

研究報告

農業分野における

ドローン利用の進展に関する調査研究

一般社団法人 北海道地域農業研究所 研究部次長

堀田 貢

二〇一九年度に一般社団法人北海道農産物協会様より委託を受け、近年の農業分野におけるドローン利用の進展について調査する機会をいただいた。本稿ではその調査の概要を報告したい。

ドローン利用の背景

近年空撮での利用によりドローンへの関心が高まり、映像撮影に関わるプロだけでなく、一般の人も気軽にドローンを購入し、その利用を楽しむようになってきた。同様に産業分野でのドローン利用も盛んになりつつあり、インフラ点検、物流（輸

送）、土木・建築、防犯など多岐にわたってその利用が検討・実施されている。産業分野でのドローン利用が急速に進む中、現在その大きな部分を占めるのは農業分野での利用となっている。産業分野においてドローンの導入が進む背景の一つには労働力の不足があるとされ、農業分野においても同様に大きな問題となっている。その解決策の一つとしてICTの利用による省力化が掲げられ、国の進めるスマート農業政策の後押しのもと、ロボットトラクターと並んでスマート農業の象徴ともいえるドローンについても、多くの農業場面での利用が検討あるいは実装されつつある。また農業分野でのドローン利用が進むもう一つの背景には近年のデータに基づく農業の推進があり、各

種のセンサーを装着してデータ収集を効率的に行えるドローンは、その基盤となる機器の一つとなっている。

農業分野におけるドローンの利用

農業でのドローン利用の進展はドローン機体数およびオペレーター数の推移から見ても明らかで(図1)、二〇一六年と二〇一八年を比較すると機体数で六倍強、オペレーター数の数は五倍強に増加しており、ドローンの利用が急速に進んでいることが窺える。現状では農業分野におけるドローン利用の

ドローン利用の

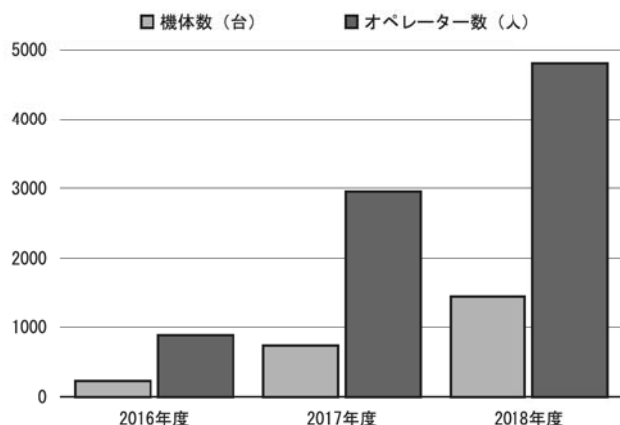


図1 ドローン機体数およびオペレーター数の推移
出典：農林水産省のデータに基づく

大部分を占めるのは農薬散布の場面だが、農林水産省により二〇一九年に設立された「農業用ドローンの普及拡大に向けた官民協議会」が明らかにした「農業用ドローンの普及に向けて(農業用ドローン普及計画)」では、農薬散布以外にも肥料散布、播種、受粉、農産物運搬、圃場センシング、鳥獣被害対策でのドローン利用が想定されている。

農薬散布の場面では、無人ヘリコプターによる薬剤散布が現在一〇〇万ha程行われており、無人航空機による散布の主流となっている。これに対しドローンによる農薬散布面積の推移を見てみると、その利用が始まった二〇一六年の六八四haから、二〇一八年には二七、三四六haへと拡大している(図2)。

先の「農業用ドローン普及

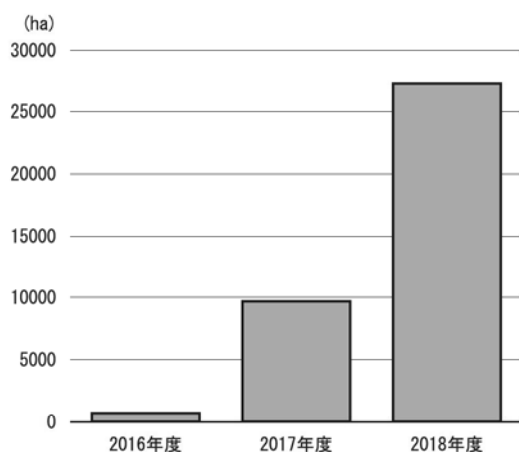


図2 ドローンによる農薬散布面積の推移
出典：農林水産省のデータに基づく

計画」によると、農薬散布場面での普及目標は二〇二二年の時点で一〇〇万haと設定されており、現在無人ヘリコプターにより行われている農薬散布がドローンに置き換わることが想定されている。一フライトでの散布可能面積における優位性は現時点では無人ヘリコプターにあるものの、導入コストや維持費、機動性の面ではドローンが優れており、今後もドローンによる農薬散布面積は増加し続けていくことが推定される。

ドローンによる農薬散布における先端的な利用方法として、ピンポイント農薬散布が行われつつある。これは圃場で病虫害が発生している箇所を画像解析で特定し、その箇所のみへ農薬を散布するというもので、大幅に農薬量を減らせることが想定されている。この手法で得られた農産物を、減農薬で生産された農産物として高付加価値販売するビジネスモデルも既に存在している。この散布方法を可能にしているのが自動操縦技術で、あらかじめ設定されたプランにしたがって全て自動でドローンが飛行し、必要箇所に農薬散布することができる。今後のドローン利用の方向性としては、この自動化がメインストリームになっていくことは確実で、人が操縦するよりもむしろ安全面で優位性があるとも言われている。ピンポイント農薬散布を可能にするためのもう一つの技術は、病虫害の発生箇所を特定するセン

シングである。カメラによる画像取得と、その画像を解析することによって得られた情報に基づいて必要箇所へ農薬散布が行われる。病虫害の発生箇所の判別にはAIの技術が使われており、この分野は先端技術の集合によって成り立っていると云える。

農薬散布に次いでドローンの利用法として進展が見込まれているのが、各種センサーをドローンに装着して行う圃場センシングである。先に記したピンポイント農薬散布あるいは可変肥料散布を行うためには、ドローンに装着したカメラによる画像取得及びそれを解析することによる散布必要箇所の特定が前提となる。同様にドローンに搭載した多波長のバンドを測定するマルチスペクトルカメラ、連続的スペクトルデータが得られるハイパースペクトルセンサー、表面温度を感知するサーマルカメラなどにより、土壌、作物、動物などを対象とした各種デジタルデータを得ることで、圃場の地形や土壌の状態、作物の生育状況や個体数、鳥獣被害をもたらす野生動物の生息状況などについて情報が得られる。また気象データなどを組み合わせることで、作物の出穂期、成熟期、収穫適期の予測も行われている。ドローンによる圃場センシングについては、いくつかの企業あるいは企業間連携による事業展開も行われている。提供

されているサービスは、作物の葉色を解析してその生育状況を把握することをベースに、農薬散布や可変施肥と連携させるというものである。これらの連携を通じてコストの削減や付加価値の向上が図られているが、圃場センシングをどのような場面に利用していくかは、現在も検討とその経済的評価が進められている。

農薬散布、圃場センシングのほかに、先の「農業用ドローン普及計画」では、ドローンの利用場面として肥料散布、播種、受粉、農産物運搬、鳥獣被害対策が挙げられている。

肥料散布については、肥料の多くが粒剤で提供されていることから、粒剤の農薬散布システムの流用が可能となる。しかし肥料メーカー毎の剤型の違いなどから、安定的な均一散布が困難な場合があるとも言われている。またマルチローター型ドローンの課題である飛行時間とペイロード（積載重量）の制限から、大規模圃場における効率的な肥料散布については克服すべき点が残されている。

播種におけるドローン利用では、水稻の直播栽培でのコスト削減に期待が寄せられている。労働力の不足と水田面積の大規模化、コスト削減の必要性から水稻直播栽培の面積は増加傾向にあり、従来行われている乗用の専用播種機に代わり、ドロー

ンによる播種も選択肢の一つとなっている。水稻の直播においては従来コーティング種子が使われているが、最近は無コーティングの種子をドローンで播種する試みも行われており、より一層のコスト削減が期待されている。

果樹の受粉においてドローンの利用が行われており、花粉を含む溶液を散布することで受粉の成立を試みている。ドローンによる受粉は、ミツバチや人力による受粉に比べて効率向上や労力軽減が期待されている。果樹の受粉へドローンを利用するにあたっては、花粉を含む溶液を樹木全体（雌蕊部分）に行き渡らせるダウンウオッシュ（下方への空気の流れ）の強さや、地形や樹形を考慮した飛行制御などが要求される。

ドローンの産業利用全般から見ると、物品の運搬は大きな利増加が見込まれている分野である。農業分野においても収穫物の運搬などは、労働力の不足や作業者の高齢化からドローンの利用が期待される。しかしこの分野においてはドローンの課題の一つであるペイロードが問題であり、重い積載物は現状のドローンでの運搬では困難を伴う。また運搬用のドローンでも飛行時間、すなわちバッテリーの能力が課題となり、重い積載物がある程度の距離まで運べる新たなシステムが期待される。また積載するものが重量物である運搬の分野では、安全性の確

保が最優先に考えられるべきである。

ドローン活用場面として最後に鳥獣被害対策をあげる。この分野ではシカなどの野生動物の生息域、生息数の調査にドローンが利用され、ビジネス展開を行う会社も存在している。鳥獣被害は特に中山間地域では重要な課題となっており、生息実態の把握とともに、被害を防ぐためにドローンの発する音や超音波による追い払いなども検討されている。

ドローン利用のこれから

これからのドローン利用に影響する要素として、ドローン本体に関わる技術の進展と、インフラを含む周辺技術やビジネス環境などが考えられる。ドローン本体に関わるものとして、特に農業分野で作業効率上課題となるのは飛行時間の延長で、現状ではそれを達成するために、ガソリンエンジンとバッテリーの組み合わせによるハイブリッドシステムの導入が行われつつある。一方で全固体電池などの次世代電池の開発も進められており、将来的に現状の一五〜二〇分程度の飛行時間を数倍伸ばす技術の実用化が期待される。単独の機体の飛行時間を伸ばす代わりに、現状の飛行時間のもとで複数機体による協調作業と



いう選択肢も存在する。農薬散布の項目で触れたように、現在の最新鋭ドローンでは手動による操作のほかに自動操縦による作業実施が進められており、その一つとして複数機体での農薬散布を自動で制御することも可能となっている。コストとの兼ね合いもあり個人で容易に選択できる手法ではないと考えられるが、大規模圃場でのドローン利用においては有効な方法といえる。ドローン本体における技術進展としては、今後自動化、非GPS環境下での自律飛行、回転翼型と固定翼型の両方の長所を併せ持つ垂直離着陸型ドローン（VTOL）の開発などが進められている。

ドローンに関わる周辺技術としては、最近導入された新世代通信方式5Gの普及が注目される。5Gでは高速大容量通信、低遅延通信、多数同時接続がうたわれており、画像情報を高速にやり取りし、危機回避しながら多数の機体が同時に作業に当たれる環境の提供が可能となる。加えて、「ローカル5G」という施策も準備されており、これまでの通信事業者に独占されている状況から、自治体などが自前の5Gネットワークを構築することが可能となる。これまでスマート農業普及の足かせの一つとなっていた通信環境の良くない場所においても、「ローカル5G」はその改善策の一つとなりうる可能性を持つ。もち

ろん現在の通信環境の普及に時間がかかったのと同様に、5G環境についても現場で広く使われるまでには時間を要することは予想されるが、ロボット農機全般においてその利用に関する期待は大きいと言える。

ドローンを取り巻くビジネスに関連した環境については、複数の企業が連携してサービスを提供する形態が目立ってきている。一昨年から中国のドローンメーカーと世界的農薬メーカーの連携が相次いで発表され、単に農薬散布における連携にとどまらず、農業に関わる広い範囲での共同開発が計画されている。世界最大手のドローンメーカーDJI社は複数の農薬メーカーと提携して農薬散布の領域を拡大しており、登録農薬の少ない果樹においても、高度な飛行制御技術を利用した農薬散布を検討している。またバイエル社は中国のドローンメーカーXAG社と提携し、種子散布やセンシングなども含むトータルなデジタル農業への取り組みを行っている。

また、通信事業者によるドローン中心のプラットフォームの構築が行われ、サービスの提供が表明されている。通信事業者が有する広範囲なモバイル通信ネットワークは目視外飛行などにおいて大きな優位性を持ち、農業を含むいくつかの分野でドローンと通信ネットワークの組み合わせによるサービス提供が

構想されている。KDDI社はスマートドローン構想のもと、農業においてはセンシングによる生育分析と肥料、農薬散布を組み合わせたサービスの提供を明らかにしている。NTTグループもドローンを活用したスマート農業への取り組みを検討しており、生育診断とそれに基づく施肥、病虫害の診断や発生予測とそれへの対処をA-の活用で行うとしている。前出の5Gの利用も含め、通信事業者は産業分野全般でのドローン利用においてアドバンテージを有していると言える。

おわりに

今後ドローンの普及を進めていくために、最優先で考慮されるべきは安全性の確保である。機体自体が安全性を備えているとともに、飛行システムにおける安全性の確保も求められている。多くの産業分野での利用が進むことで空間を飛び交う機体が増え、衝突などの危険性が増すことが考えられることから、それを回避するための運行管理システムの検討も進められている。国立研究法人新エネルギー・産業技術総合開発機構が中心になって開発を進めているシステムでは、飛行計画申請段階での調整、飛行中の安全に関する情報提供などにより、安全な運

航の確立が目指されている。また改正航空法成立により、二〇二一年末〜二〇二二年始めにドローンの登録制度が導入されることが決まっており、ドローンの事故防止、安全運行のために規制の強化も行われつつある。これら技術の進展と法制度の両方によって、将来的なドローンの安全運行が担保されることが望まれる。

産業分野でのドローン利用については、これまで農薬散布を中心に農業分野が大きな部分を占めている。農業分野においては今後農薬散布だけでなく多様な利用が見込まれており、対象の作物も、現在の水稻中心からより広範囲な作物での利用が期待されている。農業分野に限ったわけではないが、将来のドローン利用の方向性は自動化に向かっているのは明らかである。操縦についても、ヒトが行うことで生じるミスによる事故のリスクよりも、コンピュータ制御による全自動飛行の方がリスクが少ないと言えるレベルまで技術は進歩しているように見受けられる。遠隔地からヒトが監視する状況下でドローンが自律飛行し、各種のデータ収集や作業を実施するという未来図はそう遠くない時点で実現される可能性がある。