

ドローンの基礎

近年ではテレビ番組の撮影でもドローンが使われており、今までは見ることができなかったような興味深い映像を撮影できるようになりました。さまざまな分野でドローンの活用が増えてきましたが、それは農業分野でも例外ではありません。

スマート農業では、農業の省力化・効率化を目的として、ロボットトラクターなどの車両ロボットの他に「ドローン(無人飛行体)」のさらなる導入が必要とされています(写真1)。この章では、農業用ドローンについて解説していきます。

無人の航空機は「UAV : Unmanned Aerial (Air) Vehicle)」と呼ばれ、ドローンもこのUAVに含まれます。そもそも「ドローン」という名称は、英語で「働き蜂」を意味し、飛行するときの音が蜂の羽音に似ていることから付けられたといわれていますが、その他にも諸説あります。

ドローンの中には翼のついた飛行機(固定翼機)のようなものもありますが、現在農業用として使用されているドローンは、浮き上がるための揚力を複数のプロペラで発生させる、ヘリコプター(回転翼機)のような形式が一般的です。ただし、それぞれのプロペラの揚力をバランスよくとることができないと機体が不安定になります。ちょうど「やじろべえ」のようなもので、重心部分の機体と、左右の重りに相当するプロペラが、空中でバランスを取っているわけです(写真1)。

ドローンは、プロペラの数によって、いくつかのタイプがあります(図1)。プロペラが増えるほど電力が必要になりますが、空中でバランスをとりやすくなるので信頼性が向上します。

基本的に、ドローンは「プロポ」と呼ばれる、2つのスティックがついた送信機を使って人が操縦します。左スティックで「前進・後進・機体の左回転・機体の右回転」、右スティックで「上昇・下降・左移動・右移動」を行います。日本ではこの操作形態(モード1)が主流となっています。

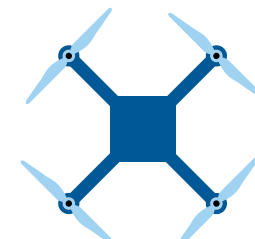
写真1 圃場や作物の診断情報を収集するドローン



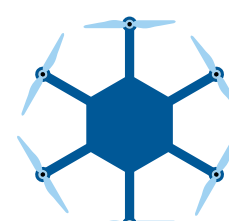
図1 いろいろなタイプのドローン



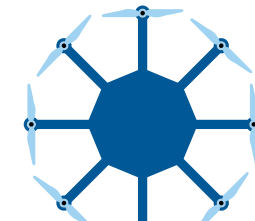
トライコプター



クアッドコプター



ヘキサコプター



オクタコプター

プロペラが3つのものを「トライコプター」、4つのものを「クアッドコプター」、6つのものを「ヘキサコプター」、8つのものを「オクタコプター」と呼ぶ。プロペラ数が多いほうが、空中で安定しやすい。

農業用ドローンに期待されている利用分野

農林水産省農産局技術普及課がまとめた「令和2年度 農業分野におけるドローンの活用状況」によれば、農業におけるドローンの活用状況は「農薬散布」「肥料散布」「播種」「受粉」「農産物等運搬」「圃場センシング」「鳥獣被害対策」の7分野が主なものとなっています。

①**農薬散布**：最も活用が広がっている分野です。当初、農薬の散布作業は有人機で行われてきましたが、農地がせまく、区画もまちまちで山間部なども多かったことから、正確で安全な農薬散布を行うには限界がありました。このため、無人ヘリによる航空防除が導入されるようになりましたが、無人ヘリは導入・維持コストが高く、操縦技術を習得するのにも時間がかかるという難点がありました。

このため、今日では低コストで操縦技術の習得にあまり時間がかからないドローンの防除作業での活用が広がっています(図2)。それに合わせて、ドローンの使用における制度の改正、使用できる農薬や作物の範囲の拡大など、使用環境の整備が進んでいます。

②**追肥散布**：応用編・第6節で述べるように、スマート農業では画像認識技術やAI解析技術の導入によって「リモートセンシング(遠隔観測)機能」が大幅に向上します。このためドローンは、圃場の観測を自律飛行で行い、その結果にもとづいて、作物の生育や土壌の肥沃度に合わせた適時・適量の自動追肥が可能となっています。

③**播種**：現在、ドローンによる水稻圃場の播種、つまり「種もみ^{じかまき}直播技術」の実証実験などが行われており、その結果、実用化レベルになりつつあります。ドローンによる直播は、育苗や田植え作業をしなくてすむので省力化が期待でき、労働力不足の解決につながると考えられています。

④**受粉**：果樹の受粉に関しては、さまざまな実証実験が各地で行われています。たとえば、東光鉄工(株)と青森県名久井農業高校との共同実験では、リンゴの花粉溶液の空中散布を5年間実施し、結実率で十分に実用に耐えられる結果となりました。また、結実率を上げるために溶液にホウ素を混入する試みも行われています(図3)。

⑤**農産物などの運搬**：過疎地に住む高齢者への宅配などにドローンを導

図2 ドローンの防除作業での活用

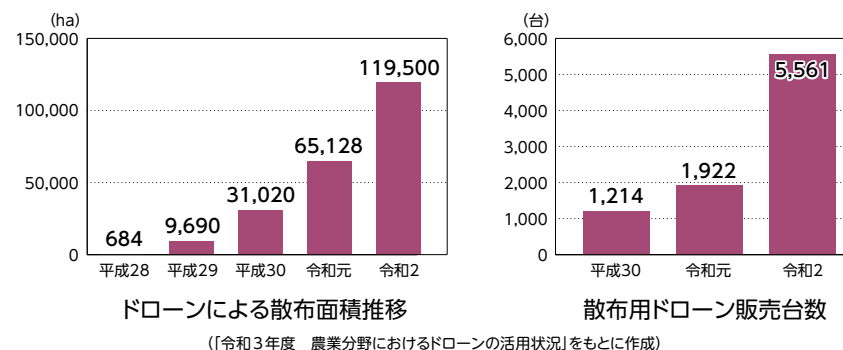
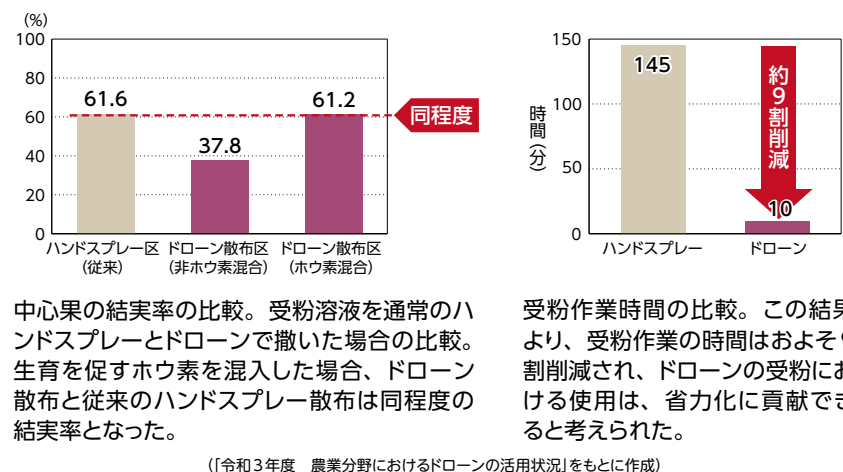


図3 ドローンによる受粉実験(東光鉄工・名久井農業高校共同)



中心果の結実率の比較。受粉溶液を通常のハンドスプレーとドローンで撒いた場合の比較。生育を促すホウ素を混入した場合、ドローン散布と従来のハンドスプレー散布は同程度の結実率となった。

受粉作業時間の比較。この結果より、受粉作業の時間はおよそ9割削減され、ドローンの受粉における使用は、省力化に貢献できると考えられた。

写真2 農産物の運搬の実証実験



この実験では、離陸から3kmはなれたところへの着陸までを自律飛行で行った。飛行時間は10分間。(写真：東光鉄工(株))

入する実験などが、ニュースなどでも取り上げられています。農業分野においても、農産物の運搬などでの利用が期待されています。搭載量や安全性など解決すべき問題点はありますが、実際にさまざまな実証実験が行われています(写真2)。

⑥圃場センシング：②追肥散布でもふれましたが、ドローンを使って作物の生育状況、病害虫の発生状況、土壌の肥沃状況などを測定・評価し、それぞれの圃場に適した対策を立てられるようになります(図4)。

⑦鳥獣被害対策：ドローンを使って害獣の個体数の把握、見回りや餌やりの自動化、害獣捕獲のための罠の管理などを行うもので、夜間でも視認して追跡できる強力なLEDライトや、警告・威嚇のための高出力スピーカーなどをドローンに搭載することが考えられています。また、害獣の行動は予測不能なので、どんな天候でも運用できるよう、ドローンに防水・防塵機能を持たせることも必要となります。防水機能は、使用後のドローンの水洗いを容易にするので、運用効率の面で必須といえます。

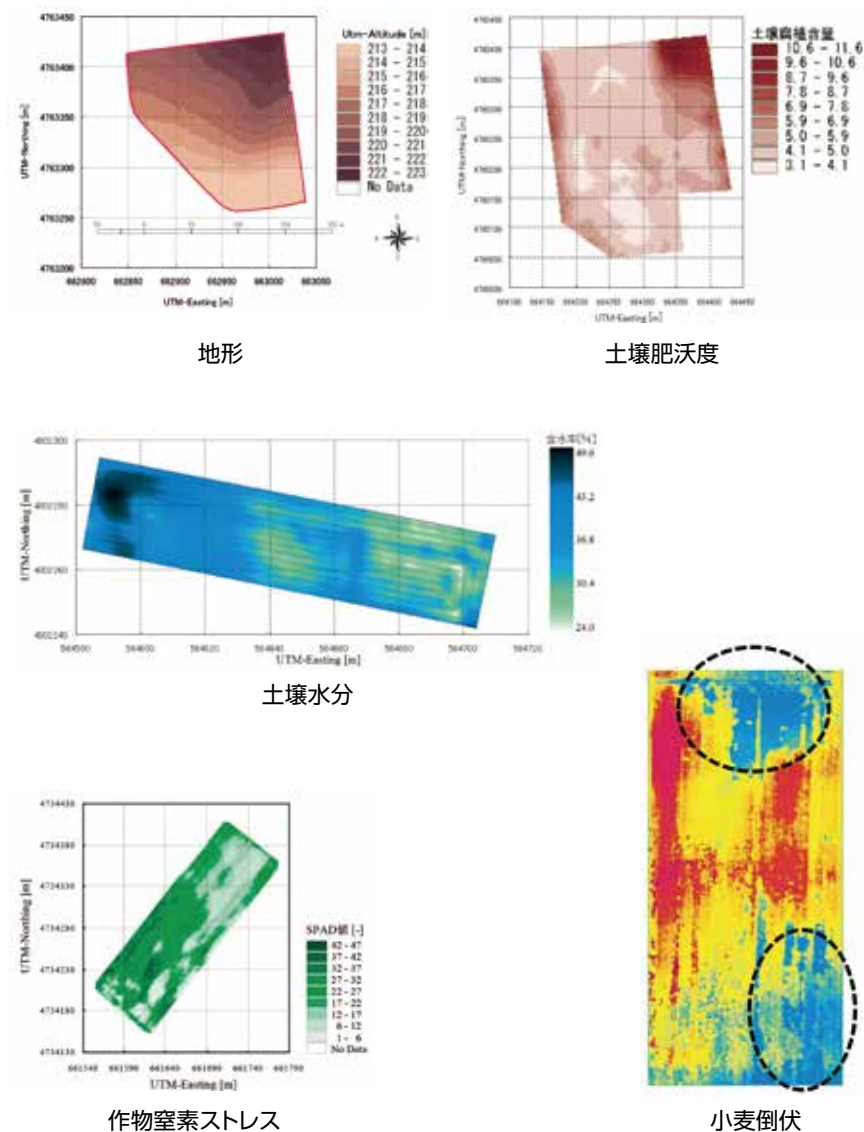
現在のドローンの主な機能

このように、ドローンにはさまざまな利用分野がありますが、農業用ドローンにはどのような機能や特徴が備わっているのでしょうか。メーカーや機種によって違いはありますが、用途に十分な搭載量があること、ある程度の飛行速度があること、障害物検知や高度維持のためのセンサを持っていることなどがあげられます。

この他にも、操縦や運用を容易にするための補助機能も必要となるでしょう。たとえば、農薬などの散布の場合、飛行ルートを設定すればあとは人が操縦することなしに自律飛行して散布する自動飛行モードや、初心者が操縦する際のふらつきを自動補正する機能などです。

ドローンの性能や機能については、ドローンを利用する目的を理解したうえで、各社のドローンを検討して導入することが大切です。

図4 ドローンを活用した圃場センシング



ドローンによってこうした情報を得られれば、圃場ごとの状況が正確にわかり、その圃場に合わせた最適な対策を講じることができる。

今後ドローンに期待される機能とは？

現在でもドローンは農業分野で活用されていますが、より充実した運用をする上でドローンに求められている機能としては、どのようなものがあるのでしょうか。

まず、より高度な「完全な自律飛行による効率化」です。これによって、センサや画像解析にもとづいた正確なルートで自律飛行することが可能となります。また、故障したときに2系統以上のシステムを切り替えることで事故を防ぐ「より高い安全性・信頼性」も重要となります。またバッテリー技術の向上による「さらなる長時間飛行の実現」があげられます。これらは、農薬散布などを行う際に必要となる機能です。もちろん、「搭載量の増加」も重要です。

情報データの面でも、「圃場情報の正確な把握」や「圃場データをクラウドに蓄積して柔軟に利活用する」ことが重要で、さらにドローン以外から得られたデータと連携させる「センシングデータの連携・統合」も必要です。

この他、「悪天候でも飛行できる全天候性」も、特に鳥獣被害対策では重視されると見られます(表1)。

ドローンを活用するための法整備の現状

2022年に航空法が大幅に改正されました。ドローンに関連する項目は、以下のようになっています。

①**機体情報の登録制度**：今までの「200 g以上の機体」に代わって「100 g以上の機体」について、所有者や機体の情報を登録してICチップをつけることで、飛行中に機体情報を発信することが義務付けられました。また、3年で登録を更新することや、整備点検が義務となるので注意が必要です。

②**機体認証制度**：改正航空法にあるカテゴリーⅢの「レベル4(有人地帯での補助者なし目視外飛行)」を行うドローンに対して厳格な検査が実施されることになりました。ただし、農業用ドローンはほとんどがカテゴリーⅡに区分されるものなので、有人地帯を飛行させる場合ほどの厳しい基

表1 利用分野別に見た今後ドローンに求められる機能

利用分野	求められる機能
農 薬 散 布	- 完全自律飛行による作業の効率化 - 安全性/信頼性のさらなる向上 - 長時間飛行の実現
肥 料 散 布	- 圃場情報の正確な把握と対策機能 - 圃場データの蓄積と利活用機能 - センシングデータの連携と統合
播 種	- 種もみの正確な散布機能 - 搭載量の増加
受 粉	- 溶液の混入方法の改善 - 自律飛行 - 結実率の向上
農 作 物 等 運 搬	- レベル4飛行※の実現 - 安全性/信頼性のさらなる向上 - 長時間飛行の実現
鳥 獣 被 害 対 策	- 悪天候下での飛行 - 警告、追尾機能 - 安全性/信頼性のさらなる向上 - 長時間飛行の実現

※「レベル4」とは、飛行制限の厳しいエリアで、改正された航空法においては、「有人地帯での補助者なし目視外飛行」とされている。

写真3 ドローンが農業の姿を変えていく



物資輸送中のドローン

農薬散布に活躍するドローン

準は求められていないようです。

③**技能証明制度**：ドローンの操縦には免許が必要となりました。一等級と二等級があり、前者は「レベル4」の飛行ができるほどの高い操縦技術が必要となります。

④**運航管理ルール**：飛行計画の事前通知や飛行日誌の作成、飛行後の報告などが義務付けられています。また、事故があった場合の報告や、万一負傷者が出た場合の救護が義務化されています。

今後、ますます活躍の幅を広げるドローンから目が離せません(写真3)。