

水稻の生育診断において UAV 搭載近赤外線改良カメラを用いて観測した NDVI の変動要因

UAV 搭載近赤外線改良カメラで取得した近赤外画像から水稻の NDVI を算出する場合、太陽高度、雲の陰によって値が変動するため、時刻および撮影中に太陽に雲がかからない日射条件の安定した時間帯(正午を除く)に観測する必要がある。なお、撮影高度による NDVI の変動は対地高度 30~100m の範囲において認められない。

農業研究センターアグリシステム総合研究所生産情報システム研究室(担当者:藤本仁寿)

研究のねらい

植物の反射スペクトルによって算出される正規化差植生指数(NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)は水稻の生育(草丈、LAI等)と相関を示すことから、生育診断への応用が検討されている(濱ら、水文・水資源学会誌 29巻 p44-54、2016年)。しかしながら、観測条件に起因する NDVI の変動に関する知見は少ない。そこで、現場での運用が期待されている無人航空機(以下: UAV、通称ドローン)搭載近赤外線改良カメラを用いて、観測条件(太陽高度、対地高度等)による NDVI の変動を明らかにした。

研究の成果

1. UAV 搭載近赤外線改良カメラで撮影した画像から水稻 NDVI を算出する場合、太陽高度が低い時間帯では太陽高度が高い時間帯と比較して算出される NDVI が高くなる(図1)。
2. 撮影時に一時的な曇りで日射が減少し、反射量が低下した場合、算出される NDVI も低下する(図2)。
3. UAV 搭載近赤外線改良カメラで撮影した画像から水稻 NDVI を算出する場合、各生育ステージにおいて、UAV の対地高度に因らず一定の値を得ることができる(図3)。
4. 対地高度 100m において撮影を行う場合、約 4 ha を 7 分程度で観測できる(表1)。

普及上の留意点

1. 農産園芸研究所(合志市)において水稻「ヒノヒカリ」を用い、5月21日播種(催芽粃 80g/箱)、6月20日移植、18.5株/m²(1株3本手植え)、施肥は窒素成分で基肥 0.5kg/a、穂肥 0.3kg/a、晩期穂肥 0.2kg/a で栽培した。
2. 近赤外線改良カメラ Yubaflex を搭載した UAV (図4)を用いて近赤外画像(3バンド: 緑(G)、赤(R)、近赤外(NIR)、入射光補正無し)を撮影し、図5に示す手順に従って解析した。
3. $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ は、0未満の値を土壌部分として除外した NDVI_{pv} (pv: pure value) を用いて解析を行った。
4. 撮影高度を低くすることで解像度の高い画像が得られるが、ファイルサイズが大きくなるため、処理を行う機器の性能や作業効率を考慮して対地高度を決定する必要がある(表1)。

【具体的データ】 No.872 (令和元年(2019年)5月)分類コード 13-01 熊本県農林水産部

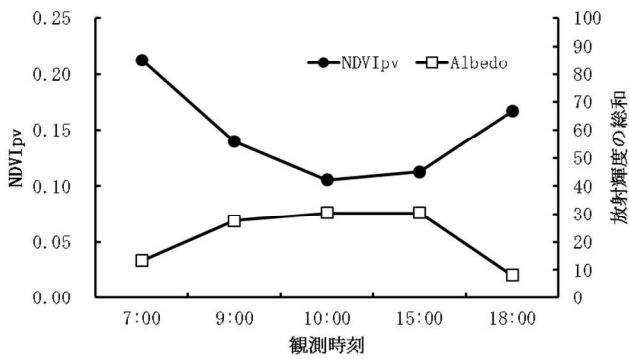


図1 観測時刻とNDVIpv、反射の関係(2018年)
注1) 7月10日(晴天)、注2) Albedoは反射を示し、放射輝度の総和(G+R+NIR)とした。

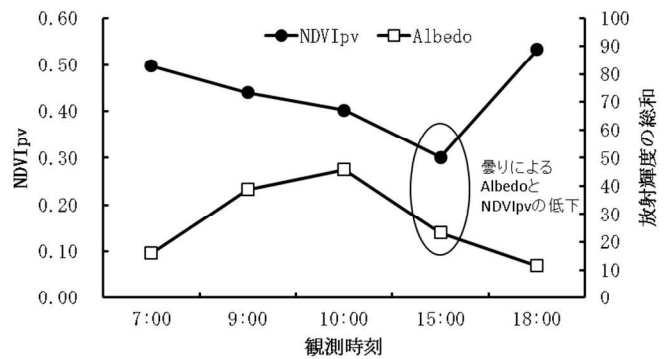
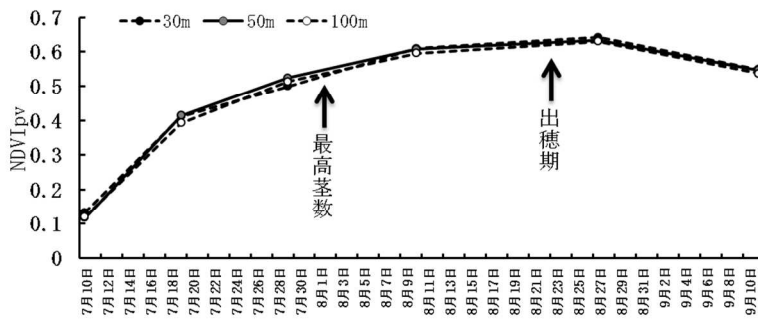


図2 観測時刻とNDVIpv、反射の関係(2018年)
注1) 7月19日(晴天)、注2) 図1と同じ。



移植後	20日	29日	35日	40日	穂数
茎数(本/株)	12.6	30.1	31.5	31.7	20.7

図3 各時期におけるNDVIpv変化(対地高度別)と茎数の推移

注) NDVIpv調査時期: 7/10(移植後19日)、7/19(同28日)、7/26(同35日)、8/10、8/27、9/11



図4 使用機材

注) G社製 Boomerang、RGBカメラ(上)と近赤外線改良カメラ(下)を同時搭載した状態

表1 1回の撮影における対地高度別の画像枚数、画像合成時間、撮影面積、ファイルサイズ(各7回の平均値)

対地高度	枚数 (枚/回)	撮影面積 (ha/回)	画像合成時間 (sec/回)	サイズ(GeoTIFF) (MB/約50a)
30m	109	1.2	1949	877
50m	93	1.9	3479	297
100m	59	4.0	2456	81

注1) 使用PC: Intel®Core™i7-8700K、64GBRAM、NVIDIA GeForce GTX 1060 3GB 注2) 1フライトは約7分

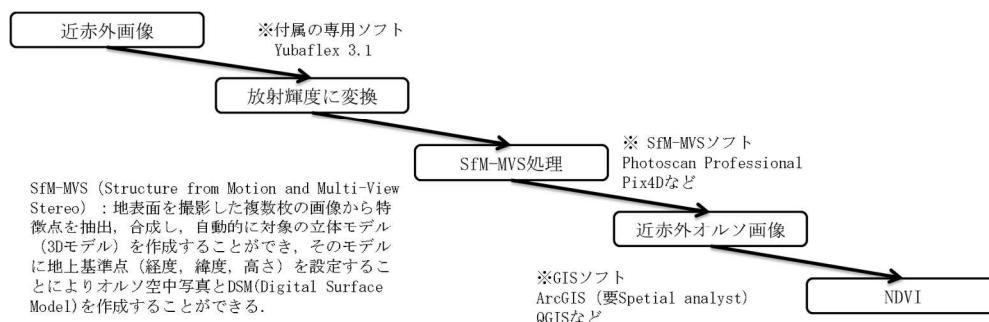


図5 解析手順