

## ドローンを活用した水稲圃場の 低コストモニタリング手法の開発

伊予農希少植物群保全プロジェクトチーム 代表 村井 麻里亜

### 1 はじめに

私たち伊予農希少植物群保全プロジェクトチームは、2012年から無農薬・無化学肥料の水稲栽培を始めました。そして、現在、学校水田にはヒメタニシ、ニホンスッポンが、松前町の水田ではツルシギやマシジミなどの多様な水田生物が見られるようになりました。さらに、生態系の頂点にオオタカがいることが確認できるなど、この農法は生物多様性を豊かにしています。また、2017年には「エコえひめ農産物」と「愛媛県版GAP」、「日本版農産物安全認証JGAP」を取得し、第三者からも安心・安全で、自然環境に配慮した農産物であることを認めていただいています。

無農薬・無施肥の水稲栽培は生態系を豊かにする農法である一方で、労働生産性には課題があり、省力化技術が求められています。そこで、私たちは2016年からドローンを用いた水稲栽培管理技術を確立し、農作業の省力化につなげようと研究を進めています。

2018年は、①国際規格の農産物安全認証であるGLOBAL G.A.P.認証を取得し、2020年の東京オリンピック・パラリンピック選手村に自然栽培の愛媛県産米を提供すること、②ドローンによる栽培管理手法を確立し、管理の省力化・効率化を図ることで自然栽培をモデル農家へ波及させることを目標として活動しています。

### 2 研究方法

私たちは、生産管理に必要な情報を効率的に収集・分析するために、ドローンにカメラを搭載し水田を撮影する手法を試みました。空中写真を得るには、ドローンの他にも人工衛星画像を用いるなどの方法があります。しかし、水田上空に衛星が飛来するタイミングでなければ画像が取得できないことや、画像の解像度が一般に高くない等の問題があります。一方で、ドローンを用いると、任意の時期の撮影、例えば稲の生育段階に合わせた撮影が可能となります。また、比較的低空で

の撮影は、対象物を細かく捉えることができるため、一枚の水田の中での稲の一株一株の生育の違いなどを詳細にかつ簡便に把握するなどが可能になります。そこで、ドローンによる撮影画像を解析し、植物の活性度を表す指標の一つである正規化植生指数 (NDVI) と、地表面の高低差を表す数値表層モデル (DSM) を求め、生産管理に活用しました。

2016年度、ブルーバンドを撮影できるカメラでイネの正規化植生指数を求め、水田全体の生育状況を把握する手法を開発しました。この手法ではカメラ代、ドローン代、解析ソフト代合わせて25万円程度の低コストで水田全体の水稲の生育状況をモニタリングできることが分かりました。得られたデータから、赤丸の中のように水田地表面の低い部分にスクミリンゴガイの食害が集中して発生したことがわかり、客土して水田の均平化を図りました。



2017年度は、2016年度使用した7万円のブルーバンド撮影のカメラの信頼性を確認するために、より細かく波長を識別できる50万円のマルチスペクトルカメラを使って、品種や管理手法の異なる水田を撮影しました。左が、昨年度から使用しているブルーバンド撮影カメラ、右が今年度から使用している4波長同時撮影が可能なマルチスペクトルカメラです。ドローンは同一機種を使用しています。



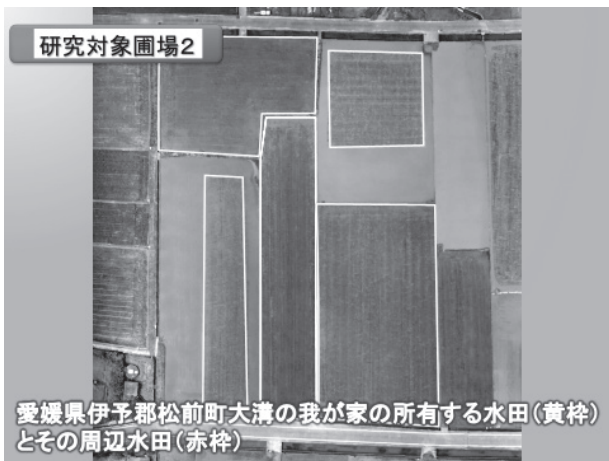
使用した機器

Blue-NDVI  
IRPRO社製 (NDVI7)  
ローリングシャッター方式

4波長同時撮影  
Micasense社製 (Sequoia)  
グローバルシャッター方式

ドローンによる撮影と解析は民間の測量会社にご協力をいただきました。これは、撮影時に万が一事故があった場合に高校では保証が担保できないためです。また、エコえひめ農産物やJGAP認証の取得にかかる費用は、三浦保愛基金の助成を受けています。

対象圃場は愛媛県伊予市上吾川の学校水田と、愛媛県伊予郡松前町大溝の我が家の所有する水田です。学校水田では「あきたこまち」と「もちみのり」を無農薬・無化学肥料で殺菌剤も一切使用せず栽培していま

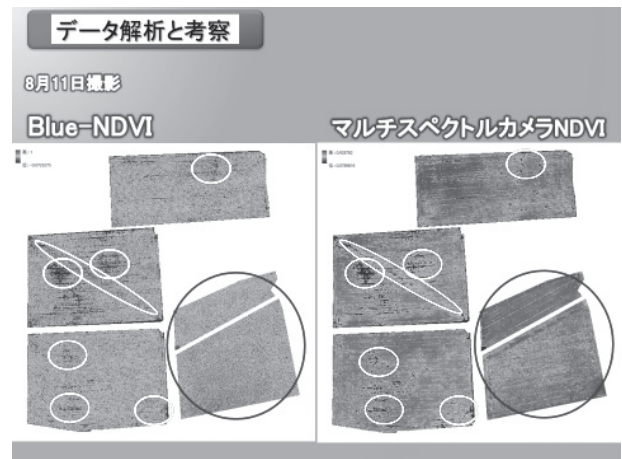


す。松前町大溝の水田は農薬・化学肥料、殺菌剤を使用した慣行栽培です。また、品種や栽培管理による違いを把握するために、周辺の農家にもご協力をいただき、同時に撮影することとなりました。

2016年度の撮影データの解析結果をもとに、生育段階にあわせ3回の撮影で必要なデータが十分取得できると判断しました。そこで、2017年度は水稻の生育段階にあわせ、7月12日、8月11日、9月2日の3回撮影を行いました。撮影コースは、学校水田周辺では南北方向にオーバーラップさせながら鉛直写真を撮影しました。今回は撮影予定コースの座標値をドローンにあらかじめ設定しておくことで、飛行時、ドローンがGPS位置情報で自機の座標値を取得し、撮影コースを自動飛行するシステムを利用しました。これにより、3回の撮影で同一コースを正確に飛行することが可能となります。

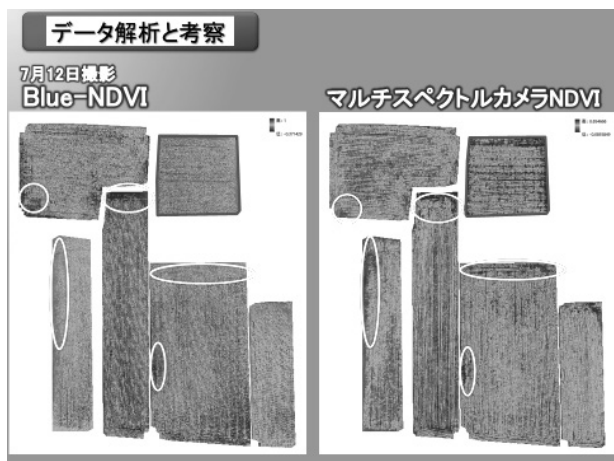
### 3 研究結果

学校水田の8月11日のブルーバンドのカメラとマルチスペクトルカメラの正規化植生指数を比較すると、スクミリンゴガイの食害を強く受けた箇所や、暗渠を施工した際に心土が表面に露出した箇所の正規化植生指数が低いことが、ブルーバンド撮影画像とマルチスペクトルカメラ撮影画像の両者から確認できます。周辺農家の正規化植生指数について両カメラからの解析データを比較すると、カメラ間の解析データに大きな違いは確認できません。両者のデータから、周辺農家では正規化植生指数が局所的に低い箇所はなく、病虫害の発生やスクミリンゴガイの食害などによる植物活性の低下がないことが推察できます。これは、農薬や殺菌剤を使用していることの影響が大きいと考えられます。



## 4 おわりに

松前町大溝の水田で7月12日に撮影した両者のデータを比べると、殺剤剤を使用しているにも関わらず、スクミリングガイの食害が発生している場所が両者のデータともに確認できます。青色の枠の水田は田植えの時期が遅れたため周辺水田と比較し相対的に正規化植生指数が低いと思われます。



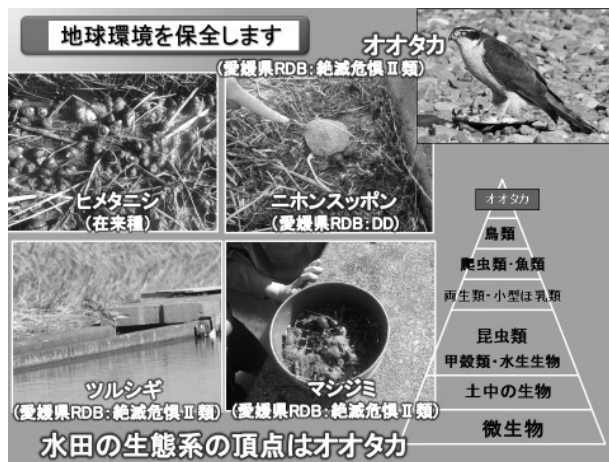
これらの研究結果から、7万円のブルーバンド撮影のカメラで取得したデータの解析結果と、50万円のマルチスペクトルカメラで取得したデータの解析結果に大きな差異はなく、低価格のカメラでも十分に栽培管理に活用できることが分かりました。設備投資の負担をできるだけ抑えることは、研究成果を社会実装するうえで重要であり、大きな成果といえます。

しかし、研究の結果を農家に説明しましたが、正規化植生指数によって植物の生育を捉えるという手法がすぐには理解していただけませんでした。一方で、学校水田において、2016年の解析結果で正規化植生指数の低かった箇所へ客土し、スクミリングガイの食害をなくしたことで、2017年には正規化植生指数の低い箇所がなくなり、収量も増加したという説明はすぐに納得していただくことができました。

本研究で使用した「正規化植生指数」という生育の物差しが、一般農家には聞きなれない指標であるということが、直観的に理解していただけない理由の一つであると感じました。一方で、栽培管理を評価する際に一般的な「収量」で説明したことで、理解が進んだように思います。

2017年4月20日、エコえひめ農産物の生産登録が認められ、農薬・化学肥料100%減の玄米を生産しました。また、7月29日にはJGAPの審査を受け、指摘された是正項目を文章化して提出し、9月15日、食の安全や環境保全に取り組んでいる農場としての認証をいただきました。3月には導入が始まったばかりの愛媛県版GAPの審査を真っ先に受け、認証をいただくことができました。残留農薬の分析を行った結果、生産されたお米からは農薬が検出されないか、されても基準値の数百分の一という非常に低濃度で、消費者の健康を守ることができます。

しかし、水稲うるち玄米の検査規格では、玄米1,000粒中にたった数粒斑点米があれば等外となります。そのため、虫害による斑点米を予防するためにカメムシ対策の農薬を多用したくなります。一般農家では斑点米防止のためネオニコチノイド系農薬を地上散布1,000倍の濃度、無人ヘリで8倍という高濃度で散布していますから、驚異的な数値と言えます。



この農法は地球環境を保全します。一方、10aあたりの収量は2年目に極端に減少するため、自然栽培を辞めてしまう農家もあります。3年目以降、収量は徐々に回復し、安定しますが、慣行栽培と比較すると収量はやや劣ります。しかし、販売価格という視点で考えると、無農薬無化学肥料の自然栽培米であるということは、大きな付加価値を生み出します。2017年12月、市場調査として、地域の農産物直売所に精米した学校水田米を500円/1kgで出荷し、日本版安全認証を取得した無農薬・無肥料栽培米であることを表示し、販売したところ、飛ぶように売れていきました。このように販売単価を上げることができると併せて、経費の面でも施

肥や農薬にかかる資材代を大幅にカットできるため、慣行栽培と遜色のない収益を見込める可能性があります。つまり、この農法は、自然環境を守るだけでなく、農家の収入を確保するという面でも持続可能な農業経営を確立できることを示唆しています。



## 5 課題と今後の展開

ドローンによるモニタリング手法をさらに周辺農家に広げるために、研究成果を直感的に分かりやすく理解することができ、実際に研究成果をもとに管理をしてもらうためには、どのように農家にフィードバックしてい

けば良いのか、さらに精査していきたいと考えています。水田内での水稲ごとの生育の差異をとらえることは、細やかな施肥管理や病虫害防除などに役立ちます。つまり、従来水田全面に施肥や農薬散布をしていたところを、本当に必要なところだけに、最小限で施用する精密農業の可能性を探っていきたいと考えています。

今、私たちは、愛媛県が開発した媛育73号の実証実験に取り組んで2年が経ちます。このお米に素敵な名前を付けていただき、GLOBALG.A.Pの認証を受けて、東京オリンピック・パラリンピック選手村にお届けしたいと思います。

## 6 謝辞

研究対象圃場として撮影にご協力いただいた学校水田や大溝水田の周辺農家の皆様、ドローンによる撮影指導とデータ解析にご協力いただいた有限会社ウインズの石田様のご支援・ご協力に心から感謝申し上げます。

愛媛県立伊予農業高等学校  
伊予農希少植物群保全プロジェクトチーム