

## 小型 UAV 空撮画像による DSM データを用いた作物の草高推定 —生育形態が異なる作物の草高推定式の比較検討—

### Monitoring of crop plant height based on DSM data by small-sized UAV -Comparison of height estimating formula for crops with different growing form-

○張 可\*・辻 修\*\*・山崎由理\*\*\*・星山賢一\*\*\*\*・岡澤 宏\*\*\*

Ka CHOU, Osamu TSUJI, Yuri YAMAZAKI, Kenichi HOSHIYAMA, Hiromu OKAZAWA

#### 1. はじめに

著者らは 2019 年に北海道帯広市に位置する帯広畜産大学の多品目実験圃場において小型 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)による空撮を行い、DSM(Digital Surface Model)を用いて作物の草高推定を行った。単子葉植物であるオオムギ、エンバク、双子葉植物であるエゴマに対する推定精度を検証したところ、茎葉が圃場一面に繁茂する双子葉植物に対する推定精度は茎葉の隙間が比較的大きい単子葉植物より高い結果が得られた。しかし、同じ群に属す作物でもそれぞれの栽培・収穫方式の違いにより生育形態が異なる。そこで本報告では、それぞれ 2 品目の単子葉植物(エンバクおよびリードカナリーグラス)と双子葉植物(エゴマおよびバレイシヨ)を対象として、作物の生育形態が UAV による草高推定に与える影響を検討した。

#### 2. 調査方法および解析方法

調査は帯広畜産大学構内の実験圃場(面積:3 ha)において行った。圃場内の 7 箇所(箇所に地上基準点 GCP(Ground Control Point)を設置した。UAV には Phantom4 Pro を用い、2019 年 5 月 30 日~10 月 10 日の間に週一回空撮(計 19 回)を行った。撮影高度は 50 m、オーバーラップ・サイドラップ率はともに 80%とした。対象作物の畑において 4~10 個の実測ポイントを設置し、空撮後に草高の実測を行った。

取得した画像は Metashape(Agisoft)を用いて SfM 処理を行い、GCP で位置補正した DSM を作成した。調査時ごとの DSM から裸地状態の DSM を減算することで作物の草高を算出した。この方法で DSM より得られた草高(以下「DSM 値」という)と草高の実測値を使用し草高推定式を作成した。予測モデルは現実のデータに対する性能を評価するため、ランダムに母集団の 70%をトレーニングデータとして草高推定式を作成した。残りの 30%はテストデータとして草高推定式に用いて草高推定値を算出しその精度を評価した。なお、推定式の適合性には決定係数( $R^2$ ), 推定値の精度には二乗平均平方根誤差(RMSE)を用い評価した。

#### 3. 結果および考察

4 品目の作物のトレーニングデータにより作成した草高推定式を Fig.1 に、草高推定式により算出した草高推定値と実測値の誤差を Table 1 に示す。

まず 4 品目のうち、草高推定式の適合性は牧草用作物であるリードカナリーグラス(以下リードという)が最も高く、草高推定式による草高推定値と実測値の誤差が最も小さかった。また、草高

\*東京農業大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

\*\*帯広畜産大学 Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

\*\*\*東京農業大学地域環境科学部 Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture

\*\*\*\*(株)ズコーシャ Co., Ltd. Zukosha

キーワード: 測量・GIS, リモートセンシング

推定式の回帰係数が1に極めて近いことから、DSM 値は生育ステージの違いに影響されず、切片からは常にリードの実際の草高より約 8.8 cm 高くなり、ばらつきが小さいことがわかった。リードは単子葉植物であり葉身は細長い広線形鋭尖頭である。しかし、対象圃場では草地用として高密度で播種されたため、株間隔が非常に小さく、茎葉の間に隙間がほとんどなかった。また定期的に刈り取りが行われ、穂や花序など群落の表面を大きく上回る組織はつくられなかった。このため、単子葉植物でも DSM 値から誤差およびばらつきが小さい推定草高が得られたと考えられる。

一方、リードと葉身の形が類似するエンバクでは、草高推定式の決定係数が1に近いが、推定値と実測値の誤差はリードより大きかった。エンバクは穀類であるため、対象圃場における播種の密度がリードより低く、茎葉の隙間が大きかった。また登熟期に穂や花序がつけられることも草高推定の誤差を高めたと考えられる。

2 品目の双子葉植物(バレイショおよびエゴマ)はともに草高推定式による推定値と実測値の誤差が比較的小さかった。しかし、草高推定式の決定係数は、エゴマが高く( $R^2=0.98^{**}$ )、バレイショは低い結果が得られた( $R^2=0.81^{**}$ )。この2品目は播種方式が類似し株間隔に大きな差はみられなかった。一般的に、エゴマは 150~200 cm まで伸びて茎葉が非常に発達する。これに対してバレイショの草高は 100 cm 以下であり、繁茂した羽状複葉をつくるにもかかわらず株の間に隙間がみられた。そのためバレイショでは、茎葉間の隙間により全体的に DSM 値が実際の草高より低くなったのみならず、実測値のばらつきが大きくなったことで推定式の決定係数も低下したと考えられる。また、2品目とも推定式の回帰係数が 0.7 程度であったことから、DSM 値は生育初期において双子葉植物の草高を過小評価し、生長に伴い実測値に近づき、生育後期に茎葉が異常に繁茂する場合には過大評価する可能性があることがわかった。

#### 4. まとめ

本報は小型 UAV 空撮画像による DSM を用いた 4 品目の作物草高の推定精度を検証した。その結果、単子葉と双子葉に関係なく、茎葉間の隙間が推定精度を低下させることがわかった。また、DSM 値は単子葉植物の草高を常に正確に反映できることに対して、双子葉植物の草高を生育初期では過小評価し、生育後期では過大評価する可能性があることがわかった。

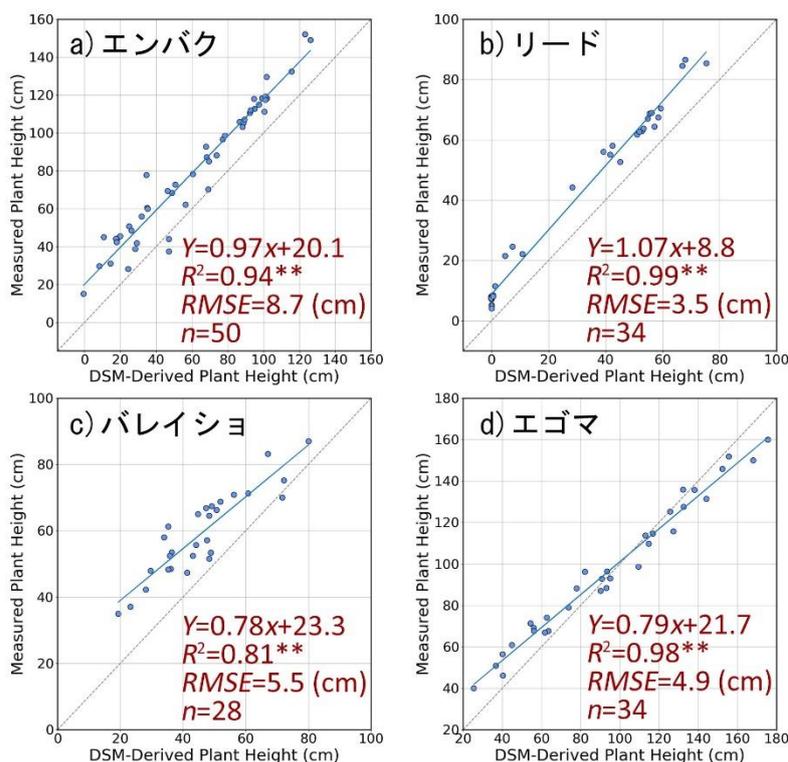


Fig.1 4 品目の作物のトレーニングデータによる草高推定式  
Plant height formula for 4 crops obtained by training data

Table 1 草高推定式による推定値と実測値の誤差  
RMSE between estimated plant height and measured plant height

作物名	エンバク	リード	バレイショ	エゴマ
RMSE (cm)	12.5	6.1	7.7	8.3