を行った。

### 2.3 システム概要と実験の流れ

倒木前後から木材に ID を与え、UHF 帯 RFID タグ(以下電子タグ)、QR コードによって ID を管理する。その材が加工され、移動していくとともに、位置情報・製品情報などのデータをクラウドに蓄積していき、最終的にトレーサビリティが確立され流通把握が行えるかどうかを実験する。

実験は長野では倒木後か、新潟では倒木直前の立木から開始した。林地から土場において長野では電子タグと QR コードを併用し、新潟では電子タグのみを使用する。実験する材は原木市場を介さずに流通し、流通経路が確定している。流通経路は順に林地、土場、製材工場、プレカット工場、建築現場となっている。

新潟では皮剥ぎ工程がなく、また仕上げ製材以降は材に製品 ID が与えられるため、データキャリアを取り外し与えられた製品 ID を今までの ID に紐付けて管理した。実験のフローとシステムの概要を図 4 に示す。

### 2.4 入力項目

入力項目は既往の研究<sup>3)</sup>を参考に各作業年月日や作業名等の加工情報や立木位置、丸太等在庫位置の位置情報、ヤング係数、含水率などの製品情報を主に用意した。

### 2.5 使用機器

主な使用機器はリーダライター、電子タグ、QR コードである。リーダライターは携帯情報端末であり、データの編集、保存等にも活用できるものを使用した。電子タグ(UHF 帯 RFID タグ)は読み取り可能な距離が長く、またそれ自体が見えていなくても読み取ることができ林地で予想される降雪や汚れなどが問題とならないことが

既往の研究<sup>3)</sup>で明らかにされている。一方で容量が小さくデータそのものを載せることはできない。今回使用する電子タグは倒木時や搬出時の衝撃に耐えられるよう熱可塑性樹脂の中に空気とともに封入されたものとした。QR コードにはデータそのもの、または URL を載せることが出来るため製品情報を容易に引き出すことが出来る。今回は作業性、風雨などに晒されることを考慮し耐水ラベルに印字したものを使用した。使用した機器を図 5、図 6、図 7 に示す。

表 1 実験場所

	長野県根羽村	新潟県加茂市
林地	N森林組合	M森林組合
土場	N森林組合	M製材工場
製材工場	N森林組合	M製材工場
プレカット工場	注文が入り次第実施予定	Tプレカット工場

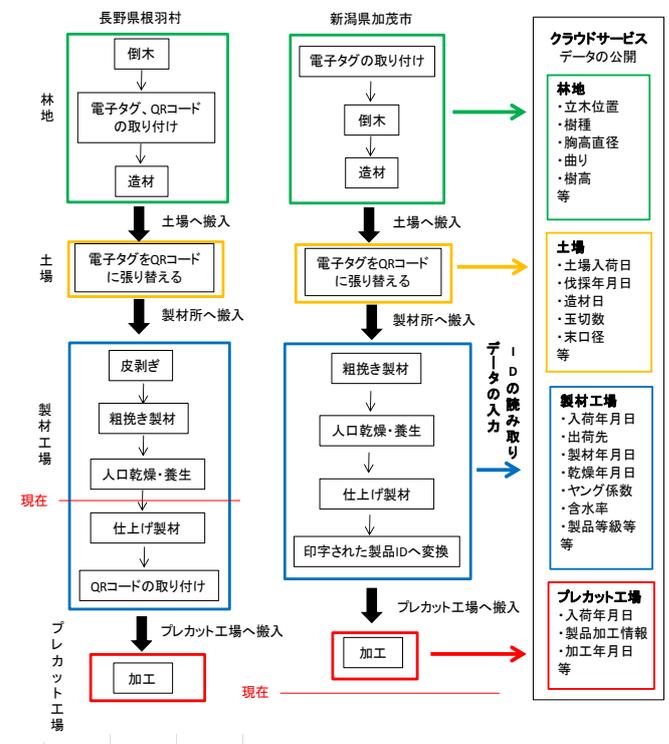


図 4 実験フローとシステム概要



図 5 リーダライター



図 6 電子タグ



図 7 QR コード

### 3. 実験結果

#### 3.1 林地

タグは立木にかすがいを使って取り付けました。電子タグは近くに複数あると一括で読み取ってしまい、区別しづらいため今回は与えた ID を書いたメンディングテープをタグに貼り付け目視でも区別がつくようにした。

倒木時、搬出時ともにタグに損傷は見られず読み取ることができた。

新潟では立木3本分すべてにタグを打ち込み、長野では立木5本中4本分にQRコードを耐水紙に印字したものをタッカーで取り付け、1本分にタグを取り付けた。造材時にどの材がどの木から切られたのか区別がつくうちにタグ・QRコードを取り付けなければならない。

#### 3.2 土場

QRコード、電子タグ共に損傷は見られず全て正常に読み取ることができた。電子タグは2mほど離れたところから読み取ることができた。

タグは形状が長く粗挽き製材時に切断されてしまうため取り外し、耐水フィルムラベルに印字したものに張り替えた。また長野の製材工場ではタッカーの針が製材時に刃にあたると刃こぼれが起きるとのことから、新潟では加工時に材を抑える機械が針にあたると損傷する恐れがあるとのことからタッカーで取り付けていたQRコードについても針と耐水紙を取り外し、こちらも耐水フィルムラベルに印字したものに張り替えた。長野ではラベルは部分的に接着していないものも見られたが、大部分接着していた。一方新潟では作業時雨天であり木口が湿っていたため何本か貼り付けることができなかった。そのためペンで書きこんだIDで識別することになった。

#### 3.3 製材工場

皮剥ぎ工程では貼り付けたQRコードが邪魔になることはなく、作業後も損傷は見られなかった。

製材時QRコードが切断されることはなかったが、より小さいものを使用することで切断される可能性を小さくすることが出来る。図8に示したのは新潟での製材後の様子であるが、よく接着していなかったものは剥がれかかっていた。また製材時に機械の抑えによってQRコードに穴が開いてしまったが、読み取ることができた。

図9に長野での乾燥後のQRコードの様子を示す。長野での乾燥方法は蒸気式であったが、ほとんどのQRコードがはがれてしまっていた。また乾燥時にでるヤニによって茶色に変色していたが読み取ることができた。

図10に新潟での乾燥後のQRコードの様子を示す。新潟での乾燥方法では燻煙式だった。タッカーで固定して

いたため剥がれてはいなかったが、ススがつき読み取れなくなってしまった。仕上げ製材時に問題はなかった。

#### 3.4 プレカット工場

新潟ではプレカット工場まで実験が済んでいる。製品に直接印字されたIDにより識別したため、プレカット時に問題はなかった。加工前、加工後等材が山積みされるため、電子タグを用いると管理が容易になると考えられる。

#### 3.5 木材データ一例

表2に新潟での現在集めた木材データの一例を示す。今回は立木管理の段階から材を追っていないため植栽日や間伐作業年月日といった立木管理時の情報は入力できなかった。また今回調査を行った場所では樹皮外観、傾斜等は考慮されておらず入力しなかった。また、聞き取り調査を行ったところ流通を促進させるうえで丸太・製材品それぞれについて納期の入力項目が必要であることが分かった。

表2 木材データ一例(新潟)

ID:2-1-1		製品ID:1403000618
<b>位置情報</b>	<b>作業情報・加工情報</b>	<b>個体情報</b>
林地	林地	林地
方位/-	植生/シダ類	樹種/スギ
林区分/3	地帯日/-	材種/-
林班・小班・地番・施業番号/131・3・15・1	植栽本数/-	樹高/22
	植栽年月日/-	胸高直径
地位/3	傾斜/-	/34.5/36/34/34.5
立木位置/37° 36'37.4/139° 96'20.0/96m	作業年月日(下刈り)/-	材質/A材
	作業年月日(間伐)/-	曲り/なし
所有者名/*****	作業年月日(枝打ち)/-	樹齢/40
出材地/*****	間伐強度/-	中間土場
出材年月日/2013年12月11日	林分本数/-	材長/409
<b>中間土場</b>	林分面積/0.56	樹皮外観/-
土場入荷日/2013年12月11日	林分材積/237	玉切数/3
土場位置/*****	<b>中間土場</b>	原木等級/-
所有者名/*****	出材者/*****	末口径/29/29.5
会社名/*****	伐採年月日/2013年12月11日	径級/中目丸太
出材地/*****	伐採者/*****	材質/A材
出材年月日/2013年12月11日	倒木方向/-	ヤング係数/-
<b>製材所</b>	造材日/2013年12月11日	<b>製材所</b>
入荷年月日/2013年12月11日	伐採確認者/-	購入価格/-
工場名/*****	気温/-	材積/0.35m³
丸太在庫位置/-	葉枯期間/なし	皮剥ぎ後径/-
皮剥ぎ前丸太在庫位置/-	<b>製材所</b>	粗挽き製材後形状寸法/22.5×13.5×409
皮剥ぎ後丸太在庫位置/-	皮剥ぎ作業年月日/-	乾燥前含水率/114.3
粗挽き製材前丸太在庫位置/粗挽き製材前土場	作業者名/-	製材後形状寸法/21.6×12.6×400
粗挽き製材後丸太在庫位置/乾燥前土場	粗挽き製材作業年月日/2013年12月11日	作業者名/-
乾燥前土場	作業者名/-	人口乾燥後含水率/22.1%
人口乾燥用材在庫位置/乾燥前土場	人口乾燥作業年月日/2013年12月16日 2014年1月23日	自然乾燥後含水率/-
複数回乾燥用材在庫位置/乾燥後倉庫	作業者名/-	仕上げ後形状寸法/21.6×12.6×400
乾燥後倉庫	人口乾燥終了日/2014年1月10日 2014年2月19日	ヤング係数/7.02GPa
人口乾燥済み製材品在庫位置/乾燥後倉庫	自然乾燥作業年月日/-	ヤング係数計測年月日/2014年3月14日
自然乾燥用材在庫位置/-	自然乾燥作業終了日/-	価格/6700円
自然乾燥済み製材品在庫位置/仕上げ作業後丸太在庫位置/乾燥後倉庫	仕上げ作業年月日/2014年3月14日	製品等級/E70
乾燥後倉庫	作業者名/-	重量/46.8kg
出荷先/*****	<b>プレカット工場</b>	<b>プレカット工場</b>
出材年月日/2014年4月10日	加工年月日/2014年4月11日	ヤング係数/E70
<b>プレカット工場</b>	加工者名/*****	製品加工情報/-
入荷年月日/2014年4月10日		含水率/SD25
購入元/*****		出荷価格/-
工場名/*****		
加工済み製品在庫位置/出荷前倉庫		
出荷先/注文住宅		
出荷年月日/-		



図8 製材後(新潟)



図9 乾燥後(長野)



図10 乾燥後(新潟)

## 4. 導入に係わる問題点・改善策等

### 4.1 QRコードについて

タッカーでは安定して取り付けることができたが加工時に金属製の針が邪魔になるため使用は難しい。ラベルは水気の多い木にはうまく貼り付かず、また乾燥時に剥がれてしまうため、より粘着性能の良いものを試すかあるいは接着剤等についても検討する必要がある、また乾燥方法が燻煙式の場合はスガがついてしまい読み取れなくなるためカバーをつける等の工夫が必要になる。

### 4.2 UHF帯RFIDタグについて

タグが近くに複数あり個体同士を識別したい場合、電波強度を弱くするなどの操作が必要であるため新潟での調査時のように与えたIDを目視によって識別できるようにすることで作業効率は上がる。また、倒木時・搬出時にはほかの作業に比べて比較的大きな衝撃が加わると思われるが、損傷はみられず頑健性は十分であるように思われる。

UHF帯RFIDタグがもつ一括読み取りできるという特徴は在庫管理や入出庫管理などの際にQRコードと比べ優位性があると思われるため、加工時に邪魔にならないようなサイズ・取り付け方を工夫することでQRコードに張り替えなくても良いようになれば作業を減らすことができ、また管理の効率化につながると考えられる。

今回のように加工を施すことで、何度も再利用できるであろう頑健性は得られたが、サイズが大きくなるため加工時に取り外さざるを得なくなってしまい、また価格も大幅に上がることから、加工を施していないものについても試してみる必要がある。

### 4.3 リーダライタートについて

PDAにデータを入力しようとした場合、操作性は良いとは言えないため、一括入力など効率よくデータを管理できるシステムをつくる必要がある。

### 4.4 データの入力について

生産者情報や加工年月日といった個体差のない情報については一括入力等できるようにすることで作業は大幅に減る。

### 4.5 入力項目について

今回の入力項目には在庫管理の効率化や森林管理の率化といったトレーサビリティシステムの導入に追従して得られる付加価値につながるものも既往の研究<sup>3)</sup>を参考に用意した。これらの情報は必ずしも必要とされる項目ではなく、最低限の生産履歴情報・製品情報に絞込むことが出来れば入力作業を軽減できる。一方で「納期」のように情報開示が必要な項目もまだあることがわかった。今後トレーサビリティシステムの導入により木材情報をデータベース化していく上で、どのような情報が必要になってくるのかを聞き取り調査などで調べる必要がある。

## 5. まとめと今後の課題

今回の研究で得られた知見を以下に示す。

・現段階では長野では乾燥工程まで、新潟では前段階まで実験が済みであり、それまでの部分についてはトレーサビリティを確立することが出来た。しかしながら今回は対象が少なく、またラベルが剥がれるなど問題が起こった際には随時手を加えていた。今回の実験で問題点等が明らかになった。それらを改善しつつ可能な限り作業を簡略化していく必要がある。また、長野の乾燥工程以降の部分については今後引き続き調査を行っていく。

・今回実験した材は製材工場まで流通経路が確定していた。材の加工方法や乾燥方法によって適応できる方法が異なることから、原木市場を介す材のように流通先が不特定な材についても調査を行う必要がある。

・QRコードの貼り付け方等の問題点が明らかになった。  
・トレーサビリティシステムの導入による木材情報のデータベース化にあたり、どのような情報が必要か聞き取り調査を行うなどして検討する必要がある。

・木材トレーサビリティシステムにより構築されたデータでは個々の材の品質・所在をリアルタイムで参照することができるため、生産者側からは材のニーズが、使用者側からは求める材の品質や所在が明らかになり、流通の効率化、在庫の低減、発注先の検討に利用できる。また個々のデータを統合して見ることで流通している材の量的把握も行えるようになると思われる。しかしながら、製材工場やプレカット工場等の機械で加工可能な材の寸法、一定期間に加工できる材の量などは明らかにならない。これらの情報を参照できるデータベースを構築することで発注・設計等が容易になると考えられるため、今後これらの項目に関してアンケート調査等を行う必要がある。

## 参考文献

- 1) 我が国の森林・林業及び木材利用の外観について、林野庁、H24.4 <http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/koukyou/pdf/gaikan.pdf> (アクセス日 2014/04/08)
- 2) 林野庁 各種統計、H12、H17、H24、  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kouhou/toukei/>  
(アクセス日 2014/04/08)
- 3) 『地域材利用加速化支援事業のうち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 報告書』(平成22年度林野庁補助事業)、一般社団法人木を活かす建築推進協議会・株式会社DCMC、H22、  
<http://www.kiwoikasu.or.jp/technology/s01.php?no=43>  
(アクセス日 2014/04/08)