

地上型3次元レーザースキャナ で立木の曲がり測る

林業研究部 佐野 俊和

はじめに

本誌の昨年9月号では、当センターが昨年度から取り組んでいる「県産材生産の収益性向上のための採材ナビゲーションシステムの開発」の概要について紹介しました。本号では、その中で最初に取り組んだ、丸太の曲りを森林内で、立木の状態の時に把握する技術について紹介します。

丸太の曲り等級別基準

丸太についての曲りの指標には、最大矢高が用いられます。最大矢高(図1)とは、丸太の曲がつている表面の木口の両端同士を結んだ「弦」

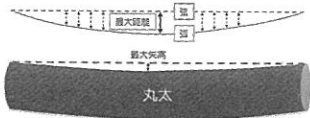


図1 最大矢高

から、垂直におろした線が丸太の表面である「弧」と交わる点までの長さの最大値のことを言います。この最大矢高を丸太の曲りの等級区分に用いているのが、北広島町

表1 ひろしま木材事業協同組合の原木基準
(平成26年4月10日版から抜粋)

		表中の値：最大矢高 (mm)			チップ
		直	小曲り	曲り	
樹種	スギ	15~20以下 (本棟では20以下とする)	「直」以上 35~45以下 (本棟では40以下とする)	「小曲り」以上 100未満	100以上 または 二度曲り (S字曲り)
	ヒノキ		「直」以上 25~35以下 (本棟では30以下とする)		

* 適用材種：末口径10cm以上、元口径50cm以下
** 直、小曲りの最大矢高基準値は径級に比例するため幅を持たせた値となっているが、比例値が明示されていない単一の値で評価した。

大朝にある「ひろしま木材事業協同組合」です。同組合では、原木基準書という丸太受入れの際の等級区分の基準が作成されています(表1)。この基準の適用は丸太の末口径が10cm以上、元口径が50cm以下で、材長3mないし4mに限定したものとなっています。したがって、材長や直径の幅がこの範囲より大きくなると適用できません。例えば最大矢高が同じ値でも、大径材では直材、小径材では曲り材とみなされる場合があります。日本農林規格(JAS)ではそうしたケースにも対応できるように、最大矢高を末口径で除した値を曲り等級区分に用いています(表2)。末口径の代わりに材長を基準に用いる規格もありますが、本稿

での紹介は省略します。

表2 「素材の日本農林規格」
第3条 針葉樹の素材の規格

素材の大きさ	表中の値：曲がり (%) = 最大矢高 / 末口径 × 100			
	曲 ぎ の 等 級			
	1等	2等	3等	4等
小の素材 (末口径14cm未満)	25%以下	25%超		
中の素材 (末口径14cm以上 30cm未満)	曲がり1個、10%以下	10%超、30%以下	30%超	
	樹 齢	150 年 以 上 の ヒ ノ キ		
大の素材 (末口径30cm以上)	曲がり1個、5%以下	曲がり1個、5%超10%以下	10%超、20%以下	20%超

最大矢高の推定精度

写真1は、地上型3次元レーザースキャナで計測した森林のデータの1シーンです。根曲りの様子がよくわかるヒノキ林のデータです。写真からは判りにくいですが、データは小さな点の集まりです。左下の機器はレーザースキャナで、重さ約5kg。一人で担いで、約20~30m間隔で計測を行います。地形や下草・低木の茂り具合により左右されますが、1日で約2haほどの計測ができます。

昨年度、レーザースキャナを使って推定した最大矢高の精度検証



写真1 レーザースキャナとデータ

の試験を行いました。場所は、廿日市市吉和の46~50年生のスギ・ヒノキ林。試験地の中から対象木としてスギ、ヒノキそれぞれで、収穫調査の現場で行われている立木単位での曲りの定性的評価(目視による判別)により「直」、「小曲り」、「曲り」の判定区分ごとに5本、合計30本を選木しました。

試験ではまず、試験地全体のレーザースキャンを行いました。スキャン後に、選木した30本の立木を、元玉の元口高が地上高50cmとなるように伐採。造材は材長4m、余尺10cmの位置で行いました。結果、立木1本あたり最大で3玉とれ、合計で72玉の丸太が造材できました。レーザーデータの解析では、実際の造材位置に合わせて最大矢高を推定しました。造材した丸太は土場にてレーン上を転がし、最大

矢高面を上にした状態で、水糸を張って最大矢高を計測し、実測値としました。これらの推定値と実測値を比較することにより、精度の検証を行いました。

図2は、最大矢高の実測値と推定値の関係を表したものです。斜めに引いた実線は実測値と推定値が同じになる線で、この線の近くに点がたくさん集まるほど推定精

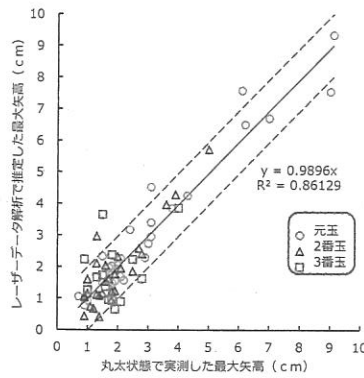


図2 最大矢高実測値と推定地の関係

度が高いと言えます。そのことを表す指標値が図中の「 R^2 」で、1に近いほど推定のばらつきが小さいので、0.86という数値は高い精度と言えます。実線の上下に平行に引いた点線は、それぞれ実線から1cm上下にずらした線です。この点線の意味は、推定値が正しい場合の実線から1cmの誤差がある線のことです。1cmというのは、表1

で説明した曲り等級区分において、基準に用いる最大矢高の範囲の幅が最も狭い「ヒノキの直(2cm)」と「ヒノキの小曲り(3cm)」の差の1cmを意識したもので、この値以内に推定誤差が収まれば、ほぼ正確に等級区分ができると考えられます。図2のケースでは、88%の点が±1cmの点線の内側に入りま

曲り等級区分の推定精度

では、実際に曲り等級区分をした場合の実測値と推定値の差はどれくらいでしょうか。表3は、表1および表2の基準・規格に基づいて、曲り等級区分した結果の実測値に対する推定値の合致率を丸太の採材位置ごとに表したものです。丸太採材位置では元玉の合致率が最も高く、玉位置が高くなるにつれて低下しました。これはレーザースキヤンが地表からの計測で、地表に近いほどたくさんのレーザー光が当たって、精度が高くなることによるものです。全玉では80%代前半の合致率でした。

表4は、実測値に対する推定値の合致率を曲り等級区分別で表したものです。直(1等)では85%

表3 玉位置別の丸太曲り等級の推定精度

	等級合致率 (合致本数)	
	ひろしま木材	日本農林規格
元玉	87% (26本)	90% (27本)
2番玉	82% (23本)	86% (24本)
3番玉	64% (9本)	64% (9本)
全玉	81% (58本)	83% (60本)

表4 丸太曲り等級区分別の推定精度

	等級合致率 (合致本数)	
	ひろしま木材	日本農林規格
直/1等	84% (38本)	86% (37本)
小曲り/2等	59% (10本)	74% (17本)
曲り/3等	100% (10本)	100% (6本)
全等級	81% (58本)	83% (60本)

前後の高い合致率、小曲り(2等)では60~70%程度に下がり、曲り(3等)では100%の合致率でした。丸太の曲りを推定する目的は、価値の高い直材の在庫管理に結び付けることなので、直(1等)丸太の等級区分精度が高いことは好ましい結果と言えます。しかしながら、曲り(3等)丸太の合致率が100%ということとは、直(1等)に誤って判定された丸太は実際に小曲り(2等)で、小曲り(2等)に誤って判定された丸太は直(1等)であるという

ことになりません。このことは、直と小曲りの推定は表裏一体の面があるということなので、両者の合致率に差がある現状を合致率の高いほうに揃えるような精度向上が望ましいです。

レーザーデータから丸太の最大矢高を推定する方法は、昨年度共同で研究を進めた、(株) wood infoが作成したソフトウェアを用いました。その後、もう一つの共同研究機関である広島県総研の西部工業技術センター生産技術アカデミーにおいて、最大矢高推定の高精度化・効率化をめざして新たなソフトウェア作成を進めています。このソフトウェアには、丸太の曲りを判定するのに、立木のどの位置から採材すれば直材が収穫できるかを、利用場面を想定した試算機能も追加し、そのソフトウェアについては今年の夏に特許出願したところです。

この利用場面のうちの1つについて、内容の改良を図るため、先日参加者を限定して研修会を開催し、要望や意見を伺いました。今後は、来年のセンター研究発表会や来年度に予定する公開の研修会等の場で紹介してゆく予定です。