

木材トレーサビリティシステムに関する研究

—信越地域における実証実験—

THE STUDY OF TRACEABILITY SYSTEM OF TIMBER

—Demonstration in Sinetsu area—

添原洋平 — *1 浅野良晴 — *3
高村秀紀 — *4 松場啓太 — *1
西谷風香 — *2

Yohei SOEHARA — *1 Yoshiharu ASANO — *3
Hideki TAKAMURA — *4 Keita MATSUBA — *1
Fuka NISHITANI — *2

キーワード：
木材、トレーサビリティ、実証実験、流通

Keywords:
Wood, Traceability, Actual proof test, Distribution

In order to determine the problems with introducing wood traceability systems, we did preliminary experiments in 3 areas: Nagano Neba village, Niigata Kamo city and Nagano Shinano city. As a result, we discovered problems with the data carrier and its attachment. In addition, it became clear that highly versatile traceability methods that can be used with various distribution forms are necessary.

1. 研究の背景と目的

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。また、森林資源蓄積量は年々増加しており、国産材供給量は年間成長量の約 1/4~1/5 程度にとどまっている¹⁾一方で国内消費量は供給量の約 4~5 倍²⁾となっている。多くを外材に頼っているのが現状であり木材の輸入国として違法伐採木材の問題について責任をもって取り組んでいくとともに国内の森林資源を有効利用していく必要がある。現在わが国の木材供給の現状としては、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の制定やプレカットの普及など、品質の確保された材が必要とされている。ほとんどの地域で自治体、認証機関が材の産地・品質を保証する認証材制度が存在するが³⁾、いまだ製材出荷量に占める人工乾燥材の割合は 3 割程度⁴⁾となっており、品質の確保されている材は出ていない状況にある。また木材流通は多段階であり需給者間で情報を共有しづらい状況である。一部ではこのような流通形態を改善する動きも見られるが、未だ従来の流通が多くを占めているのが現状である。このような問題を解決する手法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、品質保証や産地証明だけでなくの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の導入が進むことで品質の向上、需給のマッチングが進み国産材の利用が促進されると考えられる。

同システムは既往の研究⁵⁾において全国 8 グループで試行され、その結果コストに見合うメリットが見いだせない、作業が煩雑になってしまう等問題点が明らかになっており、一般に普及していない

のが現状である。そこで本研究では長野県根羽村、新潟県加茂市、長野県北信地域の流通形態の異なる 3 グループにおいて実際に木材トレーサビリティシステムを試行することで、既往の研究⁵⁾において明らかとなっている作業の煩雑さや、費用対効果の低さなどの改善策を模索するとともに、木材流通を把握して導入に係わる新たな問題点を明らかにすることを目的として実験を行った。

2. 実験方法

2.1 実験場所

実験は長野県根羽村、長野県信濃町、新潟県加茂市の 3 か所で行った。それぞれのグループの特徴を表 1 に示す。長野県根羽村では林業の 6 次産業化が進められており、森林組合が製材工場を所有し森林管理から製材、利用、販売までを行っている。新潟県加茂市では森林組合と製材工場が契約して製材工場まで材が直送されている。これら 2 地域では森林施業者と加工者の連携が取れており需要に沿わない丸太は生産されにくい状況である。一方で長野県信濃町では長野県で一般的な原木市場を介す流通形態であり、原木市場により素材生産者・加工者が仲介される。また、いずれの製材工場も人工乾燥材を生産しており、特に N 製材工場・M 製材工場は比較的規模が大きく JAS 機械等級相当の材を出す仕組みが整備されていた。

表 1 実験グループの特徴

実験場所	長野県根羽村	新潟県加茂市	長野県信濃町
森林組合	N 森林組合	M 森林組合	H 森林組合
中間土場	-	-	H 森林組合
原木市場	-	-	H 原木市場
製材工場	N 森林組合	M 製材工場	I 製材工場
プレカット工場	-	T プレカット工場	W プレカット工場
特徴	林業の六次産業化	契約による直送	原木市場を介す流通

*1 信州大学工学部 大学院生
(〒380-0928 長野市若里 4-17-1)

*2 信州大学工学部建築学科

*3 信州大学学術研究院工学系、信州大学山岳科学研究所 教授・工博

*4 信州大学工学部建築学科、信州大学山岳科学研究所 准教授・博士（工学）

*1 Graduate Student, Faculty of Eng., Shinshu Univ

*2 University Student, Faculty of Eng., Shinshu Univ

*3 Prof., Institute of Eng., Academic Assembly, Shinshu Univ., Dr. Eng.

*4 Assoc. Prof., Institute of Eng., Academic Assembly, Shinshu Univ., Dr. Eng.

2.2 実験対象

実験対象としたのは、品質保証が必要とされる、柱・梁等の構造材の製材品とした。加工の過程で分かれた板材等については追跡を行わず、構造材のみを追跡した。

実験本数を表 2 に示す。長野県根羽村では立木 5 本分を、新潟県加茂市では立木 3 本分を、長野県信濃町では立木 3 本分を追跡し、最終的に長野県根羽村では構造材 17 本、新潟県加茂市では構造材 12 本、長野県信濃町では構造材 6 本となった。

表 2 各グループでの実験本数

実験場所	長野県根羽村	新潟県加茂市	長野県信濃町
立木本数	5	3	3
丸太本数	17	12	6
構造材本数	17	12	6

2.3 実験方法

実験の流れを図 1 に示す。倒木前後から木材に ID を与え、UHF 帯 RFID タグ(以下電子タグ)、二次元バーコード(QR コード)によって ID を管理する。その材が移動・加工されていくとともに、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。

長野県根羽村では倒木後から、新潟県加茂市・長野県信濃町では倒木直前の立木から開始し、加工の際に必要なに応じてデータキャリアの取り換えを行った。新潟県加茂市では仕上げ製材後に規定のヤング係数・含水率を満たしたのものには製品 ID が印字されるため、その製品 ID と実験用 ID を紐付けることでその後の追跡を行った。また長野県根羽村では乾燥後に材が在庫に回り、その後プレカットを経ずに工務店へと直送された。

取り扱うデータの項目は表 3 に示す立木位置等の位置情報、乾燥日数等の加工情報、寸法・含水率等の個体情報を用意した。

表 3 データ項目

情報名	位置情報	加工情報	個体情報
林地	方位	植生	樹種
	林分区分	地拵日	材積
	林班・小班・地番・施業番号	植栽本数	樹高
	地位	植栽年月日	胸高直径
	傾斜	傾斜	
	立木位置	作業年月日(下刈り)	材質
		作業年月日(間伐)	曲り
	所有者名	作業年月日(枝打ち)	樹齡
	出材地	間伐強度	
	出材年月日	林分本数	
中間土場		林分面積	
		林分材積	
	土場入荷日	出材者	材長
	土場位置	伐採年月日	樹皮外観
	所有者名	伐採者	玉切数
	会社名	倒木方向	原木等級
	出材地	造材日	末口径
原木市場	出材年月日	伐採確認者	径級
	はい積み位置	気温	材質
	納期	葉枯期間	ヤング係数
			径級
			材質
製材工場			材長
	入荷年月日	はい積み年月日	はい積み材積
	工場名	運送業者	はい積み材質
	丸太在庫位置		腐り等特記事項
	皮剥ぎ前丸太在庫位置		
	皮剥ぎ後丸太在庫位置		
	粗挽き製材前丸太在庫位置		
	粗挽き製材後丸太在庫位置		
	人口乾燥用材在庫位置		
	複数回乾燥用材在庫位置		
	人口乾燥済み製品在庫位置		
	自然乾燥用材在庫位置		
	自然乾燥済み製品在庫位置		
	仕上げ作業後丸太在庫位置		
	出荷先		
	出材年月日		
	入荷年月日	加工年月日	ヤング係数
	購入元	加工者名	製品加工情報
	工場名		含水率
	加工済み製品在庫位置		出荷価格
	出荷先		
	出荷年月日		

2.4 実験機器

実験には主にリーダライター(写真 1)と電子タグ(写真 2)と QR コード(写真 3)を使用した。リーダライターは PDA(携帯情報端末)であり、データの編集、保存できるものを使用した。電子タグは既往の研究⁵⁾においてシリコンカバーで覆われた物が使用されていたが、破損するものが見られたため今回の実験では樹脂の中に空気封入されたものを、QR コードは耐水ラベルまたは耐水紙に印字し必要に応じてタッカーで固定して使用した。



写真 1 リーダライター

写真 2 電子タグ

写真 3 QRコード

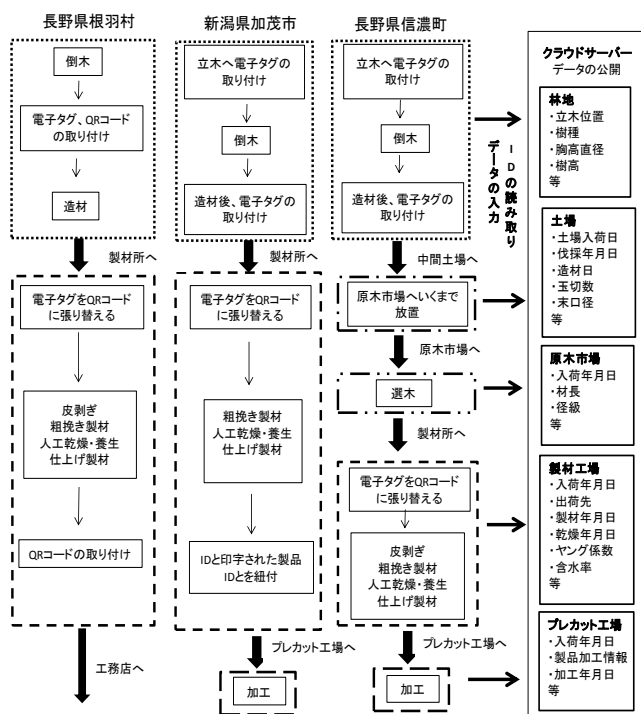


図 1 各グループでの実験の流れ

3. 実験結果

3.1 林地での試行

タグは立木にかすがいを使って立木側面に取り付けた。電子タグは近くに複数あると一括で読み取ってしまい、識別しづらいため今回は実験用 ID を書き込んだ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することで作業性は向上した。今回使用したタグの大きさは 2cm×10cm 程度であったため書き込みが可能であったが、小さなものを使用する際には ID を書き込んだ台紙を併用するなど工夫が必要である。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、タグの再利用を考えた場合の頑健性を確認することが出来た。

伐採に使用する林業機械によっては今回使用したような形状のタグでは伐採時に機械に巻き込まれてしまうことから、伐採前に取り外し、立木の ID を認識できる内に造材、造材後のデータキャリアの取り付けを行わなければならないため現状よりも人手がかかってしまう。新潟県加茂市、長野県信濃町での実験は立木管理時の情報管理も想定して伐採直前の立木へタグを取り付けたが、上記の取り付け方、タグの形状の問題や、間伐等により植栽されたものがすべて材となるわけではないことを考えると、タグの取り付け等は現実的でなく、立木時の情報管理は森林 GIS 等のデータ上で行い、その情報を造材後以降に引き継いでいく形が望ましい。

造材後の丸太木口へのデータキャリアの取り付けは、雨天の場合木口の水気や付着した土・木屑等により QR コードのラベルのみでの取り付けは難しかった。QR コードはタッカーでは安定して取り付けることが出来たが、後述する加工の際に取り外すこととなるため望ましくない。またタグに関しても形状が大きく加工の際に取り外す必要がある。そのため、造材後の木口には紙状のデータキャリアの取り付けが望ましく、再利用はできないが薄い電子タグの使用や、より粘着性能の高いラベルの使用、接着剤の使用を検討する必要があることが明らかになった。

3.2 中間土場での試行

長野県信濃町での実験の際には材が中間土場を経由したが、それ以外では経由していない。そのため今回の実験では製材工場の土場を便宜的に中間土場として扱った。中間土場では材が風雨にさらされるが、電子タグ・QR コード共に損傷は見られず、読み取ることが出来た。原木市場を介さない流通では中間土場で検知作業が行われることがある。現状径級をスプレーでマーキングするが、ID を一括で読み取り、データを編集できるようなシステムを構築することで、林地でデータキャリアが取り付けられている場合、作業の簡略化が期待できる。

3.3 原木市場での試行

今回実験を行った H 原木市場では、材の検知、仕分け作業に選木機が使用されていた。今回使用した電子タグは厚みを持っており、電子タグをつけたままだと正確に材長を計測することが出来ないため実験原木に対する選木機の使用は難しく、実験原木に関しては人の手で材長・径を計測した。また今回は使用していないが、QR コードはタッカーで固定されていても問題なく使用できるとのことだった。また中間土場と同様に原木市場では材が長時間風雨にさらされ

るが、電子タグに損傷は見られず読み取ることが出来た。

3.4 製材工場での試行

製材工場では皮剥ぎ、粗挽き製材、乾燥、仕上げ製材の順に作業が行われる。皮剥ぎ工程では問題は見られなかった。

粗挽き製材工程では、タッカーで固定していた QR コードについては刃こぼれや加工機械の損傷の恐れがあることからタッカーを取り外す必要があった。また加工機の抑えによって QR コードの一部が欠損したが読み取るとは可能であった。(写真 4)。

長野県根羽村、長野県信濃町では蒸気式、新潟県加茂市では燻煙式の乾燥であった。今回追跡した材の樹種はいずれもスギであり QR コードは乾燥時にでるヤニにより変色したが読み取るとはできた。また長野県根羽村ではタッカーで固定していなかったため乾燥後剥離が見られた。燻煙式の乾燥ではススによって QR コードが黒く変色し、読み取りが不可能となってしまうことが明らかとなった。

粗挽き製材以降はタッカーの使用が可能であるため、タッカーを使用した固定が望ましい。また燻煙式の乾燥工程を経る材に QR コードを使用する場合はカバーを取り付けるなどの工夫が必要になる。乾燥後の様子を写真 5、写真 6 に示す。

仕上げ製材では幅切りが行われるためデータキャリアを新たに付ける必要がある。取り付けの際には材の表面を傷つけることはできないためラベルのみで取り付けを行った。その後剥離等は見られず仕上げ製材以降の滑らかな材面であれば一般的なラベル程度の粘着性で十分であると思われる。新潟県加茂市では材に印字される製品 ID を使用したが、これは既定の品質を満たしたものにのみ印字されるため、品質が不十分であった材に関しては新たにデータキャリアを取り付ける必要があった。

長野県根羽村では仕上げ後、材が在庫に回ってしまい倉庫に置かれてから約一年かけて順次、各工務店へと出荷された。現状多くの製材工場では在庫がいつ加工・乾燥されたものか把握されていないことが多いが、木材トレーサビリティシステムではこのようにいつ在庫になったかも把握でき適切な在庫管理を行いやすくなることがメリットの一つとして挙げられる。



写真 4

加工機による QR コードの欠損



写真 5

蒸気式乾燥後

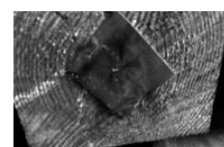


写真 6

燻煙式乾燥後

3.5 プレカット工場での試行

新潟県加茂市、長野県信濃町ではプレカット工場を経由した。プレカットでは材が全面的に加工されるため、データキャリアの取り付けは難しく、また印字された製品 ID も欠損してしまう。プレカットを行う際にはどの建物のどの部材に使用されるかが明らかとなっているため、それを示す番号と ID を事前に結びつけることが出来ればデータキャリアを取り付けずとも材の追跡を継続できることが分かった。

3.6 トレーサビリティ情報の一例

表4に今回新潟県加茂市で追跡した材のデータの一例を示す。今回の実験では立木時の情報は把握できず、記入していない。用意した項目の中には「樹皮外観」や「傾斜」等使用されない情報もあった。一方で「納期」のように必要とされる項目もまだあることが聞き取り調査により明らかとなった。

林地から建築物へ使用されるまでの材のデータを蓄積していくことで、材そのものの品質保証や産地証明だけではなく、発注した材がどのような状態にあるかをリアルタイムで把握できることで工事管理にも役立てることができる。

既往の研究³⁾ではシステムの汎用性を高めるために、扱う情報を選択できるようになっていた。今回の実験では実際に必要とされる項目を把握するために多くの項目を取り扱ったが、取り扱う情報が多いとそれだけ作業が煩雑になってしまうことから、今後必要最低限の項目に絞り込む必要があると考える。

既存の森林管理システムである森林GISと木材トレーサビリティシステムを連携させることで、立木管理時の情報を取り扱う必要を省くことができる。

表4 トレーサビリティ情報の一例

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

4. まとめ

今回の実験によりデータキャリア、またはその取り付け方に関して表5に示すような問題が発生した。トレーサビリティの信頼性を

確保するために、また作業の効率やコストを改善するためにも適切なデータキャリアを明らかにする必要がある。燻煙乾燥や蒸気乾燥の違いや、加工機の自動化の度合いによっても最適なデータキャリア、取り付け方法等は変わってくるため、汎用性の高いトレーサビリティの方法を探っていく必要があることが明らかとなった。またデータキャリアの取り付け作業は、作業量が多く自動化が必須であると考えられる。

産地証明に関しては容易な方法をとることにより、どの山から出た材なのか把握できる。作業性の悪い林地ではなく、中間土場や製材工場の土場、原木市場に材が搬入されてきてからデータキャリアを取り付けることにより、樹高や胸高直径等の詳細な立木情報以外のデータを含めたトレーサビリティを確立することが出来ることが分かった。トレーサビリティの精度を高めるため、製材工場において適切な在庫管理を行うとともに、丸太がどれくらいの材に分かれるかを把握し、板材等についても追跡を行う必要がある。今後は木材トレーサビリティシステムへの期待を高めるためにも、またコスト削減の観点からも多様な製材品のうち何を追跡すべきかを明らかにし、流通上のあらゆる視点から取り扱う情報の取捨選択をしていく必要がある。また今後外材に対してはどのようにトレーサビリティを確立するのか明らかにする必要がある。

最後にご協力いただいた関係各位に心からの謝意を表します。

表5 使用したデータキャリアとその問題点

作業場所	工程	実験場所	使用したデータキャリア	結果	問題点	備考
林地	倒木・搬出	加茂市	電子タグ	○	目視での識別不可	頑健性を確認できた
		信濃町	電子タグ	○	-	-
	造材後の取り付け	加茂市	電子タグ	○	見分けがつくうちに	-
		信濃町	電子タグ	○	取り付けが必要	-
		根羽村	電子タグ	○	-	-
土場	データキャリアの貼り替え	加茂市	QRコード(タッカー)	○	-	-
		加茂市	QRコード(タッカー)	×	一部貼り付かず	作業時雨天
		根羽村	QRコード(タッカー)	×	機械損傷の恐れ	-
		根羽村	QRコード(ラベル)	○	-	-
		根羽村	QRコード(タッカー)	×	機械損傷の恐れ	-
原木市場	貼り替えなし	信濃町	電子タグ	○	-	-
		北信	電子タグ	×	選木機にかけられない	人が計測
製材工場	皮剥ぎ	根羽村	QRコード(ラベル)	○	-	-
		信濃町	QRコード(タッカー)	○	-	-
	粗挽き製材	加茂市	QRコード(ラベル)	×	剥離・一部欠損	自動(加工)
		根羽村	QRコード(ラベル)	○	-	手動(加工)
		根羽村	QRコード(タッカー)	○	-	手動(加工)
		信濃町	QRコード(タッカー)	×	スズで読み取り不可	燻煙乾燥
	乾燥	加茂市	QRコード(タッカー)	×	-	-
		根羽村	QRコード(ラベル)	×	剥離	蒸気乾燥
	仕上げ製材後	北信	QRコード(タッカー)	○	-	-
		加茂市	製品Noの印字	△	印字されず在庫になると追跡可能性が失われる	規定の品質未満のものには印字されず在庫となる
プレカット工場	プレカット	加茂市	製品Noの印字	×	製品ID欠損により識別不可	自動(加工)

○・・・使用可能 △・・・一部使用可 ×・・・使用不可

参考文献

- 1) 林野庁, “我が国の森林・林業及び木材利用の外観について”, 2011.4, <http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/koukyou/pdf/gaikan.pdf>, (参照 2015/1/16).
- 2) 林野庁, “平成 17 年木材需給表”, 2006.9, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001036693>, (参照 2015-1-16).
- 3) 窪江優美ほか, “県産材認証の現状と課題-認証制度に関するアンケート調査の結果より-”, 2013.9, 東京農業大学農学集報 58(4), <http://ci.nii.ac.jp/naid/110009691570>, (参照 2015-1-16).
- 4) 林野庁, “平成 22 年度 森林・林業白書”, 2011.4, http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/22hakusyo_h/a11/h09.html, (参照 2015-1-16).
- 5) 一般社団法人木を活かす建築推進協議会・株式会社 DCMC, “『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)”, 2011.3 <http://www.kiwoikasu.or.jp/technology/s01.php?no=43>, (参照 2015-01-16)