

# ICT を活用した丸太材積の測定方法について

九州森林管理局 屋久島森林管理署 都 賢太郎  
(元 近畿中国森林管理局 鳥取森林管理署)

## 1 課題を取り上げた背景

近年、SDG s や森林経営管理制度の導入等により、森林・林業は転換期を迎えています。林業においても、日本の木材供給量を 2025 年までに 4,000 万 m<sup>3</sup> に増加させるという目標を設定し、目標達成のために様々な取組が行われています。その取組の 1 つに ICT などの先端技術を活用し、林業の生産性や安全性を向上させる「スマート林業」という取組があります。

今回の調査では、丸太の材積を測定する「検知」作業をスマートフォン（以下「スマホ」という。）やデジタルカメラ（以下「カメラ」という。）を活用して、自動で行うことができる方法について調査を行いました。

## 2 調査方法

今回の調査では、3つの方法を採用して、材積の誤差や検知に要する時間等について比較検討しました。まず、1つ目として、竹尺を使用し、人力で計測する「手検知」と呼ばれる従来の方法で検知を行いました。2つ目として、iPad mini 4（以下「iPad」という。）に「AI 丸太検知くん（国土防災技術（株）」というアプリケーション（以下「アプリ」という。）をダウンロードして、iPad で丸太の写真を撮影することで材積を測定する方法について調査をしました（写真－1）。3つ目として、パソコンに「検知丸（（株）竹谷商事）」というソフトをインストールして、カメラで丸太を撮影し、パソコンで解析を行うことで材積を測定する方法について調査しました（写真－2）。



写真－1 AI 丸太検知くんによる検知状況



写真－2 検知丸による検知状況

3つの調査は1人で実施することとし、屋外での現地調査と屋内での解析作業に分けてそれぞれ時間計測を行いました。また、手検知で調査した材積と ICT を活用したそれぞれの方法を比較して、誤差がどの程度の範囲に収まるのかを検証しました。

なお、材積の誤差については、林野庁の検知の検査基準が、「95%以上の合致をもって合格」としていることから（素材等検知業務請負監督・検査要領 林野庁）、ICT を活用した場合の誤差が 5% 以内であれば、問題なく使用できると判断します。丸太の長さに関しては、3つの調査方法に共通しているため、今回は調査の対象から外しています。

具体的な調査手順としては

(1) 手検知

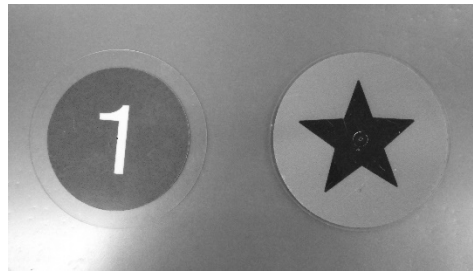
現地調査は、竹尺を使用して丸太の太さを測定するところから、野帳にデータを記載するところまでと、解析作業は、現地で作成した野帳のデータをエクセルで作成した野帳にデータを入力するところまでの時間を合計して検知時間とします。

(2) AI 丸太検知くん

現地調査は、ベンチマークと呼ばれる基準となる円（直径 10 cm）を丸太に設置するところから（写真－3）、iPad 上に必要事項を入力して写真を撮影し、ベンチマークを撤去するところまでと解析作業は、iPad 上でデータの解析と検知ができていない丸太の追加や明らかに太さを誤認しているものの修正等を行い、エクセルで作成した野帳にデータを入力するところまでを検知時間とします。

(3) 検知丸

現地調査は、ベンチマークと呼ばれる基準となる円（直径 12 cm）を丸太に設置するところから（写真－3）、カメラで写真を撮影し、ベンチマークを撤去するところまでと、解析作業は、パソコンに写真データを取り込んでから、解析と検知ができていない丸太の追加や明らかに太さを誤認しているものの修正等を行い、エクセルで作成した野帳にデータを入力するところまでを検知時間とします。



写真－3 ベンチマーク（左の円：AI 丸太検知くん）（右の円：検知丸）

### 3 実行結果

今回の調査では、木材市場の土場と山元土場で調査を行い、合計 10 極で調査を行いました。そのうち「検知丸」では 5 つの極で調査ができませんでした。この原因としては、木材市場で調査した際に、丸太に設置されている白い紙の伝票とベンチマークが重なってしまい解析できなかったこと等が考えられます。

しかし、令和元年度中部森林管理局で調査したデータをいただくことができたため、それらのデータを含めて、「AI 丸太検知くん」では 11 極（うち時間計測 10 極）、「検知丸」では 8 極（うち時間計測 5 極）のデータで解析を行いました（表－1）。

表-1 3つの調査方法による調査データの集計表

樺番号	手検知					A I 丸太検知くん (iPad)					検知丸(カメラ)						
	調査時間 (秒)			本数 (本)	材積 (m3)	調査時間 (秒)			本数 (本)	材積 (m3)	比率 (%)	調査時間 (秒)			本数 (本)	材積 (m3)	比率 (%)
	現地調査	解析作業	合計			現地調査	解析作業	合計				現地調査	解析作業	合計			
1	387	71	458	44	4.146	280	493	773	44	4.256	102.7	調査できず					
2	130	107	237	16	2.130	196	248	444	16	2.268	106.5	調査できず					
3	507	100	607	68	10.788	220	461	681	69	10.792	100.0	調査できず					
4	793	44	837	75	18.972	150	1,160	1,310	75	17.562	92.6	140	525	665	74	16.524	87.1
5	1,260	37	1,297	118	29.212	205	589	794	120	26.912	92.1	160	886	1,046	120	27.462	94.0
6	144	28	172	7	3.278	115	68	183	7	3.314	101.1	調査できず					
7	157	34	191	19	1.554	210	390	600	19	1.490	95.9	72	267	339	19	1.554	100.0
8	77	22	99	5	0.390	99	366	465	5	0.380	97.4	69	227	296	5	0.486	124.6
9	31	25	56	2	0.240	163	296	459	2	0.240	100.0	調査できず					
10	2,809	190	2,999	321	57.068	230	1,990	2,220	319	54.406	95.3	232	2,251	2,483	322	56.536	99.1
11				193	69.094				193	73.612	106.5						
12				2,836	573.068							2,835	573	99.9			
13				1,924	237.885							1,926	234	98.6			
14				2,172	390.890							2,173	413	105.6			
合計	6,295	658	6,953	7,800	1,398.715	1,868	6,061	7,929	869	195.232	1,090	673	4,156	4,829	7,474	1,322	809
平均 (1樺)	630	66	695	557	99.908	187	606	793	79	17.748	99.1	135	831	966	934	165	101.1

※比率とは、手検知の材積を 100%として、それぞれの調査方法の材積を%で表したものの。  
 樺番号 11 から 14 まだが、中部森林管理局で調査したデータ

#### 4 考察

今回調査した 3つの調査方法について、比較検討するために解析を行いました。

まず、時間について比較するために、3つの調査方法の本数と計測に必要な時間について、近似式を作成し、本数を X に代入することで計測に必要な時間 (秒) を算出できるようにしました (図-1) (図-2) (図-3)。

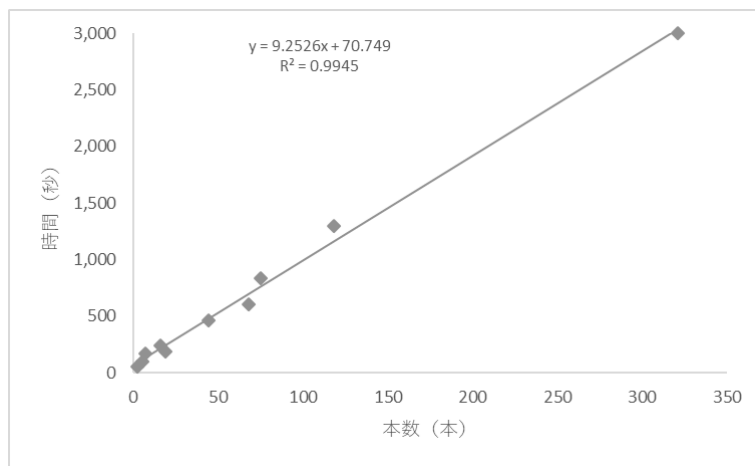
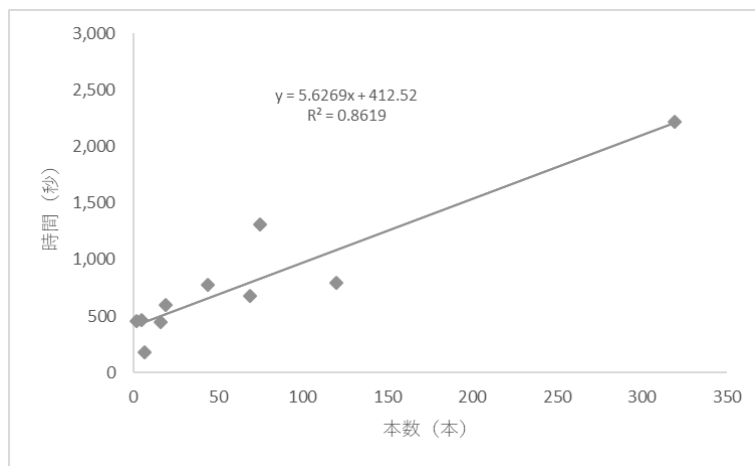
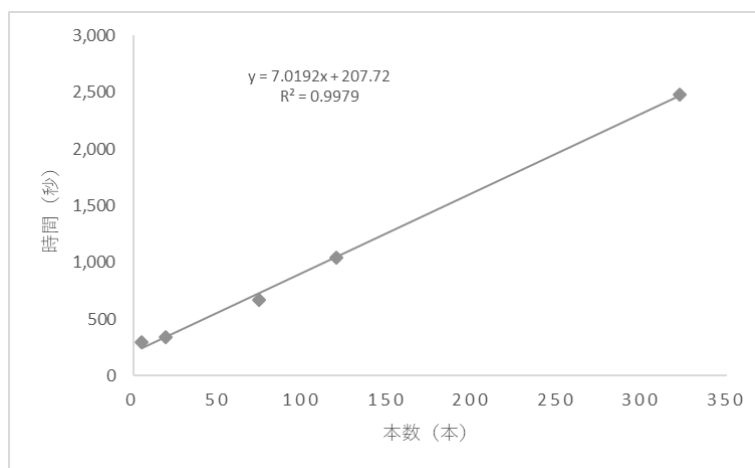


図-1 手検知による本数 (本) と計測に必要な時間 (秒) の相関



図－2 AI 丸太検知くんによる本数（本）と計測に必要な時間（秒）の相関



図－3 検知丸による本数（本）と計測に必要な時間（秒）の相関

手検知：  $y = 9.2526X + 70.749$  ( $R^2 = 0.9945$ )

AI 丸太検知くん：  $y = 5.6269X + 412.52$  ( $R^2 = 0.8619$ )

検知丸：  $y = 7.0192X + 207.72$  ( $R^2 = 0.9979$ )

これらの近似式により算出した結果、61本以下は手検知が一番早いということがわかりました。62本以上だと検知丸が手検知よりも早くなり、95本以上だとAI丸太検知くんも手検知より早くなりました。また、148本以上だとAI丸太検知くんが検知丸を抜いて、最も早くなるということがわかりました（表－2）。

表－2 3つの調査方法による計測に必要な時間の算出表

本数	時間（秒）		
	手検知	AI丸太検知くん	検知丸
1	80	418	215
10	163	469	278
20	256	525	348
30	348	581	418
40	441	638	488
50	533	694	559
60	626	750	629
70	718	806	699
80	811	863	769
90	903	919	839
100	996	975	910
110	1,089	1,031	980
120	1,181	1,088	1,050
130	1,274	1,144	1,120
140	1,366	1,200	1,190
150	1,459	1,257	1,261
1,000	9,323	6,039	7,227

材積については、手検知の材積を100%として、ICTを活用した場合の材積の比率をそれぞれの調査方法で算出しました。そして、比率を平均化し、誤差5%以内（95%から105%まで）に収まるのかを検証しました。すると、AI丸太検知くんでは平均値が99.1%となり、誤差5%以内に収まりました。

また、検知丸では平均値が101.1%となり、こちらも誤差5%以内に収まりました。これらのことから、どちらのICTを活用しても誤差5%以内に収まるため、問題なく使用できるということがわかりました。

ただ、1桎ごとに注目したところ、誤差5%を超えてしまう桎もあったため（図－4、図－5）、平均値からどの程度ばらつきがあるのかを表した標準偏差を算出しました。

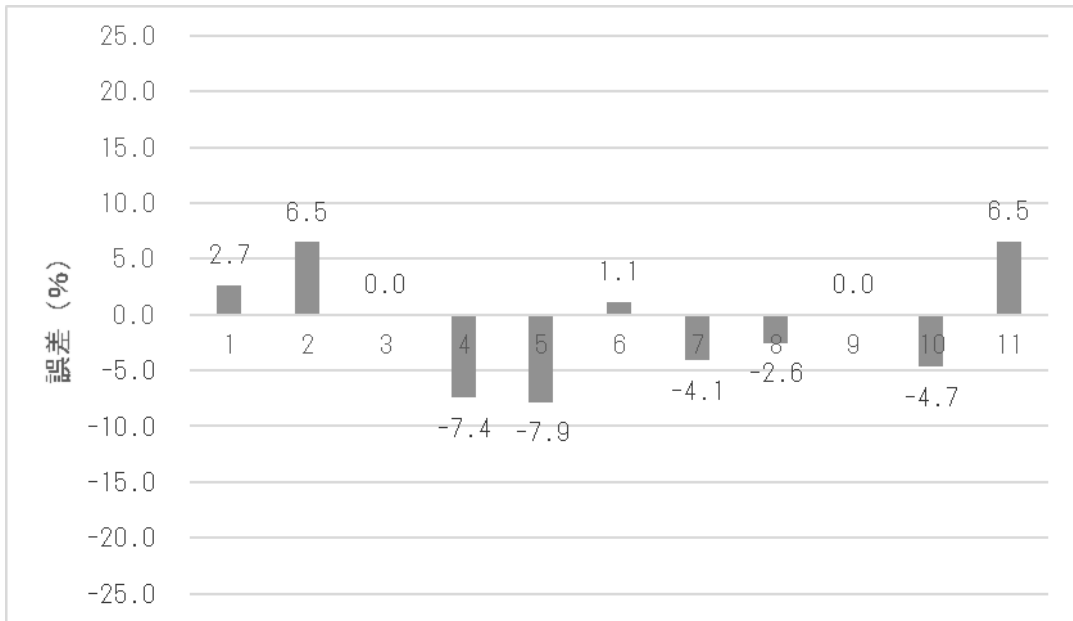


図-4 AI丸太検知くんの手検知との誤差  
 ※手検知の材積を0%として、AI丸太検知くんの材積を%で表したもの

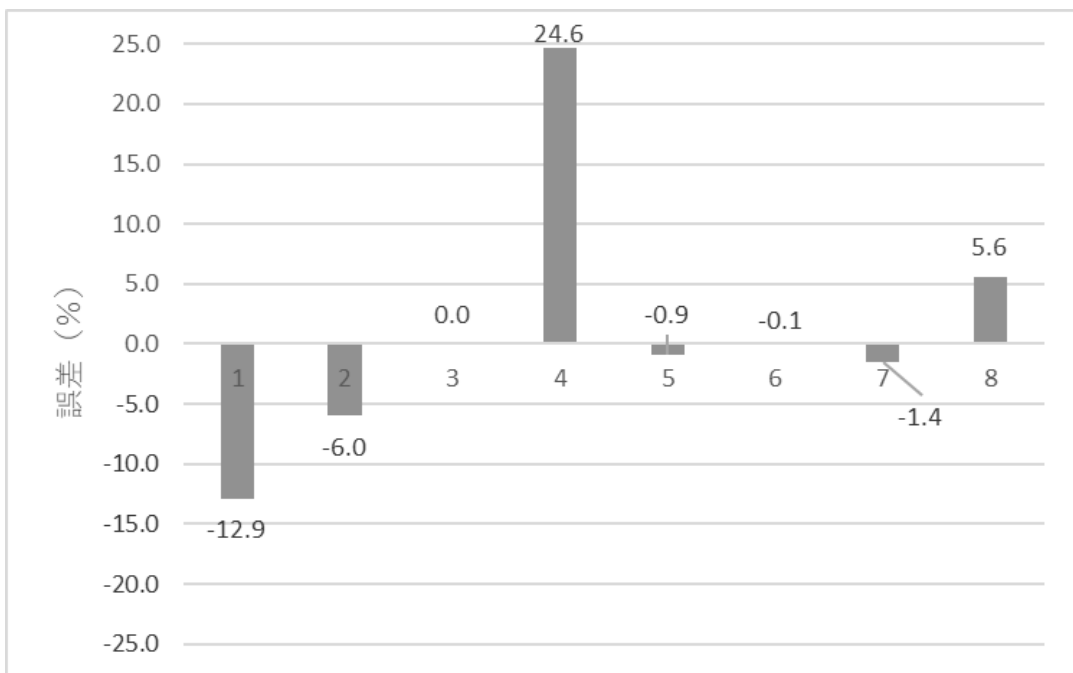


図-5 検知丸の手検知との誤差  
 ※手検知の材積を0%として、検知丸の材積を%で表したもの

AI丸太検知くんの標準偏差は4.7となりました。つまり、おおよそ94.4%から103.8%の間に検知結果が収まるということがわかりました。また、検知丸の標準偏差は10.2となり、おおよそ90.9%から111.3%の間に検知結果が収まるということがわかりました。これらのことから、どちらも誤差を平均化すると誤差5%以内に収まりますが、ばらつきを含めると誤差5%以内を超えてしまう可能性もあるということがわかりました。

## 5 まとめ

今回の調査で、検知時間については、本数によって最も早い方法が異なりますが、148 本以上の場合、AI 丸太検知くんが最も早いということがわかりました。また、材積の誤差については、どちらの ICT を活用しても誤差 5%以内に収まるということがわかりましたが、誤差のばらつきまで含めると誤差の幅は AI 丸太検知くんの方が小さいということがわかりました。

これらのことから、今後、AI 丸太検知くんを国有林で試験的に導入するように検討すべきだと考えます。ICT を導入することで従来の手検知と比較して、屋外作業の時間は短縮され、屋内での作業が増えることで、労働環境の改善になります。また、ICT を導入することで検知に必要な時間も短縮され、業務の効率化になります。

加えて、ICT を活用することで、検知データを迅速に電子データ化することができるため、生産者と消費者がほぼリアルタイムで情報を共有することができます。また、写真さえあれば、簡単な操作で誰でも検知を行うことができるため、スマホの操作に慣れた林業と関係のない人に検知を委託することも可能になります。

さらに、電子データを基に丸太の売買を行うことができれば、山元土場から工場等へ山地直送で輸送することができるため、3,000 円/m<sup>3</sup>程度のコストの削減が期待できます（瀬戸亨一郎 相馬智明 安藤直人 山元での原木材積の画像解析による測定法の開発：東京大学農学部演習林報告 125 巻、45～70 2011）。

ICT を活用した検知を行うことで、多くのメリットがあると考えられますが、検知は販売価格に大きな影響を与えるので、まずは国有林で試験的に導入し、誰もが安心して活用できるように調査を重ねていくべきだと考えます。そして、十分なデータが得られた後、林業・木材業界に普及させていくべきだと考えます。