

水稻の生育診断におけるUAV搭載マルチスペクトルカメラでの測定条件の検討

森谷和幸・佐々木次郎

(古川農業試験場)

Examination of measurement conditions with multi-spectral camera equipped on UAV for diagnosis of
rice growth

Kazuyuki MORIYA and Jiro SASAKI

(Miyagi Prefectural Furukawa Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

従来、水稻の草丈、茎数、葉色を測定することにより生育診断を行ってきたが、近年、携帯式作物情報測定装置を使用して、正規化植生指数 (NDVI) などを測定する診断が行われている^{3)、4)、5)、6)}。また、マルチスペクトルカメラを搭載した無人航空機 (以下「UAV」、通称ドローン) で撮影した空撮画像から算出したNDVI値を用いた水稻の生育診断も行われている^{1)、2)}。しかしながら、UAV空撮条件等を検討した知見が少ないことから、空撮高度及び標準反射板によるNDVI値への影響を検討した。

2 試験方法

調査は、2017～2019年に宮城県古川農業試験場 (宮城県大崎市) 内の水田圃場G2b (灰色低地土、50 a) で水稻品種「ひとめぼれ」を用いた。50 a圃場を12分割し、基肥量 (窒素量) 0、3、5、7 kg/10 a及び減数分裂期の追肥量 (窒素量) 0、1、2、3 kg/10 aと施肥条件を変えて3年間同一試験区で栽培した。基肥は塩加磷安284号 (N 6%、P₂O₅ 6%、K₂O 6%)、追肥はNK化成16 (N 16%、K₂O 18%) を使用した。

空撮は、UAV「ファントム3 (DJI社)」に搭載したマルチスペクトルカメラ「Sequoia (Parrot社)」 (緑・赤・レッドエッジ・近赤外の4波長及びRGBカメラで撮影) を用いて高度別 (100 m及び30 m) で自動飛行させながらインターバル撮影した (図1)。また、空撮は、基本的に晴れまたは曇りで、照度が極力変化しないようにちぎれ雲等に留意しながら午前11時頃までに撮影するようにした。

自動飛行ルートは「MissionPlanner」で作成し、「Litchi Mission Hub」 (<https://flylitchi.com/hub>) に飛行マップを登録して空撮を行った。「Sequoia」の撮影条件は、オーバーラップ率及びサイドラップ率を80%とし、高度別に飛行速度及びカメラ撮影インターバルを設定した (表1)。また、空撮前後に、地表面の反射率を求めるために必要な標準反射板の影響を比較するため3種類 (「Airinov (以下「板A」と略)」 (2017～2019年)、「MicaSense (以下「板M」と略)」 (2018～2019年)、「Parrot (以下「板P」と略)」 (2019年)) (図2) をそれぞれ撮影した。

2017～2019年の6～9月に撮影した空撮画像及び3種類の標準板撮影画像は、画像処理ソフトウェア「Pix4Dag」を用いて画像のオルソ化、反射率算出のデータ処理後に、「ArcGIS」のメッシュ化ゾーン集計でNDVI値を算出した。なお、NDVI値は3ヶ年とも同一圃場・同一試験区から、各試験区中央90 m²分の平均値を使用した。

なお、空撮高度は、2017年度は100 mのみ、2018～2019年度から100 m、50 m、30 mの3段階としたが、今回の解析には100 m及び30 mのデータを使用し、50 mは用いなかった。

3 試験結果及び考察

UAVでの空撮での測定条件として、空撮高度 (100 m及び30 m) 及び空撮画像合成の際にデータ補正に用いる標準反射板3種類のNDVI値を比較・検討した。

始めに、空撮高度 (100 m、30 m) と算出したNDVI値の関係について6月から9月までの間のデータを用いて検討した。その結果、板Aの決定係数が0.996と最も高く、次いで板P、板Mの順となったが、3種類の標準反射板とも空撮高度の違いによる差は少ないと考えられた (図3)。

次に、Sequoiaの撮影条件を同条件として、MissionPlannerで作成した自動飛行ルートの飛行時間と空撮対象とした圃場面積から単位時間当たりの飛行面積を算出した (表2)。高度30 mでは約8 a/分であるのに対して、高度100 mでは約89 a/分と約11倍の面積の空撮が可能であった。UAVでの空撮する場合、空撮時間はUAVのバッテリー容量に制限されるため、空撮高度が高い方が、解像度 (cm/pixel) は低くなるが、空撮面積 (a/分) は大きくなった。つまり、UAVによる空撮では空撮高度によるNDVI値は変わらないため、高度100 mでの効率的な広範囲の空撮や、1ピクセルあたりの解像度を重視した高度30 mでの低空撮影など、空撮条件の選択が可能であると考えられた。

最後に、施肥量を変化させたG2b圃場について、6月20日、7月20日前後にSequoiaを搭載したUAVを用いて空撮高度100 mで空撮し、板Aで補正した画像データから算出したNDVI値と生育量の関係を検討した。その結果、図4のとおり、算出したNDVI値と草丈×m²茎数の決定係数が0.951と高くなった。しかし、7月

中下旬以降、NDVI値が0.8～0.9と飽和していくため、生育量の差を把握することは難しいと考えられた。

4 まとめ

マルチスペクトルカメラ「Sequoia」を積載したUAVで空撮する場合、同一の標準反射板を用いれば、空撮高度（100 m、30 m）差によるNDVI値に大きな影響はなかった。

また、「Sequoia」を用いて標準反射板で補正した空撮画像からNDVI値は算出できたが、7月中下旬以降、NDVI値は飽和状態となり、試験区ごとの生育量差を把握することが難しいと推測されたため、今後は、NDVI値以外の指標での検討が必要であると考えられた。

引用文献

- 1) 藤原洋一、塚口直史、長野峻介. 2019. 普及型マルチスペクトルカメラによる水稻生育診断. 農業



図1 供試した「Sequoia」搭載UAV（ファントム3）



図2 供試した標準反射板3種類（①Airinov②MicaSense③Parrot）

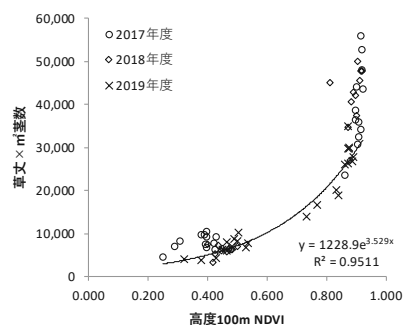


図4 NDVI値（空撮高度100m）と草丈×m²茎数
空撮日 2017年6月22日・7月20日
2018年6月18日・7月19日
2019年6月20日・7月20日

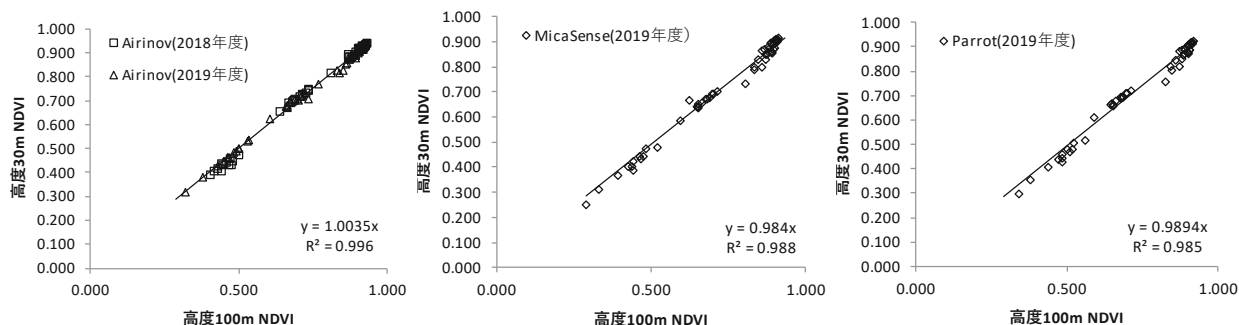


図3 空撮高度と標準反射板によるNDVI値の違い（空撮日 2018年6月18日・7月18日・7月30日・8月14日・9月19日
2019年6月20日・7月20日・7月22日・8月15日・9月19日）

表1 「Sequoia」空撮条件（「MissionPlanner」設定）

空撮高度 (m)	飛行速度 (km/h)	カメラ撮影インターバル (m/s)	カメラ撮影インターバル (s)
100	10.8	3	1.5
30	18	5	3

※オーバーラップ率及びサイドラップ率は80%

表2 「Sequoia」空撮高度比較

空撮高度 (m)	空撮ほ場面積 (a)	飛行時間* (分)	空撮面積 (a/分)	飛行距離 (m)	解像度 (cm/pixel)	画像ファイル** (KB/a)
100	800	9	89	1,927	10.8	56
50	200	9	22	1,996	5.4	280
30	100	12	8	1,587	3.3	723

飛行時間*: 飛行ルート時間のみ、発進・帰還時間は含まない

画像ファイル**: 「Pix4Dag」での画像オルソ化後のTIFファイルの大きさ