

ドローン画像による作物情報収集



農研機構 北海道農業研究センター
ICT 農業グループ 主任研究員

すぎうら
杉浦

りょう
綾

1 はじめに

作物生育の観測手法は、目視評価やマニュアル計測など、従来行われているものから、レーザ計測や光学センシングなど先進的なものまで数多く挙げられる。また、観測目的も葉面積や草高、植生指数など生長データの収集から、収量、品質、病害発生状況など生産管理上重要な情報の把握まで多様である。このような作物情報を屋外の圃場環境、特に大規模圃場で効率的に得るには、非破壊非接触での手法が必須であり、また、空間的なばらつきを捉えるという観点から、画像による計測技術が有効である。

圃場環境で作物の生育状態を非破壊非接触で観測する技術は衛星画像を中心とした農業リモートセンシング分野で発展してきた。複数バンドの画像データからいくつかの植生指数が考案され、生長量把握や収量・成分推定、収穫適期予測などに応用されている。近年ではドローンによる空撮がより身近なものとなり、農業分野への応用も期待されている。また、可視領域と同時に近赤外領域の画像が得られるマルチスペクトルカメラも小型化と低価格化が進み、現在ではドローンからも複数バンドの画像取得が可能である。これまで衛星画像を対象に開発されてきた画像解析技術がドローンか

らの画像にも適用でき、NDVIなどの植生指標が簡単に得られるようになった。さらに、ドローンからの画像は衛星画像と比較して超高分解能であることが大きな特徴である。農地の高精細な画像データに対して、近年の画像認識や画像理解といった技術を適用すると、これまでの農業リモートセンシングでは推定困難だったものがより直接的に捉えることができる。ドローンからの高解像度画像からは、作物の物理的サイズを直接計測することが可能であり、また、いくつかの作物で特定の病害を自動検出できることもわかっている。

本報告では、作物生長計測に関する技術を交えて、ドローン画像の特徴を説明し、さらに、画像による病害検出についていくつかの事例を紹介する。

2 ドローンからの圃場画像

空撮のプラットフォームとして、図1のような8枚のプロペラを持つ回転翼式のドローンを使用した。サイズが100cm×100cm×30cm、質量が1.6kgの小型軽量のものである。リチウムポリマーバッテリーを電源とし、ペイロードが1.5kg、飛行継続時間がおおよそ20分である。機体内部にはGPSや3軸ジャイロ、方位センサ、気圧高



図1 ドローンによる撮影システム

度計などを備え、飛行中の姿勢安定制御が組み込まれている。操縦は地上の無線操縦機からマニュアルで行えるほか、あらかじめ設定した経路に沿って自律飛行できる。また、飛行中の位置や高度、バッテリー残量などの情報を無線送信することで、飛行状況を地上のパソコンで確認できる。数ヘクタール規模の圃場を撮影する場合、機体が数百メートル先を飛行することもあり、マニュアル操縦では機体の目視確認自体困難である。安全運用に加え圃場全体を正確に撮影するためにも自律飛行や飛行状況の遠隔モニタリングは必須の機能である。

機体には市販の一眼レフカメラを搭載した。画像解像度は2400万画素で、100m上空から機体直下を撮影すると、148m×98mの範囲をカバーする。このときの空間分解能は2.4cmである。また、可視画像と合わせて近赤外線画像を撮影できるマルチスペクトルカメラも搭載した。このカメラは青(475nm)、緑(560nm)、赤(668nm)の波長領域に加え、717nmと840nmの近赤外領域の画像を一度に撮影できるものである。このようなマルチスペクトル画像が

らはNDVIなど、衛星リモートセンシング分野で考案されてきたいくつかの植生指標を算出できる。

ドローンによる空撮は目的にもよるが一般に100m程度かそれ以下で行う。移動しながら連続撮影すれば、回転翼機であれば10haから20ha程度の範囲を、固定翼機であれば50ha以上を一度の飛行で撮影できる。連続撮影で得た画像に互いに重なる部分があれば、その部分について3次元情報を復元できる。図2は4haの圃場を高度100mから60枚の画像におさめ、その画像から復元した立体形状である。この3次元情報の復元は、北海道農業研究センターからフリーソフトとして公開しているFieldReconstを使用した。ここから作物の草高や作物体の大きさ、あるいは圃場地形などの情報が得られる。また、被覆面積や葉色などが画像から計測できるが、ドローンからの画像は高分解能であるため、従来のような群落単位の情報ではなく、作物個体毎の情報として計測できることもわかっている。一般的な栽培様式で植えられたバレイショであれば、萌芽直後の画像から画像認識技術により個体検出が可能である。

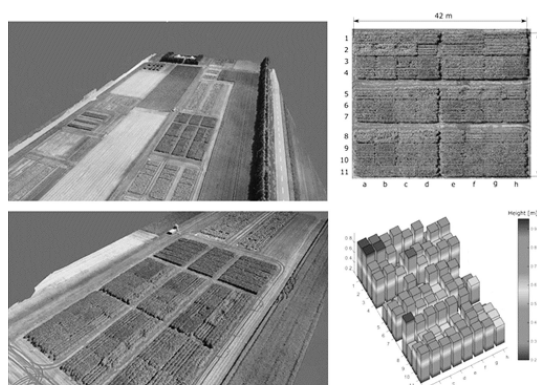


図2 画像から復元した4ha圃場の3次元情報

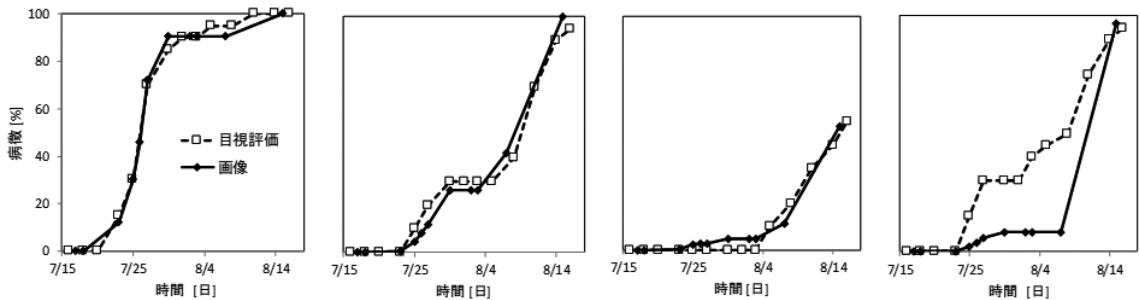


図3 疫病の病徴評価の比較

3 バレイシヨ疫病とウィルス感染株の検出

画像からバレイシヨ疫病の検出を行った。葉面の一部が褐色に変化し、やがて褐色部分が葉全体に広がると同時に葉自体が萎凋するという症状を検出する画像処理方法を開発した。一眼レフカメラからのRGB画像をHSVに変換し、主にHの値で葉色の変化を捉えた。撮影は、数百品種・系統を植えたバレイシヨ疫病抵抗性検定圃場で行い、疫病が発生する7月中旬から1ヶ月間、週2～3回のペースで画像を得た。また、画像から検出した病害発生箇所の面積割合を0～100%の病徴とした。時系列画像を解析した結果、疫病の病徴を推定し、その進行度合いを評価できることを確認した。図3は、画像と地上目視評価それぞれで得られた病徴の時間変化つまり病害進行曲線であり、例として4つの試験プロットを示した。全ての試験プロットで両者が一致したわけではないが、ほとんどのプロットで画像による評価が目視によるものに近い結果となった。

図4は画像処理により自動検出した疫病発生の様子であり、発生初期の時点でのものである。

バレイシヨ疫病は比較的症状が顕著であ

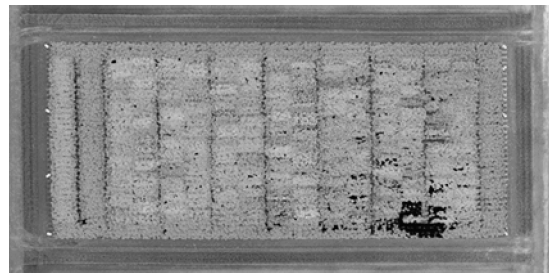


図4 バレイシヨ疫病の自動検出
(黒塗部分が病害箇所)

り、画像による検出対象としても比較的扱いやすい。一方、ウィルス病は症状が微妙であることが多く、通常の画像処理での検出が難しい。そのため、畳み込みニューラルネットワークをベースに感染株である確率と正常株である確率を出力する識別器を構成し、数千枚の画像データで学習させ、識別の可能性を検証中である。

4 おわりに

ドローンによる画像計測は農地情報を時間空間的に高分解能で収集できる技術として、生育追跡や病害監視などに極めて有用である。バレイシヨの場合、適切に撮影すれば被覆率や草高、地上バイオマスなどの生長量を個体レベルで時系列的に計測でき、萌芽や初期生長の様子、開花時期、枯凋時期などを詳細に観察できる。さらに、

それらの生育情報を使って、収量を推定できる可能性がある。

ドローンからの撮影は広域の情報を画像データとして効率的に得られるのは確かであるが、当然、葉に覆われた茎の根元部分や葉の裏など、上空から写らない部分の情報は得られず、地上観察の完全な代替にはならない。一方で、人の目では見えない、赤外領域の画像を使えば、作物生育の良否

や、一部の葉身成分量が推定できることがわかっている。

また、例えば画像による病害検出に関しては、地上での目視評価、特に熟練の目と同等の検出精度を得るのは難しい場合が多く万能なものは望めない。より柔軟で正確な検出方法を得るには、大量の学習データが必要であり、いかに効率よく高品質なデータを収集できるかが鍵となる。