

【4-21】

## 建築用木材データベースに関する研究 その 2 長野県・新潟県における木材トレーサビリティシステムの検証

正会員 ○ 添原洋平\*  
正会員 松場啓太\*  
正会員 浅野良晴\*\*  
正会員 高村秀紀\*\*\*

木材 データベース 木材トレーサビリティシステム

### 1. はじめに

現在わが国の人工林は、今後 10 年間で約 6 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 m<sup>3</sup> (H17)<sup>2)</sup>であるが、国産材供給量は年間約 1700 万 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 m<sup>3</sup> (H17)<sup>2)</sup>と国内の森林資源を上手く利用できていない状況にある。国産材利用促進には流通経路の見える化と精度の高い把握を行う必要があるが、それらを目的とした一つの手法として木材流通トレーサビリティシステムがある。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木材流通の見える化と精度の高い流通把握を行うことができ、品質保証や在庫管理の効率化、材の調達の効率化につながると考えられるシステムである。このシステムは平成 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>3)</sup>とし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たが、普及するにはまだ時間がかかると考えられている。その主な原因としてコストがかかり作業が煩雑になってしまう割にはそれに見合うようなメリットが得られないこと等が挙げられる。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作業の簡略化について検証するとともに、木材流通を把握し導入に係わる課題や問題点を明らかにすることで木材トレーサビリティシステムの普及を目指し、木材トレーサビリティシステムの普及により木材のデータベース化が行われることで国産材利用の促進につなげることを目的とする。

### 2. 調査概要

#### 1) 調査対象

調査対象とする材は、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 か所で調査を行う。長野では立木 5 本分を、新潟では立木 3 本分を調査した。

### 2) 調査期間・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 日から調査を開始し、現在製材所まで調査が進んでおり、それ以降は引き続き調査を行っていく。調査場所を表 1、図 3、図 4 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材は原木市場を介さず製材工場まで流通し、今回はそのような材について調査した。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調査を行った。

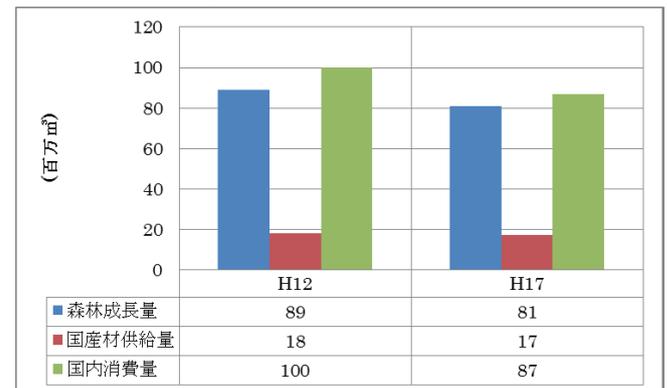


図 1 国内森林成長量、国産材供給量、国内消費量

表 1 調査場所

	長野県根羽村	新潟県加茂市
林地	根羽村森林組合	南蒲原森林組合
中間土場	根羽村森林組合	(株)緑の森
製材工場	根羽村森林組合	(株)緑の森
プレカット工場	未定	未定



図 2 長野県根羽村



図 3 新潟県加茂市

### 3) システム概要

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検証する。また、作業の簡略化についても検証していく。今回の木材トレーサビリティシステムの概略を図4に示す。

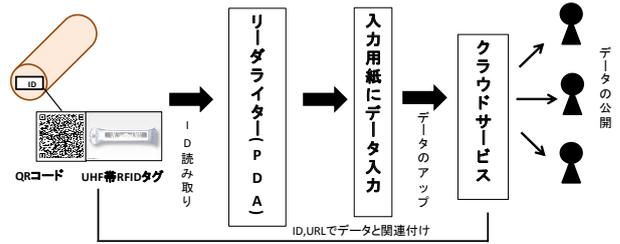


図4 今回の木材トレーサビリティシステム概略

表2 用意した入力項目一例

ID	位置情報	作業情報・加工情報	個体情報
林地	林地	林地	林地
林地区分	植栽年月日	樹種	樹種
林班・小班・地番・施業番号	作業年月日(下刈り)	材積	材積
地位	作業年月日(間伐)	樹高	樹高
立木位置	作業年月日(枝打ち)	胸高直径	胸高直径
所有者名	林分本数	材質	材質
出材地	林分面積	曲り	曲り
出材年月日	林分材積	樹齢	樹齢
中間土場	中間土場	中間土場	中間土場
土場入荷日	伐採年月日	材長	材長
土場位置	倒木方向	玉切数	玉切数
所有者名	造材日	末口径	末口径
会社名	気温	径級	径級
出材地	葉枯期間	材質	材質
出材年月日	製材所	製材所	製材所
製材所	皮剥ぎ作業年月日	材積	材積
入荷年月日	作業者名	粗挽き製材後形状寸法	粗挽き製材後形状寸法
工場名	粗挽き製材作業年月日	乾燥前含水率	乾燥前含水率
丸太在庫位置	人口乾燥作業年月日	人口乾燥後含水率	人口乾燥後含水率
仕上げ作業後丸太在庫位置	作業者名	自然乾燥後含水率	自然乾燥後含水率
出荷先	人口乾燥終了日	仕上げ後形状寸法	仕上げ後形状寸法
出材年月日	自然乾燥作業年月日	ヤング係数	ヤング係数
プレカット工場	自然乾燥作業終了日	ヤング係数計測年月日	ヤング係数計測年月日
入荷年月日	仕上げ作業年月日	製品等級	製品等級
購入元	作業者名	プレカット工場	プレカット工場
工場名	プレカット工場	ヤング係数	ヤング係数
出荷先	加工年月日	製品加工情報	製品加工情報
出荷年月日	加工者名	含水率	含水率

### 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者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。これらの情報を蓄積・公開することで品質保証や在庫管理の効率化、材の調達の効率化などにつながると考えられる。用意した入力項目の一例を表2に示す。

### 5) 調査フロー

長野県根羽村での調査フローを図5に、新潟県加茂市での調査フローを図6に示す。長野では倒木後から調査を開始し、新潟では倒木直前の立木から調査を開始した。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。調査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、データの紐付け先を今まで使用していたIDから変更する点が作業場の主な違いである。

### 6) 使用機器

主な使用機器はリーダーライター、電子タグ、QRコードである。リーダー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ためIDでデータを管理し、IDを読み取り、データベースにアクセスすることで情報を引き出すような仕組みが必要となる。電子タグのIDは書き換えることが出来、値段は高価であるが耐久性を持たせることで再利用可能である。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レーザープリンタで印字したものを使用した。使用した機器を図7、図8、図9に示す。

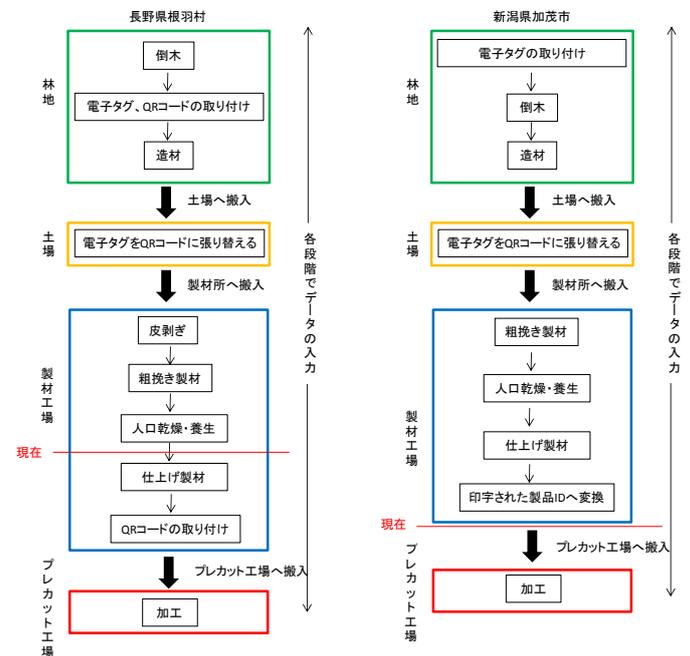


図5 調査フロー図(長野)

図6 調査フロー図(新潟)



図7 リーダーライター



図8 電子タグ



図9 QRコード

### 3. 調査結果

#### 1) 林地

タグは立木にかすがいを使って取り付けた。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。倒木時には強い衝撃がタグに加わり、また運び出し時にはタグが地面と接触しながら木が引きずられることもあったが、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ず現状よりも手間がかかる。

#### 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。図 10 に電子タグから QR コードを耐水フィルムラベルに印刷したものへの張り替え後の様子を示す。タグは形状が長く粗挽き製材時に邪魔になってしまうため取り外し、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おり、木くずが付着し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てしまった。

#### 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、作業後もなんら損傷は見られなかった。製材時 QR コードが邪魔にな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 11 に示したのは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、読み取ることはできた。図 12 に長野での乾燥後の QR コードの様子を示す。ほとんどの QR コードがはがれてしまっており、数枚しか残っていなかった。残っていたものも大部分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はできた。図 13 に新潟での乾燥後の QR コードの様子を示す。新潟ではタッカーで固定していたため剥がれてはいなかったが、燻煙式だったためススがつき読み取れなくなっ

てしまった。仕上げ製材時特に問題はなかった。

#### 5) 記入済み入力項目

表 2 に新潟での現在調査済みの入力項目を示す。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調査することが出来なかった。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記入はしなかった。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。



図 10 張り替え後の様子 (新潟)



図 11 粗挽き製材後の様子 (新潟)



図 12 乾燥後の様子 (長野)



図 13 乾燥後の様子 (新潟)

#### 表 3. 記入済み入力項目の一例 (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	地積日/-	材積/
林班・小班・地番・施業番号/131・3・15・1	植栽本数/-	樹高/22
地位/3	植栽年月日/-	胸高直径/34.5/36/34/34.5
立木位置/37° 36'37.4/139° 9'20.0/96m	傾斜/-	材質/A材
所有者名/南蒲原森林組合	作業年月日(下刈り)/-	曲り/なし
出材地/株式会社 緑の森	作業年月日(間伐)/-	樹齢/40
出材年月日/2013年12月11日	作業年月日(枝打ち)/-	<b>中間土場</b>
<b>中間土場</b>	林分本数/	材長/409
土場入荷日/2013年12月11日	林分面積/0.56	樹皮外観/-
土場位置/株式会社 緑の森	林分材積/237	玉切数/3
所有者名/株式会社 緑の森	<b>中間土場</b>	原木等級/-
会社名/株式会社 緑の森	出材者/南蒲原森林組合	末口径/29/29.5
出材地/株式会社 緑の森	伐採年月日/2013年12月11日	等級/中目丸太
出材年月日/2013年12月11日	伐採者/南蒲原森林組合	材質/A材
<b>製材所</b>	倒木方向/-	ヤング係数/
入荷年月日/2013年12月11日	製材日/2013年12月11日	<b>製材所</b>
工場名/株式会社 緑の森	伐採確認者/-	購入価格/
丸太在庫位置/-	気温/-	材積/0.35m³
皮剥ぎ前丸太在庫位置/-	葉枯期間/なし	皮剥ぎ後径/-
皮剥ぎ後丸太在庫位置/-	<b>製材所</b>	粗挽き製材後形状寸法/22.5 × 13.5 × 409
粗挽き製材前丸太在庫位置/粗挽き製材前土場	皮剥ぎ作業年月日/-	乾燥前含水率/114.3
粗挽き製材後丸太在庫位置/乾燥前土場	作業者名/-	製材後形状寸法/21.6 × 12.6 × 400
人口乾燥用材在庫位置/乾燥前土場	粗挽き製材作業年月日/2013年12月11日	人口乾燥後含水率/22.1%
複数回乾燥用材在庫位置/乾燥後倉庫	作業者名/	自然乾燥後含水率/-
人口乾燥済み製材品在庫位置/乾燥後倉庫	人口乾燥作業年月日/2013年12月16日 2014年1月23日	仕上げ後形状寸法/21.6 × 12.6 × 400
自然乾燥済み製材品在庫位置/-	作業者名/-	ヤング係数/7.02GPa
仕上げ作業後丸太在庫位置/乾燥後倉庫	人口乾燥終了日/2014年1月10・2014年2月19	ヤング係数計測年月日/2014年3月14日
出荷先	自然乾燥作業年月日/-	価格/
出材年月日	自然乾燥作業終了日/-	製品等級/E70
<b>プレカット工場</b>	仕上げ作業年月日/2014年3月14日	重量/46.8kg
入荷年月日	作業者名/-	<b>プレカット工場</b>
購入元	<b>プレカット工場</b>	ヤング係数/
工場名	加工年月日/	製品加工情報/
加工済み製品在庫位置	加工者名/	含水率/
出荷先		出荷価格/
出荷年月日		

#### 4. 木材トレーサビリティシステム導入に係わる問題点・改善策等

##### 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、また作業自体もスムーズではあったが加工時に金属製の針が邪魔になるため機械側が許容できなければ使用は難しい。ラベルは水気の多い木にはうまく貼り付かなかった、長野の乾燥方法は蒸気式でラベルのみで固定していたため乾燥終了後は剥がれてしまっていた。新潟の乾燥方法は燻煙式で、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ズで読み取れないほど汚れてしまった。QRコードの貼り付けは接着剤、木製釘等も視野に入れて再度検討する必要が出てきた。また乾燥方式が燻煙式の際はカバーをとりつけるなど工夫が必要である。紙自体の強度は今のところ問題はなかったが、今回調査する木材は行く先が決まってお比較早く流通をしていると思われる。そのため在庫などになり長期間風雨にさらされた場合の頑健性も調べる必要がある。

##### 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、地面と木材の間で引きずられても損傷はみられず、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る。

##### 3) リーダーライターについて

読み取り距離についてはタグも関連してくるであろうが、今回の調査では最長で2m程度だった。今回の調査では扱う材の数が少なかったため十分であったが、読み取り距離を伸ばすことが出来れば多くの材を一度に取り扱えるため作業効率が上がる。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、一括入力などできるシステムをつくる必要がある。

##### 4) データの入力について

今回の調査では現地で紙に入力し、それを後でクラウド上に用意した入力フォーマットに書き込んでいた。現地での入力は素早く行うことができたが、入力用紙と入力フォーマットの形式が異なっていたため書き込み作業の効率は悪かった。このような入力方法をとる際は形式

をそろえ、また個体差のない情報と、ある情報を分け、個体差のない情報を一括編集などで簡単に入力できるようにすることで作業効率はあがる。

##### 5) データの公開について

情報項目ごとにアクセス制限などをかけることが出来るようにし、材の形状・価格など一般的に公開すべき部分と、住宅の所在地など一部の人のみ公開すべき部分を分けられるようにしなければならない。

##### 6) 入力項目について

今回の入力項目には生産履歴を追うのに必要な情報だけでなく在庫管理の効率化や森林管理の効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」のように情報開示することで流通の促進につながると思われるような項目もまだあることがわかった。今後国産材利用の促進を目指し、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需要者にも聞き取り調査するなどして検討する必要がある。

#### 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。

- ・現段階では乾燥工程まで調査が済みであり、そ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。また、それ以降の部分について今後引き続き調査を行う必要がある。
- ・今回の調査は原木市場を介していない。原木市場を介す材についても調査を行う必要がある。
- ・QRコード、入力作業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、どのような情報が公開されれば国産材利用の促進につながるか聞き取り調査を行うなどして検討する必要がある。

##### 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
- 2) 林野庁 各種統計, H12, H17, H24
- 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

\*信州大学大学院理工学系研究科、大学院生 Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Shinshu University.

\*\*信州大学工学部、信州大学山岳科学総合研究所、Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Shinshu University and Institute of Mountain Science, Shinshu University, Dr. Eng.

\*\*\*信州大学工学部、信州大学山岳科学総合研究所、Associate Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Shinshu University and Institute of Mountain Science, Shinshu University, Dr. Eng.