

中山間地でのドローンを活用した生育診断と栽培管理技術

1 はじめに

中山間地域において、ドローンを活用して生育診断を行い、必要なところだけに追肥をして、省力的に生育・収量の向上を図る技術について説明します。

2 技術内容

1) 使用する空撮用ドローンの仕様

使用する2種のドローンの仕様は以下のとおりです。

仕様概要 は以下のとおりです。各仕様を満たしていれば機種は問いません。

①可視光カメラ搭載ドローン

可視光画像 (R^{*1} 、 G^{*2} 、 B^{*3}) の画像データ取得可能なカメラを搭載したもの (図1)。

②マルチスペクトルカメラ搭載ドローン

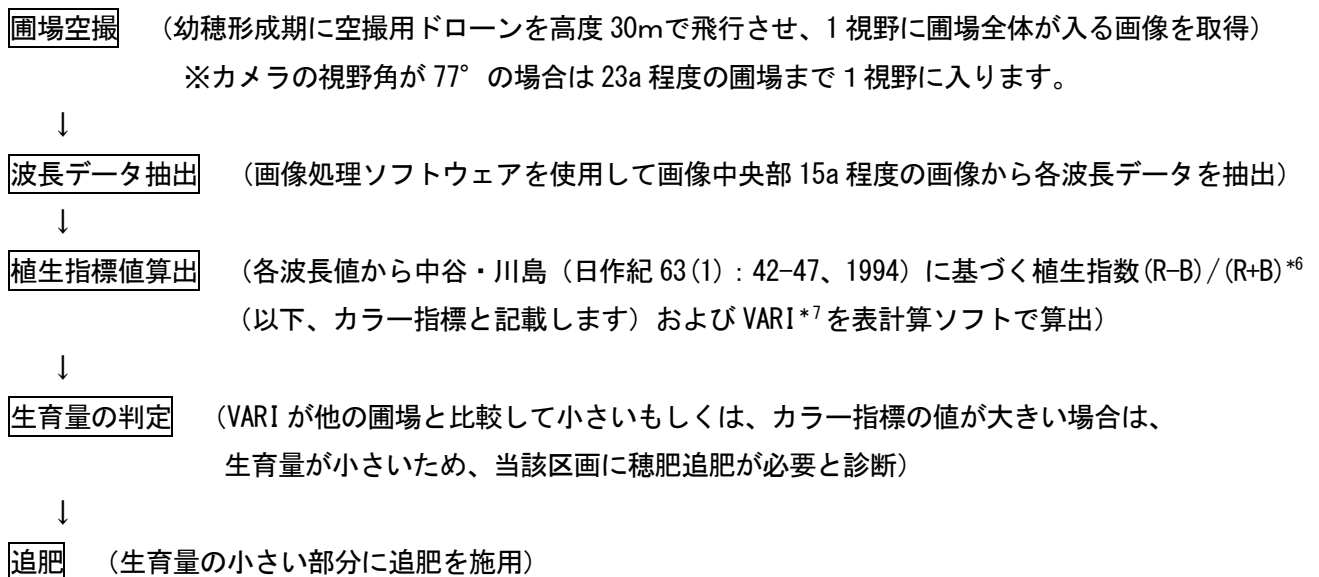
4波長 (G 、 R 、 REG^{*4} 、 NIR^{*5}) の画像データ取得が可能なカメラを搭載したもの。



図1 可視光カメラ搭載ドローン

2) ドローンを用いた生育診断・追肥、収穫期診断の手順

①ドローンを用いたイネの生育診断・追肥は以下の手順で行います。



②ドローンを用いた大麦の刈り取り時期診断は以下の手順で行います。

圃場空撮 (成熟期に空撮用ドローンを高度 100mで飛行させ、1 視野に圃場全体が入る画像を取得)
 ※カメラの視野角が 77° の場合は、2.5ha 程度の圃場まで 1 視野に入ります。

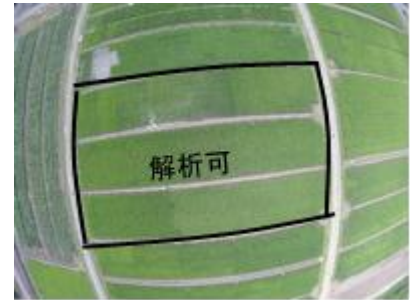
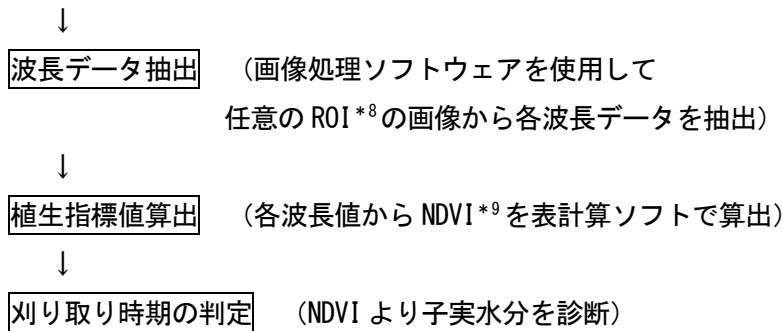


図2 30m 高度撮影時の解析可能範囲

③空撮高度と撮影画像の利用方法

生育診断対象の圃場全体が 1 枚の画像に入るような画像を撮影することが条件となります。空撮高度 30m では、カラー画像において画像中央部の 15a 程度の部分であれば、カラー指標と葉色の相関が認められたため、レンズ収差の影響なく解析可能であることがわかりました (図 2)。

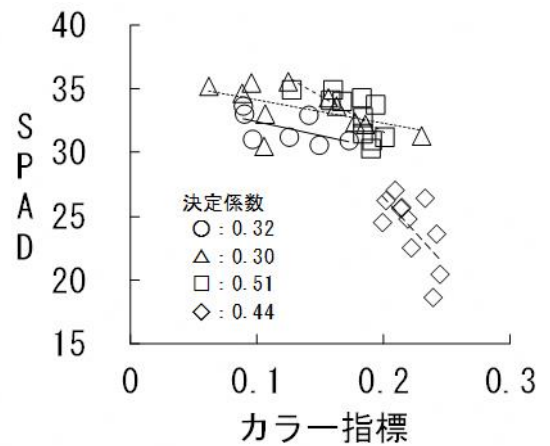


図3 カラー指標と葉色 (SPAD) との関係

○ : 幼穂形成期、△ : 出穂期
 □ : 穂揃い期、◇ : 収穫直前

④空撮画像から得られる植生指標

【水稻生育診断】

福井農試場内圃場での調査結果では、中谷らの手法に従いカラー指標 $(R-B)/(R+B)$ を算出したところ、幼穂形成期～収穫直前において、カラー指標が大きいほど葉色値が小さい傾向にありました (図 3)。

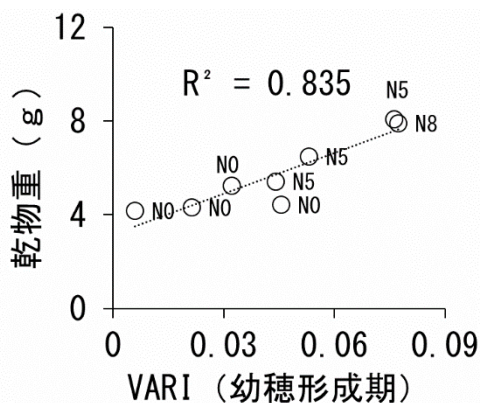


図4 幼穂期 VARI と乾物重の関係

NO : 基肥窒素 0kg、N5 : 基肥窒素 5kg
 N8 : 基肥窒素 8kg

VARI については、幼穂形成期の値が小さいほど、イネの生育量が小さく、乾物重が小さい傾向がありました。また、基肥窒素量が多い圃場ほど VARI の値が大きくなることも確認されました (図 4)。

VARI 値が小さいために、生育量が小さいと判断された箇所へ穂肥追肥を行うことで、収量増加を図ることができます。

幼穂形成期に VARI が低く生育量が小さいと診断された箇所は、VARI が高い箇所と同様に管理しても収量は低くなってしまいます。そこで、幼穂形成期の VARI が低い箇所に穂肥を施用することで、収量を確保することができます（図5、表1）。

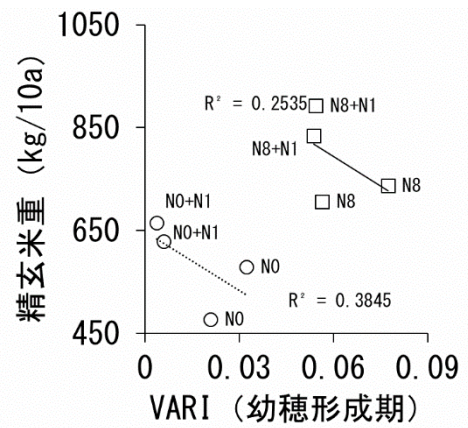


図5 幼穂形成期 VARI と収量の関係
 ○NO : 基肥なし、○NO+N1 : 基肥なし+穂肥 1Nkg、□N8 : 基肥 8Nkg、□N8+N1 : 基肥 8Nkg+穂肥 1Nkg

表1 幼穂形成期の VARI と収量構成要素

基肥N+ 穂肥N	幼穂形成期 VARI	精玄米重 kg/10a	穂数 本/m ²	一穂粒数 粒/穂	登熟歩合 %	千粒重 g
NO	0.005	529	302	107.1	87.1	22.4
NO+N1	0.019	647	335	119.5	86.1	22.4
N8	0.066	722	419	104.2	86.9	22.7
N8+N1	0.055	863	486	109.3	85.6	22.9

【大麦刈り取り時期診断】

大麦の刈り取り時期の診断にはマルチスペクトルカメラで撮影した画像データから算出した NDVI を使用します。福井県農業試験場で行った現地試験の結果、高度 100m空撮画像から算出した大麦成熟期の NDVI は子実水分と強い相関関係が確認されました。大麦の刈り取り適期の子実水分は 25%以下ですが、収穫期間後半の刈り遅れを防ぐために 30%以下になった時点が刈り取り開始期の指標とされています。

大麦の子実水分は 1 日あたり平均 5~6%低下するといわれており、NDVI 値から診断される子実水分から刈り取り時期を推定できます。

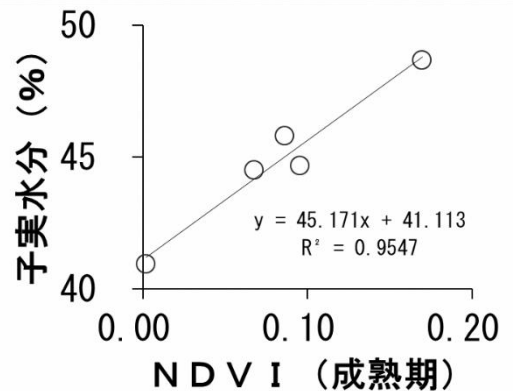


図6 NDVI と大麥子実水分

語句説明

- *1 : R 波長 660nm、帯域幅 40nm の可視光帯に属する単色光です。
- *2 : G 波長 550nm、帯域幅 40nm の可視光帯に属する単色光です。
- *3 : B 波長 435.8nm、帯域幅 40nm の可視光帯に属する単色光です。
- *4 : R E G 植物に光を当てた場合に 735nm、帯域幅 10nm の帯域で急激に反射率が上昇します。この帯域の光をレッドエッジ Red Edge (R E G) といいます。
- *5 : N I R 780nm 以上の波長を赤外線 Infrared Spectroscopy (I R) と呼び、790nm、帯域幅 40nm の波長を近赤外線 Near-infrared Spectroscopy (N I R) と呼びます。
- *6 : (R-B)/(R+B) 中谷・川島 (日作紀 63(1) : 42-47、1994) において、イネの SPAD 値と直線相関関係があることが報告されている画像指標です。
- *7 : VARI 可視大気抵抗値植生指数 Visible Atmospherically Resistant Index の略で、スペクトルの可視範囲だけで植生の断片を定量的に評価するための植生指数です。計算式は、 $VARI = (G-R)/(G+R-B)$ です。
- *8 : ROI 関心領域 Region Of Interest の略で、画像の中で解析対象とする領域を抽出して扱う際の対象領域のことを指します。
- *9 : NDVI 正規化植生指数 Normalized Difference Vegetation Index の略で、植生の分布状況や活性度を示す指標です。植物体のクロロフィルによる R 波長の吸収と植物体による N I R 波長の反射という特性を強く反映した指数とされています。計算式は、 $NDVI = (NIR-R)/(NIR+R)$

[その他]

研究課題名 : 中山間地における高収益技術体系の確立

(中山間地でのドローンを活用した作物の生育診断と栽培管理技術の開発)

研究期間 : 平成 29 年度～令和元年度

研究担当者 : 農業試験場 次世代技術研究部 スマート農業研究グループ 馬田英典