

UAV-SfM 法による地上型レーザスキャナの樹高補正^{*1}小田三保^{*2}

小田三保：UAV-SfM 法による地上型レーザスキャナの樹高補正 九州森林研究 74：95－96，2021 林分調査の省力化・効率化に地上型レーザスキャナの活用が期待されているが、樹高が低く計測されるため補正が必要なことが課題となっている。そこで本研究では、UAV で撮影した空中写真と SfM ソフトウェアを用いて行う樹高計測の精度について検証を行った。その結果、測高器と同程度の精度で樹高を計測できることがわかったが、調査地の正確な位置情報の把握や林分状態により最適な計測機器を選択することが重要であることもわかった。

キーワード：UAV, SfM, 地上型レーザスキャナ, 樹高

I. はじめに

林分の売買や間伐などの施業を行う際、資源量等の必要な情報を把握するために行われる林分調査は、立木を人力で一本一本測定する方法で行われることが多く、多くの時間と労力が必要である。このため、林分の正確な計測を行うとともに省力化・効率化を図るものとして、地上型レーザスキャナの活用が期待されている。

地上型レーザスキャナは、林内に設置した機器から発したレーザにより立木の位置や形状などを三次元で把握できるもので、胸高直径や樹高の計測も可能である。また、0.07 ha の林分調査において従来の人力による方法と比較し作業量が減少する一方、樹高が低く計測される傾向があり補正が必要であると報告されている（屋森ほか，2019）。樹高の補正方法として測高器で立木の一部を計測し樹高曲線で算出する方法などが考えられるが、近年、無人航空機（以下、UAV）等の空中写真から地表面の三次元データを復元できる SfM ソフトウェアを用いた樹高計測が試みられている（田村ほか，2015；屋森ほか，2020）。UAV は林業分野においても導入が進んでおり、空撮による林分の現況把握や、複数枚の空中写真からオルソフォトを作成するなど活用の幅が広がっている。そこで本研究では、地上型レーザスキャナの樹高補正方法として考えられる UAV による樹高計測の精度について検証したので報告する。

II. 調査地と方法

調査地は、宮崎県美郷町に位置する宮崎県林業技術センター内のスギ林分 0.03 ha（49 年生，1,033 本／ha）である。調査地を UAV（Phantom 4, DJI 社）で高度約 60 m，オーバーラップ率 90%，サイドラップ率 70% の条件で撮影した空中写真から、SfM ソフトウェア（Metashape, Agisoft 社）を用いてオルソフォトと地盤や樹木などを含む表層面の高さ情報である数値表層モデル（以下、DSM）を作成した（図-1）。

GIS に取り込んだオルソフォト上で立木の樹頂点位置のポイントデータを作成し、ポイントごとに算出した DSM と国土地理院の数値標高モデル（以下、DEM）の差分を樹高とした（以下、UAV-SfM 法）。

比較対象として、測高器（Vertex III, Haglof 社）による方法および地上型レーザスキャナ（OWL, 森林再生システム社）による方法で樹高計測を行った。

これらの方法で計測した樹高を評価するため、調査地内の立木 8 本を伐採し、枝を除去した後に巻き尺で測定した樹高（以下、実測値）を真値として比較した。

III. 結果と考察

実測値と各種計測方法による樹高との関係を図-2 に示す。UAV-SfM 法の決定係数は 0.915 となり、測高器による方法と同程度であった。

実測値と各種計測方法による樹高の誤差の比較を表-1 に示す。UAV-SfM 法の平均二乗誤差（以下、RMSE）は 0.94 m と、測高器による方法の 1.54 m より小さかった。

今回の UAV-SfM 法による樹高計測では、他の計測方法と比較して正確に計測することができたが、その要因として、調査地周辺に国土地理院の地図と照合可能な路網などがあり、これを基準に DSM と DEM の位置合わせが比較的正確に実行できたこと、調査地が起伏の少ない平行斜面であったことが考えられた。実際にはこのような条件の良い場所は少ないため、高精度 GNSS 等を活用して正確な位置情報を取得し DSM と DEM を重ね合わせるなどの対応が必要になると考える。

IV. おわりに

比較対象として地上型レーザスキャナを用いて計測したが、屋森ほか（2019）の報告と同様に樹高は低く計測され、RMSE は約 5 m と大きいことから樹高補正は確実に行う必要がある。

^{*1} Oda, M. : Tree height correction of terrestrial laser scanner by UAV-SfM method.

^{*2} 宮崎県林業技術センター Miyazaki Pref. For. Tech. Ctr., Miyazaki 883-1101, Japan

UAV-SfM法は樹高補正方法の一つとして有効ではあるが、課題として、林分調査を行う事業体に UAV-SfM データを解析できる技術者が少ないことがある。このため、現時点では既に普及している測高器を使った樹高補正が現実的と考えるが、今回 UAV-SfM法と比べて誤差が大きかった要因として、調査地が収量比数0.9を超える過密林分であったため、正確な樹高計測に必要な樹頂点を林分内から確認しづらかったことが影響したと推察された。

林分調査の省力化・効率化を図りつつ正確な資源量を把握するためには、最新の機器や技術の積極的な導入とその特徴を理解して、林分状態によって最適な方法を選択することが重要と考えられた。

引用文献

田村太壺ほか (2015) 日緑工誌 41 (1) : 163-168
 屋森修一ほか (2019) 平成 30 年度森林・林業交流研究発表収録, 110-117
 屋森修一ほか (2020) 令和元年度森林・林業交流研究発表収録, 73-80
 (2020年11月9日受付; 2020年11月19日受理)

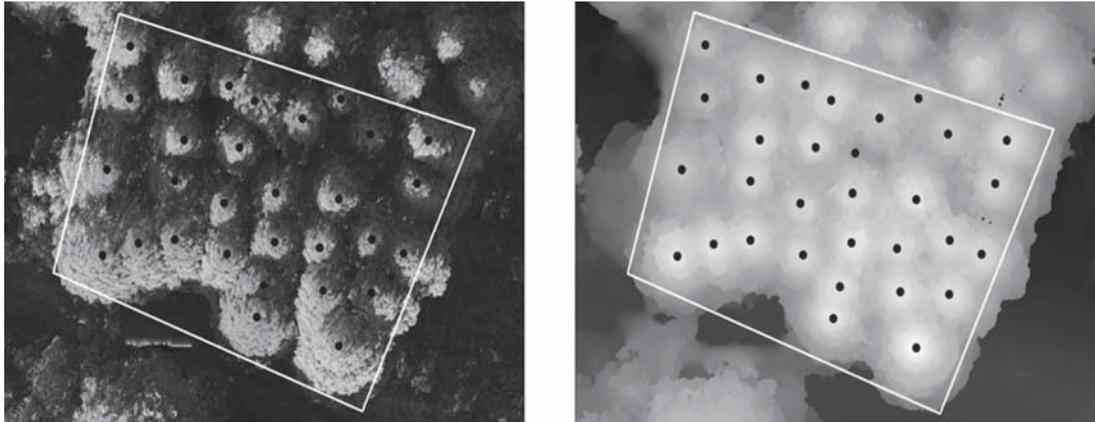


図-1. 作成したオルソフォト(左)とDSM(右)
 ※白枠は調査地範囲, ●は立木の樹頂点位置を示す

表-1. 実測値と各種計測方法による樹高との誤差の比較

計測方法	平均誤差 (m)	平均誤差率 ^{※1} (%)	RMSE ^{※2} (m)
UAV-SfM法	0.44	2.5	0.94
測高器	1.37	5.0	1.54
地上型レーザスキャナ	-4.20	15.4	4.93

※1: (誤差の絶対値 / 実測値) × 100 ※2: 平均二乗誤差

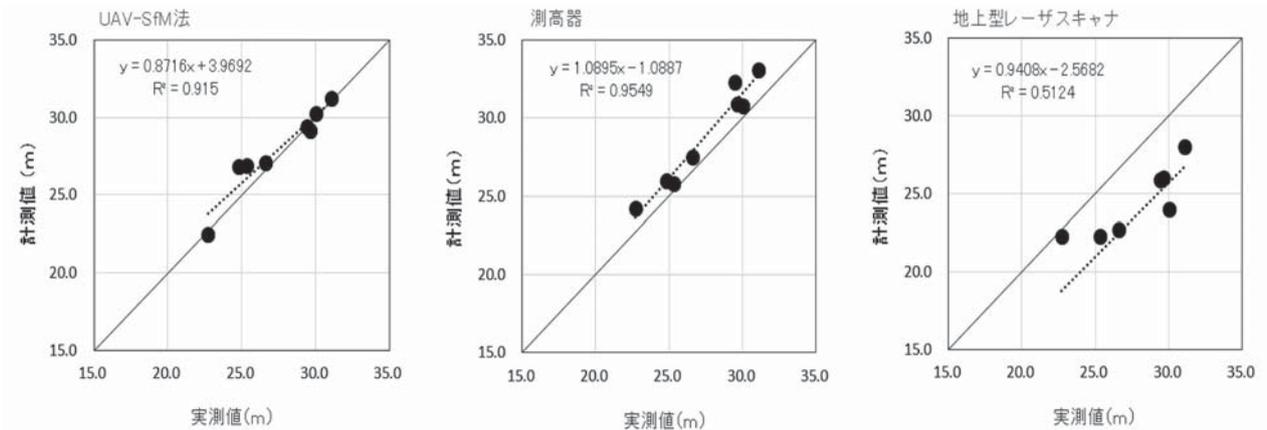


図-2. 実測値と各種計測方法による樹高との関係