

地上レーザースキャナーによる森林調査： 効率的な資源量把握に向けて



森林管理研究領域 西園 朋広・北原 文章 林業工学研究領域 中澤 昌彦・瀧 誠志郎

東北支所 小谷 英司 林野庁 細田 和男

近年、効率的な森林調査のため、地上型レーザースキャナー（TLS）を導入する動きがみられます。本研究では、全国の針葉樹人工林でTLSの計測実験を行い、胸高直径は良好に計測され、樹高・材積は過小に計測されることを明らかにしました。次に、この樹高の過小計測結果を補正するために、補正式を考案しました。また、TLSと無人航空機（UAV）から得られたデータを結合することで、樹高の計測精度が向上することを明らかにしました。さらに、TLSを用いた森林調査コストをこれまでの手作業による調査コストと比べたところ、年間を通じ多くの森林調査を行う場合にはTLSの利用が効果的であることを明らかにしました。

成果

地上型レーザースキャナーの計測精度

森林の効率的な調査方法として、リモートセンシング技術を応用した地上型レーザースキャナー（terrestrial laser scanner：以下、TLSと記す）を用いた計測技術があります。近年では森林調査に特化したハードウェア・ソフトウェアの開発が進み、国有林や水源林造成事業などへの導入も始まりつつあります。このような新たな技術を林業現場へ効果的に導入するためには、計測精度や導入の費用対効果に関する検討が不可欠です。本研究では、全国50か所の針葉樹人工林でTLSの計測実験を行いました（図1、2）。その結果、①胸高直径は良好に計測されること、②樹高・材積は全般的に過小に計測される傾向があり、特に、大きいサイズの樹木で計測誤差が大きいことが分かりました。また、樹種、林分サイズ、傾斜などの林分特性が計測誤差の発生に影響を与えることが示されました。これらの林分特性に留意して、TLSを活用していく必要があります。

樹高計測の補正方法の提案

TLSによる樹高の計測精度が十分でない場合にそれを補正する方法として、汎用的な樹高曲線式（胸高直径から樹高を推定する曲線式）を作成しました。この方法では、現地で10本程度の立木の樹高を正確に測定すれば、TLSによる胸高直径から、補正された樹高を推定することができます。また、TLSと無人航空機（UAV）から得られたデータを結合できる場合には、樹高の計測精度が向上することが明らかになりました（図3）。

TLS導入の費用対効果

TLSは効率よく森林調査を実施できますが、現状ではハードウェア・ソフトウェアを含めた1セットで数百万円以上の

価格となり、簡単には導入できません。そこで、従来型の手作業による森林調査とTLSによる森林調査について、費用対効果を試算し、検討しました（図4）。その結果、年間を通じ多くの森林調査を行う場合にはTLS計測が効果的ですが、調査数量が少ない場合の導入は割高となることが分かりました。なお、両者の関係が逆転する調査箇所数は条件によって異なるので、導入の検討にあたっては十分な留意が必要となります。

手引きの作成

以上の検討を踏まえ、また、本研究で対象とした機器の概要や使い方のポイントなどを紹介するために、小冊子「地上型レーザースキャナーとUAVによる新しい森林調査」を作成しました（図5）。特に林業の現場において森林調査に携わる方々に、TLSの導入を検討する際の参考資料としてご活用いただきたいと考えています。小冊子をご覧になりたい方は、以下のURL又はQRコードからダウンロードしてください。<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/4th-chuukiseika34.html>



研究資金と課題

本研究は一般財団法人日本森林林業振興会・森林林業振興助成事業「地上型レーザースキャナーによる効率的な収穫調査と素材生産現場への活用方法の提案」による成果です。

文献

北原 文章（2020）「特集号：地上型レーザースキャナ（TLS）を用いた森林計測」森林計画学会誌，54（1），2

森林総合研究所（2020）第4期中長期計画成果34「地上型レーザースキャナーとUAVによる新しい森林調査」



図1 TLSによる森林計測の様子

二種類のTLSにおける計測の様子を示しています。(左の事例)一脚を用いて本体を固定し、10m間隔の測定点で計測します。(右の事例)背負子を用いて本体を頭上に配置し、歩行しながら計測します。

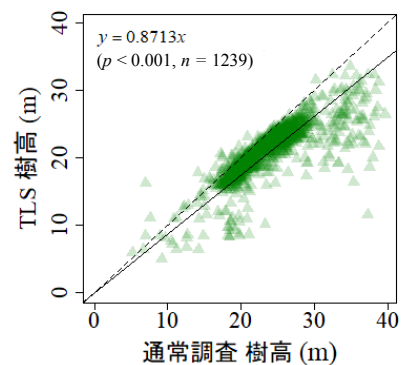
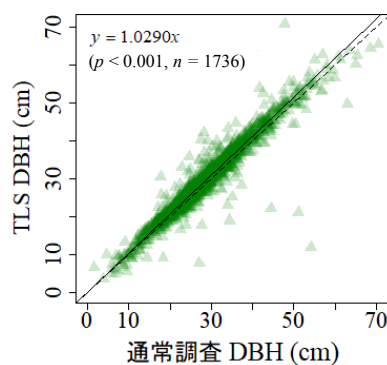
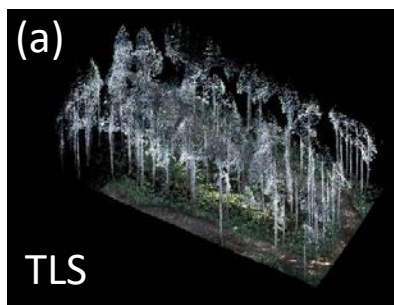


図2 TLS（一脚型）によるスギ人工林での計測

点線は $y=x$ を示し、実線は計測データに $y=ax$ をあてはめた回帰式を示しています。一部の外れ値を除くと、胸高直径（DBH）は良好に計測されます（実線と点線がほぼ一致する）が、樹高は全般的に過小に計測される（実線が点線よりも下側に位置する）ことが分かります。



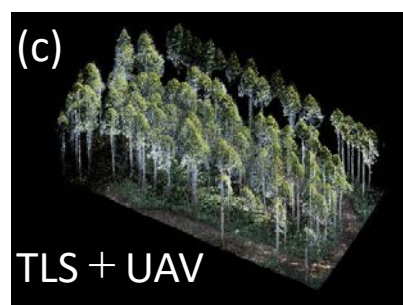
TLS

地面・幹の良質な情報



UAV

林冠部の良質な情報



TLS + UAV

地面・幹・林冠部の良質な情報

図3 TLSとUAVのデータ

TLSとUAVのデータを結合できる場合には、胸高直径だけでなく、樹高についても良好な計測が期待できます。

	手作業	TLS①	TLS②
機器購入費用	30万円	500万円	1000万円
機器償却期間		5年	
人件費		2万円/人日	
セット人員	3人1組	2人1組	
調査効率	5か所/日	7か所/日	14か所/日

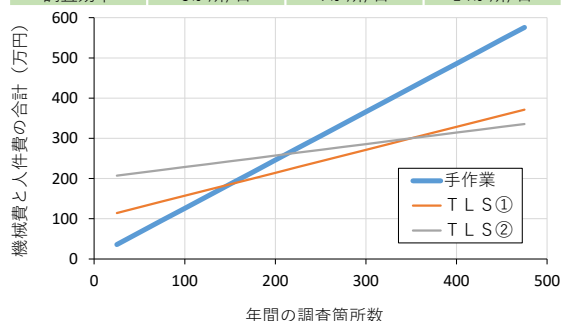


図4 TLSの費用対効果の試算

上表の条件を用いて年間費用を試算しました。調査箇所が増えると、手作業・TLSともに年間費用は増加しますが、特に手作業での増加が大きいため、調査箇所が多い場合にはTLSの方が有利になります。



図5 小冊子「地上型レーザースキャナーとUAVによる新しい森林調査」