

稲作へのスマート農業の活用について

山形大学農学部 食料生命環境学科

教授 藤井 弘志

(ISSA山形を代表して)

首相官邸の屋上にドローンが落ちたことで、ドローンが有名になったことから、空から写真が撮れるドローンを農業面で活用できないかと研究機関や民間企業がのりだしている。

今回山形大学の藤井教授にお話しし、最新の技術を寄稿いただいた。今後は実用化できなくとも、将来の姿を想像してほしい。

編集部

1. はじめに

スマート農業とは、「勘と経験に頼った農業」から「データに基づく科学的農業」への変革であり、スマート農業を進めるためのツールとして、ロボットやICT技術(情報通信技術)がある。ICT技術を導入した農業のメリットとしては、①生産の効率化、高付加価値化、省力、低コスト化、②暗黙知、ノウハウ等の見える化、③人材の育成、④経営の効率化、高度化、⑤トレーサビリティの確保、GAPへの対応などがあげられ、ICT技術の導入による農業の変化として、①超省力、大規模生産の実現(トラクターの自動走行など)、②作物の能力を最大限

ICT技術を農業に導入した先進事例として、①圃場管理としてICTを利用した施設園芸(イチゴ)②地図情報利用の農業日誌・圃場管理(アグリノート)③ドーム形植物工場(グランパ)④鳥獣害センサー(長野県塩尻市)等がある。

一方、ICT技術導入の課題として、①コストの問題(機材システムの導入、メンテナンス)②人材の育成とサポート体制(ICTシステムの運用・メンテナンスのための技術や知識の習得)③セキ

2. ISSA山形の戦略

近年、気候変動が大きくなっており、水稲(産米)の質と量を確保するためには、気候変動に応じた肥培管理が重要である。特に水稲では、基肥窒素と追肥窒素(穂肥窒素)の施肥量と追肥時期を適切にすることが必要である。

以前であれば、篤農家と呼ばれるベテラン農家が圃場の特徴を理

解し、圃場観察して、生育(葉色や茎数)を見ながら適切な量の追肥(人的可変施肥)を行っていたが、近年、農地集積や大区画化が進み、農家従事者が減少している中で(特に、経験と勘を有するベテラン農家のリタイア)、きめ細かな対応が難しくなっている。我々ISSA山形は、圃場の面的な生育状況の把握と、それに適した適切な追肥制御によって、省力化と気候変動の影響を最小化しながらの質と量の確保を目指して、2014年度より実証実験を行っている。図1に全体システムを示す。

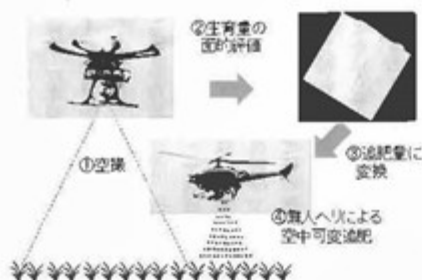


図1. 全体システム

ドローンに搭載したマルチスペクトルカメラを用いて生育量の面的評価を行い、圃場の部分ごとの生育(葉色、茎数)から求めた追肥量を、産業用無人ヘリコプター(以下無人ヘリ)を用いて空中から散布する(可変追肥)。これにより、圃場の生育バラツキが改善され、収穫物の質と量の確保が可

ユリテイの確保(篤農技術、果の技術)④導入について(自分で導入、やってみよう)等があげられ、実際の農業現場へのICT技術導入の手段としては、①ICT技術導入の前に、生産技術やシステム上の課題の抽出(ICT技術導入以前の課題)、②抽出した課題の解決方策の策定、③ICT技術導入の目的、メリット、課題(コスト)の整理、④③の検討を行った上での導入(自分で導入、やってみよう)を決定する。

一方、我が国の農業の現場では、農業従事者の減少とベテラン農家の離農が進み、経験と勘による稲作技術の継承が難しくなっていること、農地集積や大区画圃場の拡大、国際競争の激化によるコスト低減、気象変動による気象災害の発生頻度の増加等の様々な課題を抱えている。

特に、水稲栽培において、これらの課題に対応するために、①圃場の生育状況(葉色、茎数等)の科学的な把握、②大規模化による生育・収量・品質バラツキの抑制、③省力化・効率化、④質と量の安定化が急務となっている。

このような状況に対応して、①圃場全体の生育状況の見える化②品質を維持しつつ収量の最大化③圃場評価および追肥作業の代替化が大きな課題となる。そこで、農業界と経済界の連携による先端モデル農業確立実証事業による「未来の豊かな農業を先進技術でサポートする」ことを目的に、ISSA山形(Integrating System for Smart Agriculture from Yamaoka)のメンバー(鶴岡グリーンファーム、コニカミノルタ、ヤンマーヘリ&アグリ、伊藤電子工業、山形大学農学部)を形成した。

ドローン搭載の特殊マルチスペクトルカメラによる圃場の面的評価をベースに、無人ヘリによる追肥可変施肥により課題解決に取り組んでいる事例を紹介する。

能となると考えている。

具体的には、30aの水田圃場には約6万株の稲が生育している。現在の葉色診断（葉色診断）では30aの代表として20×40株を抽出して葉色を測定していて、その値を参考にベテラン農家が過去の経験と圃場内の地力ムラを考慮して追肥を行っている。

また、水田の地力も面的に均一ではないこと、さらに規模拡大による経営面積の増加に対応するためには、既存の診断手法では、き



図2. 空撮システムの外観

め細かな対応が難しい状況が想定される。

そこで、ドローン等に搭載した各種カメラを利用した面的な葉色・生育診断等を行うことにより、ベテラン農家の経験と勘を再現するとともに大面積を効率的（時間的）に、しかも時代のニーズ（気象変動対応、環境保全型農業）であるきめ細かな診断が可能となると考えられる。

3. ドローンに搭載マルチスペクトルカメラを用いた生育量の面的評価システム

圃場全体の生育状況の評価を広く範囲で高速に行うために、ドローンにマルチスペクトルカメラを搭載した空撮システムを用いた（図2）。

市販のドローンに、可視光と近赤外光の2波長の画像を取得するマルチスペクトルカメラと、GPS（位置を把握する）と方位計を搭載する。マルチスペクトルカメ

ラによる可視光画像と近赤外光画像から正規化植生指数（NDVI）を算出する。NDVIは、リモートセンシングで一般的に用いられる指数であり、 $NDVI = \frac{(R - R_c) / (R + R_c)}$ で表される。

ここでRは近赤外光の反射率、R_cは可視光の反射率である。NDVIが高いほど稲の葉色が濃いこと（稲体の窒素含有率が高い）ことを示している。

ドローン1回の飛行時間は約10分で、1フライトで約1・2haの撮影が可能である。圃場で撮影された複数の画像は、NDVIに変換され、GPSからの緯度・経度および方位情報にもとづいて貼り合わせが行われる。このように、圃場全体の生育状況が可視化されることで、圃場管理や追肥対応など様々な用途に応用が可能になる。

4. 無人ヘリを用いた追肥可変施肥システム

一般的に水稲の追肥は10a当

た（kg/10a）に対し、慣行栽培26・1（kg/10a）とバラツキが抑えられ、可変によって狙いの収量を確保できることが確認できた。

6. まとめ

実用化までにはいくつか課題が残っている。1つは効率である。現状ドローンは1フライトで約1・2haの撮影が可能であるが、これを数倍にすべくカメラ改良を進めている。

また、追肥散布も無人ヘリの搭載可能重量を増やし作業効率の向上を図るために、機材の軽量化および高濃度肥料の使用（軽量化）も必要と考えている。

さらに、ドローンのセンシングはNDVIによる生育測定のために、水管理や病気診断、刈取り適期判断にも応用可能である。メニューを増やすことで、農家への貢献度を総合的に上げていくことが重要と考えている。



図3. 無人ヘリと追肥散布装置

り10kg程度の散布が必要である（窒素成分20%肥料の場合）。ドローンでは搭載可能重量が少ないため、今回の追肥散布には、水稲の防除用途に広く利用されている無人ヘリと粒剤散布装置を改良したものを用いる（図3）。今回試験に使用した無人ヘリは搭載可能重量が約20kg、飛行可能時間は50分程度で、ドローンと比較して5～10倍の効率がある。

今回紹介した技術によって、これから起こる農業の課題である農地集積や大区域圃場の拡大による規模拡大、ベテラン農家のリタイアが常態化する中で経験や勘に頼らないで、気象変動に伴う気象災害への対応、環境保全型農業の推進の中で、収量の安定的確保および品質の高位平準化が可能になるばかりでなく、日本人の心の原風景でもあり、人々に様々な恩恵を与えてきた水田を守ること、食料を守り、自然と共生してきた日本独自の文化を守ることにも貢献すると考えられる。

将来的には、現在行っている水稲の葉色診断に加えて、様々なセンシング技術の応用により「すべての栽培プロセス診断」の実現と水稲以外の「すべての農作物」へ適応していく予定である。日本だけでなく、海外の農業の将来に貢献したいと考えている。

5. 実証実験結果

（圃場内バラツキ評価）

可変施肥の効果を確認するために2015年山形県鶴岡市内の「はえぬき」について、可変施肥

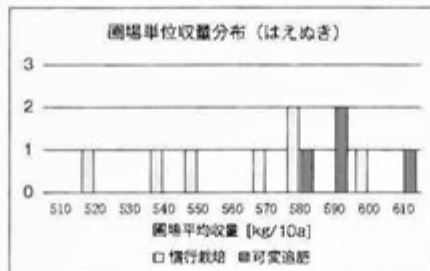


図4. ほ場単位の収量分布（はえぬき）