

## リモートセンシングによる森林資源量推定に関する研究

飯塚 浩太郎<sup>1</sup>, 早川 裕弐<sup>1</sup>, 小倉 拓郎<sup>2</sup>, 中田 康隆<sup>2,3</sup>, 小杉 緑子<sup>4</sup>, 米原 太郎<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 空間情報科学研究センター, <sup>2</sup> 東京大学大学院 新領域創成科学研究科, <sup>3</sup> 北海道立総合研究機構  
<sup>4</sup> 京都大学大学院 農学研究科

連絡先: <kiizuka@csis.u-tokyo.ac.jp> Web: <http://www-new.csis.u-tokyo.ac.jp/blog/member/>

- (1) **動機:** 近年, 技術の飛躍的な発展により, 地上レーザ (TLS) や無人航空機 (UAV) などの活用が国内外で増えてきており, 森林資源量を精密に把握するための手法 (Precision Forestry) が新しく検討・開発されてきている. 一方で, それぞれの機材を用いた単独の手法開発は行われているが, それぞれのプラットフォームが持つ長所・短所を考慮し, すべてのデータを組み合わせた推定方法の検討はあまり行われていない. 本研究では, 従来型のリモートセンシングである衛星データと, 近年利活用が進められている TLS と UAV を組み合わせた森林資源量推定の方法を検討する (図 1).
- (2) **方法:** 対象地域は滋賀県大津市上田上桐生町にある桐生水文試験地 (京都大学) とする. フラックスタワーが建つ小流域内のヒノキ林を対象に TLS を用いた計測からグリッド毎 (10 m x 10 m) に分けた範囲の林分材積量を山本式 (山本, 1918) を用いて推定した. UAV を用いて空撮をした写真を Structure from Motion (SfM) を用いて三次元モデルを作成し, TLS の地形モデルと合わせることで, 樹高や樹冠のサイズを抽出した. マイクロ波衛星データである PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar: L-Band) と Sentinel-1 (C-band) から, 後方散乱係数を HH (Horizontal transmit-Horizontal receive), HV (Horizontal transmit-Vertical receive), VV, VH 偏波からそれぞれ取得した. 全ての変数 (樹高・樹冠面積・樹冠被服率・地形位置・後方散乱係数) を重回帰分析を用いて林分材積量推定を行った. 二通りの方法を

模索した. 一つは従来型の線形回帰 (MLR) ともう一つはサポートベクター回帰 (SVR) である.

- (3) **結果:** 図 2 に MLR と SVR によって推定した林分材積の精度検証を示す. MLR による推定は  $R^2=0.669$  となり, SVR はモデル (使用変数) により  $R^2=0.485 \sim 1$  となった. Root Mean Square Error (RMSE) も MLR では  $95.72 \text{ m}^3/\text{ha}$  と高いが, SVR ではモデルにより  $119.71 \sim 0.04 \text{ m}^3/\text{ha}$  の結果となり, モデルによっては非常に高い精度の推定を行うことが可能となった.

- (4) **参考文献:**  
山本和蔵 (1918) 『あかまつノ単木幹材積表並胸高形数表』, 林業試験報告 16, 147-164.

- (5) **関連文献:**  
Iizuka, K.; Yonehara, T.; Itoh, M.; Kosugi, Y. (2018) Estimating Tree Height and Diameter at Breast Height (DBH) from Digital Surface Models and Orthophotos Obtained with an Unmanned Aerial System for a Japanese Cypress (*Chamaecyparis obtuse*) Forest. *Remote Sens.* 10, 13.

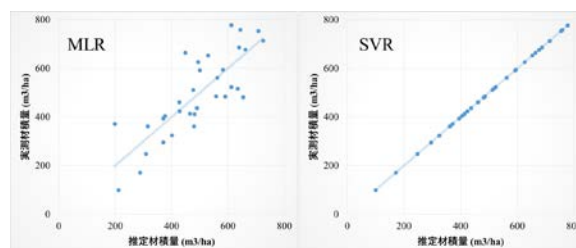


図 2: 線形重回帰分析とサポートベクター回帰による林分材積量推定

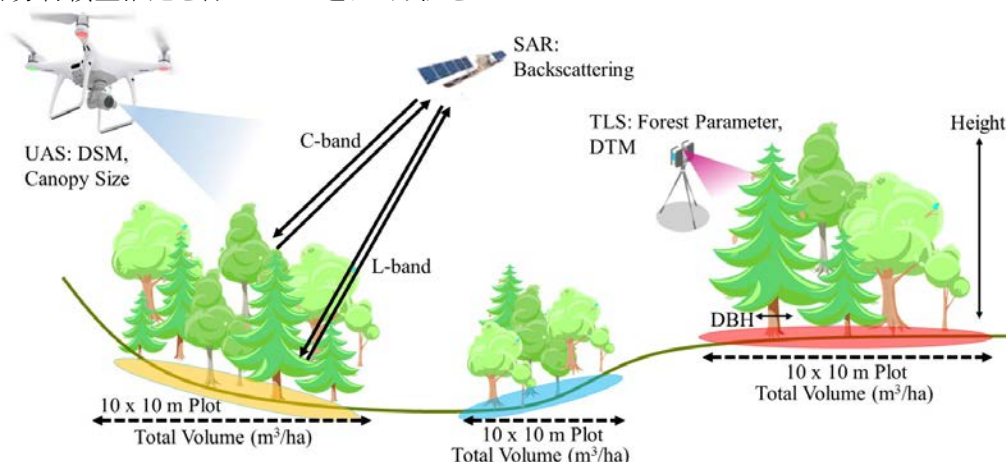


図 1: UAV, 衛星データ, TLS を用いた森林資源量推定の構図