

速報

定期撮影航空写真を活用した森林資源量推定の検討^{*1}山城悠太^{*2}・光田 靖^{*3}

山城悠太・光田 靖：定期撮影航空写真を活用した森林資源量推定の検討 九州森林研究 74：59－60，2021 本研究は航空機空中写真を用いた SfM によって生成される DSM を用いた森林資源量推定の可能性を検討することを目的とした。対象地は宮崎大学田野演習林内の 100 年生ヒノキ人工林である。地表面高の情報として宮崎県の定期撮影航空写真から生成された DSM を用いた。地盤高として国土地理院発行の 5 m および 10 m 解像度の DEM を用いた。また、樹頂点抽出のため、同航空写真から生成されたオルソフォトを用いた。定期撮影航空写真 DSM と DEM の差分から DCHM を作成した。オルソフォトから目視判読によって得られた樹頂点位置における DCHM の値を樹高の推定値とした。ネズルンド式から直径を推定し、単木材積および林分材積を推定した。樹高推定値の平均値は、5 m および 10 m 解像度の DEM を用いた場合で、それぞれ 25 m および 23 m であった。実際の収穫量である 170 m³に対して、林分材積の推定値は 5 m および 10 m 解像度の DEM を用いた場合で、それぞれ 149 m³ および 111 m³ といずれも大きな過小評価となった。

キーワード：定期撮影航空写真，森林資源量推定，SfM，違法伐採

I. はじめに

航空機や UAV (Unmanned Aerial Vehicle) を用いた森林資源量推定の技術が発達してきている (Lisein *et al.*, 2013)。空中写真に対して SfM (Structure from Motion) 技術を適用することにより、建物や樹木などの地物を合わせた地表面の高さを把握することができる。これを活用することで森林資源の推定を行なうことが可能となる。UAV 撮影の空中写真を用いた森林資源量推定の研究事例は多数報告されている (古家, 2020)。しかし、SfM 技術を活用した航空機撮影の空中写真を活用した森林資源量推定の研究事例は少ない。航空機撮影の空中写真については都道府県が 5 年毎に更新する定期撮影航空写真を用いることが有効である。都道府県全体を五つの地域に区分して、毎年一つの地域を撮影する機会が多いので、最も時期がずれるとしても 5 年前の空中写真を得ることが可能であると考えられる。そこで本研究では都道府県の定期撮影航空写真と国土地理院によって提供されている 5 m および 10 m 解像度の DEM (以下、5-m-DEM および 10-m-DEM とする) を用いて伐採量を推定する方法を開発することを目的とした。

近年、宮崎県では違法伐採が問題となっており、相談件数は 2015 年の 4 件から 2019 年の 29 件へと増加している (宮崎県森林経営課, 2020)。違法伐採は森林所有者および地域社会から重要な収益と便益を奪い、木材市場と森林資源の評価を歪め、持続可能な森林経営を阻害する要因になりかねない。そのため、森林資源の適切な管理を行なうためにも違法伐採によってどれほどの森林資源が失われたのかを定量的に把握する必要がある。本研究の手法が実用可能であれば、違法伐採によって失われた森林資源量を推定することが可能となる。

II. 調査地と使用データ

本研究の対象地は宮崎大学田野演習林 7 林班に 1 小班 (約 0.6 ha) である。対象林分は 100 年生のヒノキ人工林で一部に広葉樹が混交していた。1916 年に植栽、2016 年末に皆伐が実施された。地表面高の情報として宮崎県が 2016 年に撮影した定期撮影航空写真から生成された DSM (解像度 50 cm) を用いた。また、同航空写真から生成されたオルソフォト (解像度 25 cm) を用いた。地盤高として、国土地理院発行の 5-m-DEM および 10-m-DEM を用いた。

III. 方法

まず、DSM から DEM を差し引いて林冠高モデル (DCHM) を作成した。次に、解像度 50 cm の DCHM では樹頂点の自動抽出が困難であったため、解像度 25 cm オルソフォトを用いた目視によりヒノキの樹頂点を抽出した。得られた樹頂点について作成した DCHM の値を取得し、各個体の樹高とみなした。ネズルンド式を用いて各個体の直径を推定した。通常の樹高を目的変数とするネズルンド式から、胸高直径を目的変数とする形に変形した式を用いた。田野演習林内の 50 年生ヒノキ人工林で得られていたの計測データから非線形回帰によってパラメータを求めた。各個体について推定された直径と樹高から森林総合研究所が提供している幹材積計算プログラムを用いて単木材積を計算し、集計して林分材積を求めた (細田ほか, 2010)。

IV. 結果と考察

定期撮影航空写真オルソフォトによって抽出された立木本数は

^{*1} Yamashiro, Y., Mitsuda, Y.: Forest resource estimation using DSM derived from aerial photographs.

^{*2} 宮崎大学大学院農学研究所 Grad. Sch. Agric., Univ. Miyazaki 889 - 2192, Japan

^{*3} 宮崎大学農学部 Fac. Agric., Univ. Miyazaki, Miyazaki, 889 - 2192, Japan

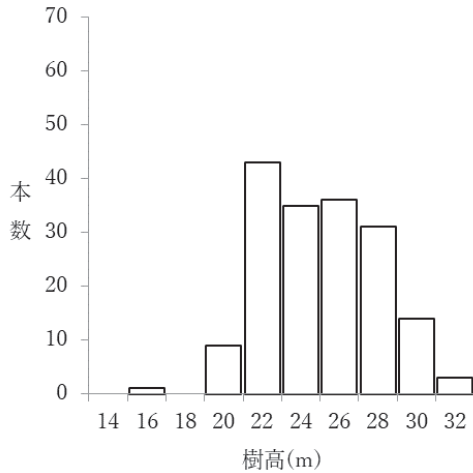


図-1. 5-m-DEM を用いた推定樹高のヒストグラム

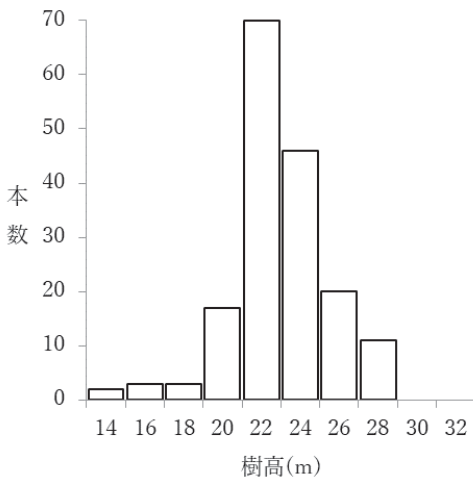


図-2. 10-m-DEM を用いた推定樹高のヒストグラム

172本となった。地盤高として5-m-DEMを用いて推定した樹高のヒストグラムを図-1に示す。樹高が22mから30mほどの個体が多く分布していた。地盤高として10-m-DEMを用いて推定した樹高のヒストグラムを図-2に示す。樹高は22mを中心とした一山型の分布をしており、5-m-DEMによる推定値と比較して樹高が低い傾向があった。

5-m-DEMは航空レーザー測量を用いて作成されたDEMであり、地形図の等高線を用いて作成された10-m-DEMよりも高い信頼性が期待できる。地盤高として10-m-DEMを用いた樹高の推定値が、5-m-DEMを用いた推定値よりも低い傾向にあったことは、10-m-DEMが実際の地盤高よりも高い値となっていることを意味している。樹高推定値のヒストグラムを比較すると、対象林分が100年生のヒノキ人工林であることを考えると、5-m-DEMを用いた推定が妥当であり、10-m-DEMを用いた樹高の推定は過小評価である可能性が高い。推定された樹高分布の妥当性を検証するため、樹高の変動係数を田野演習林内のヒノキ固定試験地データ(6林分、40~50年生)と比較した。対象地の樹高変動係数は0.13であったのに対して、固定試験地での値は0.06から0.12と小さい傾向にあった。対象林分は100年生と高齢で局所的な立地条件や競争で個体間差が拡大したと考えると、推定された樹高分布は妥当であると考えられる。

材積の推定結果を表-1に示す。宮崎大学田野演習林より提供を受けた出荷計算書に記載されていた実際の収穫量である170.1m³に対して、定期撮影航空写真を用いた森林資源量推定はすべて過小評価となった。出荷計算書の数値が丸太材積であるのに対して、定期撮影航空写真DSMによる推定値は立木材積であり、大きな過小評価であると言える。ゆえに本研究の対象地における林分材積推定に関しては有効ではないと考えられる。

表-1. 材積の推定結果

オルソフォト	DSM	DEM	立木材積(m ³)
定期撮影航空写真	定期撮影航空写真	5-m-DEM	148.7
		10-m-DEM	110.6
出荷計算書			丸太材積(m ³)
			170.1

過小評価の原因として、本数の過小推定と直径の過小推定が考えられる。定期撮影航空写真オルソフォトを用いて抽出した立木本数が172本であったのに対して、出荷計算書から推定された立木本数が182本(1本あたり、4m材が3本採材されたと仮定)であった。対象林分は100年生ヒノキ人工林であり、樹高成長がほとんどなくなって樹冠形状が丸くなっていて、解像度25cmのオルソフォトでは個体識別が難しかった。さらに、対象林分の一部で広葉樹が混交しており、識別が困難な箇所もあった。これらの要因により、立木本数の過小推定が生じたと考えられる。直径推定においては、高齢林のデータがなかったことから、50年生ヒノキ人工林で得られたパラメータを用いて推定した。対象林分が樹高成長の衰えた100年生であることから、50年生林分に比べて樹高と直径の関係性が大きく異なっていた可能性が高く、直径の過小推定につながったと考えられる。

本研究の結果から、都道府県撮影の定期撮影航空写真から生成されるDSMと国土院発行の5m解像度DEMのような比較的容易に入手できるデータを用いて、比較的妥当な樹高推定を行うことができる可能性が示唆された。資源量推定の過小推定については、本研究の対象林分が宮崎では珍しい高齢ヒノキ人工林であることに起因する部分大きいと考えられる。今後は、樹冠が明瞭である壮齢スギ人工林などにおいて本研究と的手法で有効性を検証していく必要がある。

V. 謝辞

本研究を行うにあたって宮崎県から航空写真の提供を受けた。宮崎大学田野演習林からは出荷計算書の提供を受けた。ここに深く感謝申し上げます。

引用文献

- 古家直行(2020)現代林業650:14-34
 細田和男ほか(2010)森林計画学会誌44:23-39
 Lisein J *et al.* (2013) Forests 4:922-944
 宮崎県森林経営課(2020) <https://www.pref.miyazaki.lg.jp/shinrin-keiei/shigoto/ringyo/gobatu-toubatu.html> (2020年5月26日利用)

(2020年11月9日受付;2021年1月13日受理)