

地上レーザスキャナーによる森林資源調査の精度と作業時間

【はじめに】

拡大造林期に植えられた人工林が伐期を迎え、主伐が増えてきました。現在、国有林や公有林等の主伐の前の収穫調査では手作業で全数調査を実施していますが、作業が膨大で費用もかかるために大きな問題となっています。近年、地上レーザスキャナー、ドローン写真測量、航空レーザ測量など、低コストで収穫調査を行う新たな調査手法が開発されてきています。ただし、新たな森林計測手法が開発されても、収穫調査の材積量の精度が悪ければ、森林所有者も素材生産事業体も立木の取引で困ります。例えば測量では、測量法など精度を確保する社会的な仕組みがあります。一方で、森林計測では精度を確保する社会的な仕組みが弱く、計測手法毎に精度を明らかにしていく必要があります。

新たな森林資源調査手法の中から、現場に必要なデータが迅速に取得できる地上レーザスキャナーを取り上げ

げます。地上レーザスキャナーによる森林資源調査の研究は、2000年頃より始まりました。当初は、計測速度が遅い、計測機器が非常に高価、3次元データを処理するソフトウェアが無いなど、様々な問題がありました。しかしここ数年で、アドイン研究所やWoodinfo社などから、これらの問題点を解決した機器がでてきました。今回は、そのような機器のうち2つの製品（測器A、測器B）について、精度と作業時間を調査・分析した結果について紹介します。

【利用方法】

地上レーザスキャナーは、測器からレーザを周囲360度に照射し、3次元の立体データを取得します（図1）。この3次元立体データをソフトウェアで処理して、立木を認識し、立木の直径、樹高、位置（xyz座標）を出力します。PC上で立木位置図を見ながら、単木単位でまたは集計して林分単位で、立木情報を取得で

きます（図2）。地上レーザスキャナーを使った調査では、木を一本も触れなくても必要な情報が得られると、これまでの手作業の野外調査とは全く異なります。

野外での計測方法は機種によって異なっており、測器Aでは調査範囲に対して10m格子点を設定して、格子点上で1点約1分静止して計測し



図1 立木の3次元データの林内表示

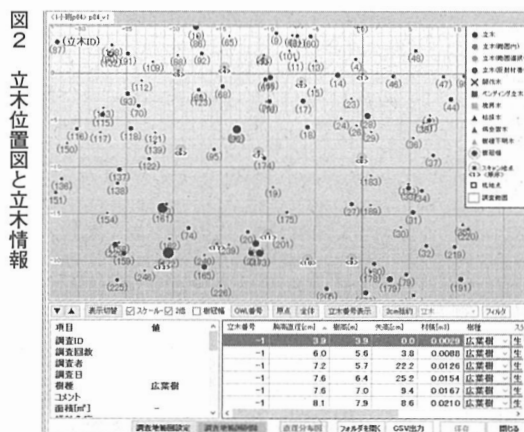


図2 立木位置図と立木情報



写真1 地上レーザスキャナーの外観 (a)測器A、(b)測器B

ます(写真1a)。一方測器Bでは、調査範囲をジグザクの一筆書きで、歩行コースの間隔が約20m以内になるように歩行コースを設定し、機材を担いで歩いて計測します(写真1b)。

【精度】

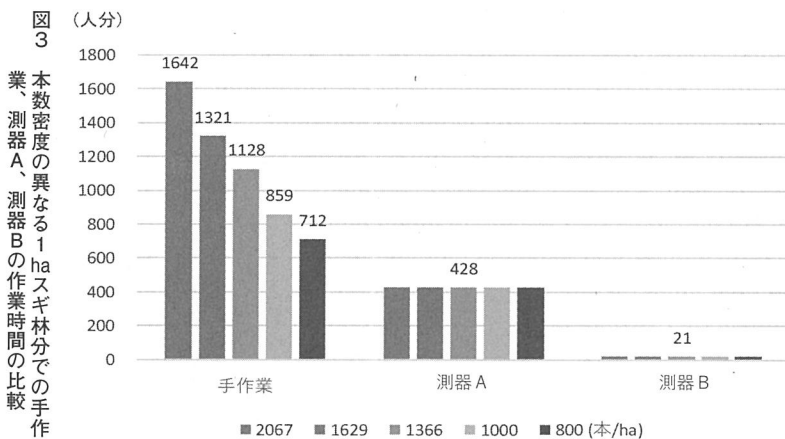
測器Aと測器Bの精度を明らかにするために、森林総合研究所東北支所構内において間伐の有無により本数密度の異なる3つのスギ林で計測実験を行いました。精度は計測誤差の標準偏差、つまり計測誤差のバラツキを表します。3林分平均での単木の計測精度は、測器Aで直径・1.7cm、樹高・1.7m、材積・0.17m³、測器Bでは、直径・2.9cm、樹高・4.9m、材積・0.26m³でした。特に測器Bでは樹高が低めに、材積も小さめに把握されました。林分全体で集計した林分材積(収穫量)では、測器Aでは97〜103%と誤差が小さく計測でき、一方で測器Bでは59〜72%と過小推定となりました。誤差の大きい測器Bに対しては、サンプル標準地調査を追加して補正することで、95〜109%まで誤差率を小さくできました。

一点、地上レーザスキャナー利用の注意点について述べます。例えば、手作業での直径計測はどこで実施しても一定の精度です。一方、地上レーザスキャナーでは、上層木の過密や下層の灌木の繁茂などの林況や、急傾斜地などの地形条件によって、照射レーザを遮蔽する障害物が多くなります。この障害物の多寡によって、あるいは使用する機種によって、地上レーザスキャナーの測定精度は異なるようです。このために収穫調査では、地上レーザスキャナー計測のみでなく、手作業で直径と樹高を計測する標準地調査を追加して、精度を確認し、誤差が大きければ補正していく方法が実用的と考えます。追加調査は手間ですが、例えば0.04haの標準地の計測は90人程度でできるもので、大きな負担にはなりません。

【作業時間の比較】

地上レーザスキャナーについては、構内の平坦地での実験結果から直径と樹高の計測時間を得ました。手作業での直径計測時間は、文献値を利用しました。1haスギ林で八百〜二千(本/ha)の5パターンの本数密度で、

度で、手作業と地上レーザスキャナー測器Aと測器Bの計測時間を推定しました(図3)。手作業が二人組であるのに対して、地上レーザスキャナーは一人ですべて計測できるので、作業時間は一人あたりとして比較しました。手作業では、本数密度に比例して作業時間が大きくなりました。一方、測器Aと測器Bでは本数密度に



関わらず同じ作業であり、計測時間も本数密度に関わらず同じでした。本数密度が千(本/ha)での手作業での作業時間に対して、測器Aで1/2、測器Bで1/41と、効率的に作業できることがわかりました。ただし、これは平坦地での結果であり、傾斜地など歩きにくい場所ではさらに計測時間がかかります。

【おわりに】

今回の結果は、平坦地で下層植生のほぼ無い林分での結果でした。地上レーザスキャナーは、林況や地形によって精度と作業時間が変化すると考えられますので、さらに事例研究を進める必要があります。また、地上レーザスキャナーの他にも、様々な新たな森林計測が開発されていますが、測定手法の特徴や、精度とコストが十分に明らかでない場合があります。実務での利用のために、計測手法の比較について、今後さらに検討をすすめる必要があります。

森林総合研究所東北支所

小谷 英司

019(641)2150