

無人航空機を活用したスマート農業 技術の普及・拡大の新たな方向



一般社団法人 農林水産航空協会 事務局長

島田 和彦

Kazuhiko Shimada

1. 背景

(1) 空の産業革命と空中散布

我が国において空の産業革命が進んでいることをご存じでしょうか。令和4年度末までに有人地帯でのドローンの目視外飛行（レベル4飛行）を実現するとの目標のもと、政府全体で対策が進められています。令和7年4月開催の大阪・関西万博（国際博覧会）においても、空飛ぶ車（正確には航空機と扱われます。）のデモ飛行が披露される予定であり、空の産業革命に向けた初期の政府目標が達成されつつあります。

今後、ドローン等の無人航空機の活用は国民の生活関連分野、産業分野で更に拡大していくものと考えます。

農業分野においては無人ヘリによる農薬の空中散布が平成初期に開始され、その後有人ヘリコプターに置き換わるかたちで、普及・拡大してきており、農業は無人航空機の活用では先駆的産業でした。近年は政府主導によるドローンの導入支援策の一環で技術開発予算が増えた結果、機体の自律飛行の性能も向上しており、今後、多様な産業分野において活用が進むことが見込まれます。

農業政策においては、食料・農業・農村基本法が改正され、農業の担い手減少への対応策として「生産性の向上」の方向性として取り上げられ、その具体的対策としてスマート農業技術導入促進法が公布されました。

本稿においては、スマート農業技術の1つにあげられるドローン等無人航空機の活用についてその方向とその課題について述べさせていただきます。読者の皆様の気づきにつなぐことができれば幸甚で

す。

(2) スマート農業技術の導入促進

令和6年6月、スマート農業技術活用促進法（以下、「スマート農業法」）が公布されました。法律制定の背景には今後20年間に我が国の基幹的農業従事者が現在の1/4にまで減少し、従来の生産方式を前提とした農業生産では、農業の持続的な発展や食料の安定供給を確保できないとの見通しがあります。この問題を解決するため、スマート農業技術等を活用した新たな生産・加工・流通方式の導入により生産性向上をはかる方向に舵が切られました。

農業用ドローンの導入に合わせた新たな生産方式についてもスマート農業技術として位置づけられ、農林水産省の説明資料では以下のようなものがスマート農業技術として例示されています。

- ①農業用ドローン+直播栽培体系への転換
- ②農業用ドローン+栽培体系の統一
- ③農業用ドローン+作期の異なる品種の導入
- ④衛星画像等から生育状況を診断するサービスの活用+農業用ドローンでの適期防除
- ⑤センシング用ドローン+データを活用した栽培

スマート農業法は令和6年10月に施行され、今後は、農業者がスマート農業技術の活用と新たな生産方式の導入をセットで行う計画（「生産方式革新実施計画」）について農林水産大臣の認定を受けることにより、当該計画に沿ったスマート農業技術の導入促進の取り組みに対する、資金融資、税制優遇、航空法等手続のワンストップ化等の優遇措置を受けられる法体系となっています。

また、本法律では、「生産方式革新実施計画」に記述されたスマート農業技術活用サービスの提供を行う事業者（スマート農業技術活用サービス事業者）

が、計画に沿った取り組みを行う場合には、認定農業者と同様の優遇措置が受けられる内容となっています。サービス事業者を支援する農林水産省の制度は、これまであまりなく、本法は画期的な制度といえます。

2. 無人航空機のフル活用に向けて

(1) 無人航空機の農業利用の経緯

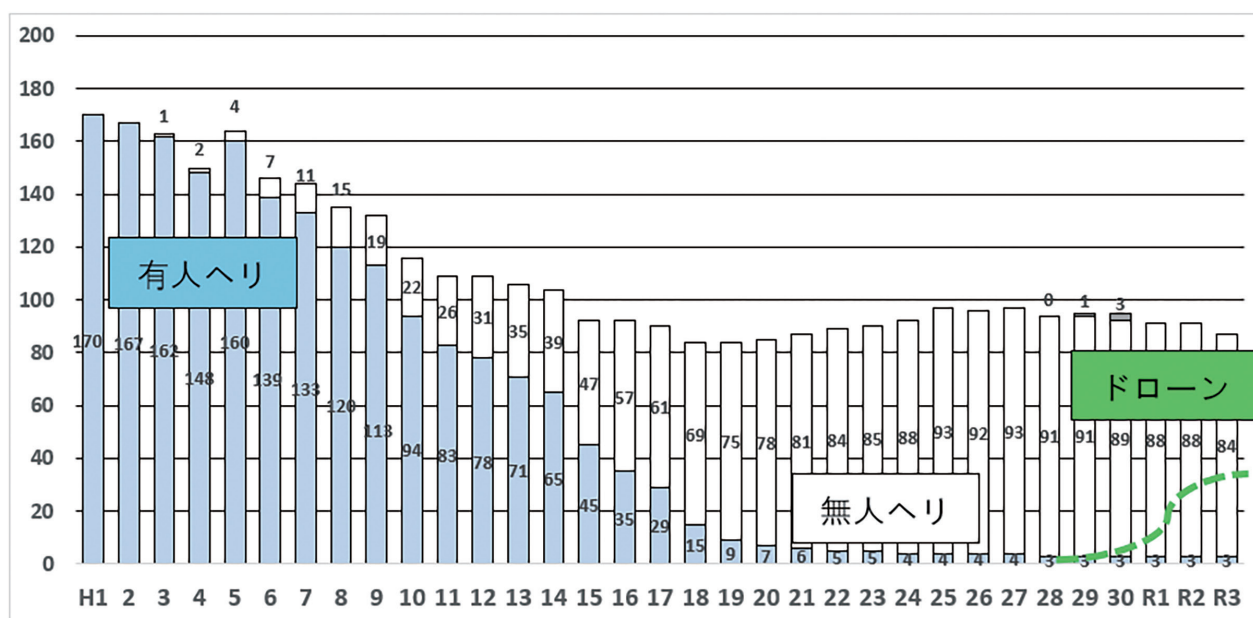
本節では、スマート農業技術のうち無人航空機を活用した革新的生産体系について考察したいと考えます。

無人航空機による空中散布については、平成初期

にヘリコプター型の無人航空機(シングルローター)の活用が開始され、農業分野では有人ヘリコプターによる航空散布に置き換わる形で空中散布用無人ヘリコプターが普及しました。無人ヘリコプターによる空中散布は平成 30 年頃に最盛期を迎え、散布面積は 100 万ヘクタールに達しました。

一方、平成 28 年以降はドローン(電動マルチローター)が上市され、無人ヘリコプターに置き換わる形で普及が進んでいます。国土交通省への無人航空機の機体登録数(令和 6 年 9 月末現在)は 41 万機を超えています。ドローンによる空中散布面積の統計データはありませんが、農水省が農業用ドローン

単位：万ha



年度 注：ドローンの実施面積(点線)は間取りによる推定。

図 1. 機体別の空中散布面積(農林水産航空協会調べ)



写真 1. ヤマハ FAZER R AP

の製造者からの聞き取りをもとに推計した情報によれば、令和6年度には50万ヘクタール（無人ヘリの空中散布面積は81万ヘクタール（令和5年度実績、農水省調べ））に達したと聞いています（図1）。

無人航空機は空中散布面積の拡大に伴い、機体の技術革新も進んでおり、ドローンでは大半の機体が衛星からの位置情報（GNSS）をもとに自律飛行が可能となっています。また、無人ヘリコプターについても、令和4年10月に農業用無人ヘリコプターの製造者であるヤマハ発動機から自律航行機（FAZER R AP）が発売されており、スマート農業への活用も可能となっています（写真1）。

無人航空機による農薬の空中散布は、地上防除に比べ高濃度の薬液の少量散布となるため、無人航空機による散布用の農薬の登録が必要となりますが、農薬メーカーと都道府県の連携により登録に必要な薬害試験等の作成、国への提出が進み、近年、無人航空機による散布のための登録農薬の数が増加しております。平成29年に約300であった登録数は、その後6年間で約700に増加しています。特に、殺虫剤の登録数の伸びは顕著で令和5年度には殺菌剤と同水準になっています（図2）。

また、作物別では、これまで稲・麦類用の登録が多かったのですが、近年においてはドローン等の散布精度の向上に伴い、畝を作る野菜や立体的な構造をもつ果樹を対象とする農薬登録も増えています（図3）。

将来的には、展着剤や防除装置の改良が進み、ほとんどの作物に対して無人航空機による空中散布が可能になると考えます。

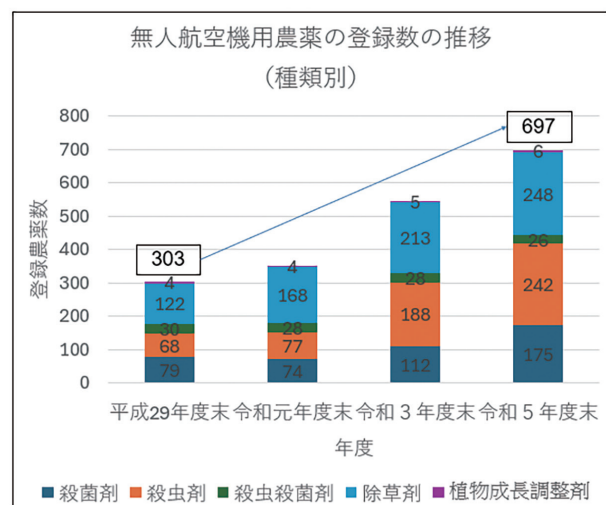


図2. 農薬登録数の推移のグラフ（農林水産航空協会調べ）

(2) 無人航空機のフル活用のための課題と対策

① アタッチメントの開発・汎用化の課題

前述のとおり、無人航空機用の農薬登録が進むなど、無人航空機を活用する環境整備が進んでいますが、フル活用にあたっては、大きく2つの課題があると感じています。ドローンの価格は200～400万円/機の高価なものですので、農業経営上は、農薬散布にとどまらず多様な用途で使用される必要があります。このため多目的に使用できる付属機器（アタッチメント）の開発が必要となります。しかしながら①アタッチメントの開発・汎用化は遅れており、また、②無人航空機による物流や通作を可能とする飛行ルートの確保等の環境の整備も遅れています。

1つ目の課題に挙げたアタッチメントの開発については単に技術開発が遅れているということではなく産業構造上の課題があると考えます。ドローンの開発・上市は一部を除いてベンチャーや中小企業が行っており、農薬散布用の散布ノズル、物資運搬用のフック、ウインチといったアタッチメントは製造会社ごと開発がなされる、いわゆる“クローズド・イノベーション”になっており、仕様・規格が製造会社や機体の型式ごとに決まっています。このためほとんどのアタッチメントは他社の機体や他の型式の機体には使用できず、総体的にみると、個々の機体には使用できるアタッチメントの数や種類が少なくなってしまう。

② ドローンの活用環境の整備にかかる課題

2つ目はドローン等を地域で活用するための環境

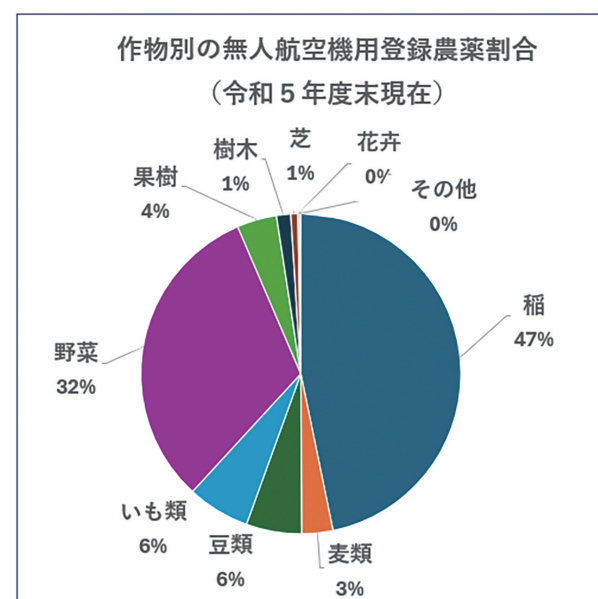


図3. 作物別無人航空機用の登録農薬数の割合（農林水産航空協会調べ）

整備が遅れていることです。農薬散布等で無人航空機を使用する場合、自律飛行機能を持っている機体であっても、圃場ごとに散布を行い散布終了後は圃場に近接する道路に機体を降ろし、軽トラックに載せて次の圃場まで移動するといった作業手順がとられています（図4）。

この手順には機体の軽トラックへの積み込み、道路への機体を下す作業が含まれ、高齢者や女性には負担になります。

また、圃場外での飛行については、地上の人の立ち入り制限措置の実施や、道路、鉄路、電力グリッド等といった障害との調整がなされている必要があります。このため、現段階では自由に無人航空機を飛行させることは難しく、圃場間の無人航空機の飛行による通作や農業資材置き場から圃場への資材の搬入、収穫物の圃場から集荷場所への運搬などでもできません。生産性の向上の観点からは、農作業全体の効率化、軽労化のため、圃場外での飛行が必要となります。

これら地域での飛行を可能にするためには、ドローン航路の設定や航路に沿った地点への以下のような飛行支援施設の整備がなされていることが必要です。

- ・バッテリー交換、農薬液補給のためのヘリポート
- ・航路上の風速、降水量などの気象観測装置
- ・ドローン航路と道路等が交差する地点への標識

2つの課題の解決策は、アタッチメントの仕様・規格の標準化と圃場外での飛行ルート確保（ドローン航路の設定）と考えます。これら解決策を提案できるのは、国、地域の行政組織や無人航空機の工業会等であると思われ、これら組織の担当者間でこれら課題の解決に向けた検討が開始されることを期待します。

(3) 無人航空機の活用促進に向けた対策

① 無人航空機の多目的利用のための技術開発と標準化



図4. 圃場での農薬散布ごとの機体の積み込みのイメージ

ドローンを活用した作業を列挙すると以下のようになります。

- ①農薬の空中散布
- ②無人航空機による施肥
- ③無人航空機による種子の直播
- ④生育状況のモニタリング
- ⑤無人航空機による農業施設の保守・点検
- ⑥圃場周辺の野生鳥獣のモニタリング

また、今後は、以下のような作業への活用も期待されています。

- ⑦傾斜地、島嶼部^{とうしょ}での農業資材、収穫物の運搬
- ⑧盗難防止ための巡回、警告
- ⑨無人航空機に搭載した音波による野生鳥獣の追払
- ⑩災害時の生活関連物資の運搬

現状、これら作業に使用する場合には、用途に対応するアタッチメントを装着することになります。

トラクター等の農業機械については、アタッチメントの標準化が進んでおり、他社のトラクターにも装着が可能ですが、ドローン等ではアタッチメントが機体と一体的に製造され、その仕様・規格も製造者、機体型式ごとに設計・製造されていることから、他社の機体に装着することは困難になっています。

今後、スマート農業技術として活用していく場合には、これらアタッチメントの汎用化のための仕様、規格の標準化、性能の認証が重要になると思います。

一例を申し上げますと、上記①～③の散布・播種にかかる作業については、機体の飛行速度、飛行高度等との連動が必要なアタッチメントになります。また、散布装置の性能としては、条植作物に対する散布における散布幅、立体的な樹形をもつ果樹等に対しては葉裏への薬液の付着率も重要なものになります（図5）。

また、④の生育状況のモニタリングにおける重要なポイントはセンシング用ドローンにより収集されたデータが散布作業を行う無人航空機で利用できるようにする、互換性の確保です。通常、モニタリングはカメラを搭載した小型のドローンが行い、このデータを農業用トラクターや農業用無人航空機が活用して生育状況に応じた施肥（可変施肥）、病害虫の発生状況に応じた農薬散布（スポット散布）を実施することが重要になります。

モニタリングに基づく可変施肥やスポット散布

は、一部機体製造者の機体においてのみ確立している状況ですが、将来はすべての無人航空機でできるようにすることにより、精密な農業が実現できると考えています。このため、モニタリングデータの互換性の確保（API 化）の取り組みが期待されます（図6）。

農林水産省が食料・農業・農村基本法の改正の背景として示された基幹労働者の減少により、農薬散布におけるドローン等の利用は今後大きく拡大することが見込まれます。

これまでの、マイナークロップへの農薬の適用拡大と同様に、地上散布に登録のある農薬についてニーズをもとに適用拡大を進んできたと思いますが、これからは登録時に無人航空機による散布の登録が必須になると思います。

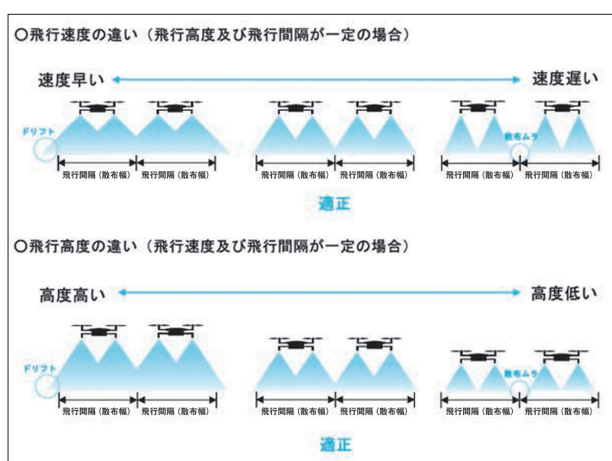


図5. 機体の飛行速度、飛行高度と散布幅のイラスト



図6. モニタリングデータの活用のイメージ

- ② 無人航空機活用にかかる農業インフラ、航空法の制度の整備
アタッチメントの開発、標準化等と同様に無人航

空機の普及拡大のカギとなるのは、ドローン航路の設定と航路上への関連施設の整備が必要となると考えます。

小職は政府の「官民協議会」において、その必要性を訴えてきましたが、現在では、経済産業省がドローン航路の整備にかかるプロジェクトを開始しています。経産省の傘下の国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では、東京都青梅市や静岡県浜松市で、「ドローン航路」を設定して、ドローンを活用する郵便物の配達、医薬品の運搬、送電線の管理にかかる実証プロジェクトを開始しています（図7）。しかしながら、農業分野での活用についてはこれからといったところです。

当協会は農林業分野での活用を目的として、農林水産省が推進する「知」の集積と活用場の下に、「農村地域における無人航空機の多目的利用に関する研究開発プラットフォーム」において、農村地域におけるドローン航路の設定の検討を開始しています。

また、国土交通省航空局では令和6年3月に無人航空機の運航管理（UTM）に関する制度整備の方針を提示し、飛行計画が重複した場合などにエリアごとに計画を調整する仕組みづくりを開始しています。令和6年10月には本件を検討するスタディグループが新設され検討が開始されています。具体的な検討はこれからのようですが、2025年中に運航管理を行うサービスプロバイダを認定する制度の構築をめざしています。

ドローン航路上の飛行は、通常、自律飛行を前提としており、国土交通省が定めたレベル3（人の立ち入りを制限した場所の上空での自律飛行）、レベル4（人の上空での自律飛行）の飛行区分になると考えます。農業利用では、これまではレベル2飛行（無人地帯での人の目視下での飛行）でしたが、今後、農業分野でドローン等をフル活用する場合には、レ

送電網の点検(秩父)

送配電事業者に対してドローン航路サービスの商用利用を150kmの範囲で開始

送電網の点検

河川上空の航路のマルチユース(浜松)

河川上空のドローン航路を、河川点検と物流事業のマルチユースとして180kmの範囲で整備



図7. NEDO ドローン航路プロジェクトのイメージ（出典：NEDO 資料）

ベル3以上の飛行が必要となると考えます。

この区分（レベル3）での飛行では、飛行航路の直下のエリアに①人の立ち入り制限を行うこと、②カメラ、気象観測装置等を設置して地上の状況を常時モニタリングすることが義務付けられ、実現には地域での調整やインフラ整備の投資が必要な状況でした。令和5年12月、国土交通省は、事業者の要

望を踏まえ、より容易に地上の活動との調整がはかれる自律飛行として、レベル3.5飛行を提案し、ドローンの活用を支援しています（図8）。

具体的には、機体に監視カメラを搭載して国家ライセンスを取得したオペレーターが地上の状況が確認できる状態であれば、地上の立ち入り制限措置等を緩和できるものとしています。

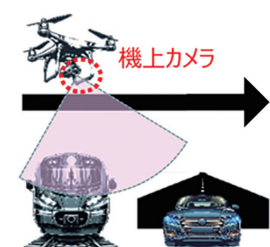
事業者の要望	改革案【年内実施】
現在のレベル3飛行の立入管理措置（補助者、看板、道路横断前の一時停止等）を緩和してほしい。 （現在のレベル3飛行）  ○補助者・看板等の配置 ○一時停止	レベル3.5飛行の新設 により、現在の立入管理措置を撤廃 ・ 操縦ライセンスの保有 ・ 保険への加入 ・ 機上カメラによる歩行者等の有無の確認  機上カメラ ○補助者・看板等不要 ○一時停止不要

図8. レベル3.5飛行の制度概要（出典：国土交通省資料）

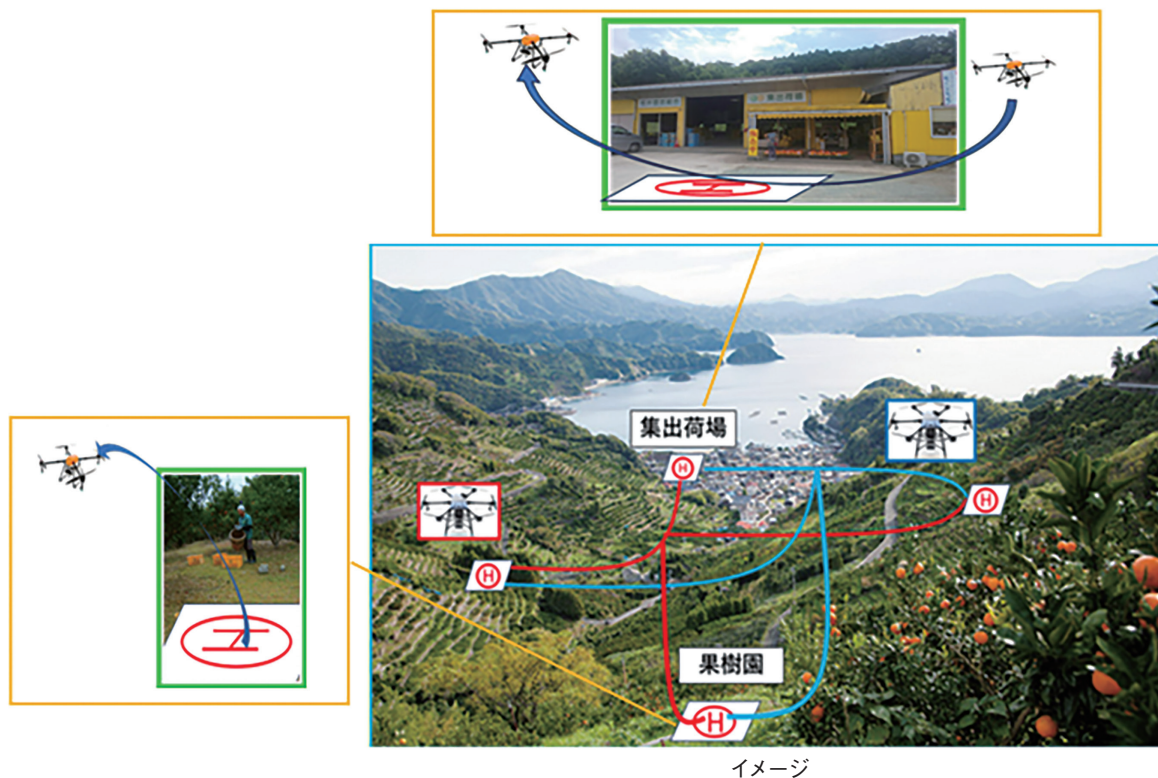


図9. 傾斜地果樹園等でのドローンの活用

農業利用に置き換えてみると、レベル 3.5 飛行を採用する場合は、農地と農地、農地と作業拠点の間にドローン航路を設定して飛行させることとなります。複数の圃場で農薬散布等の作業を行う場合には、1 つの圃場で農薬散布等の作業を行った後、(圃場近接の農道で軽トラに積み込むことなく、) 次の圃場に近接するヘリポートに着陸させ、農薬の補充、バッテリーの交換(燃料の給油)を行った後に、当該圃場の農薬散布作業を実施することができます。

また、傾斜地果樹園等では、ドローン航路が設定されて園地内にヘリポートが設置されていれば、農業資材の持ち込み、収穫物の搬出もドローンで行うことができ、農道に停める軽トラックから園地内に人手で資材を運ぶ必要もなくなります(図 9)。特殊な例ですが、瀬戸内海等島嶼部などでは、農船により通作を行うみかん農家がドローン等の運搬作業の導入により、より容易な農作業が可能になると考えます。

上述のような無人航空機のフル活用を進めるためには、飛行航路上に気象観測装置、無人航空機の飛行航路であることを掲示する標識の設置、圃場にはヘリポートの整備をすることも必要になります。このほか、果樹園地では、無人航空機による作業が容易で効果的な防除作業が可能となるよう、樹形の改良等も必要だと考えます。

(4) 産学官連携による農業における空の産業革命の推進

本稿では、スマート農業法の対象技術の 1 つとなるドローン等の活用についてご説明をしてきました。農薬散布にとどまらない多目的な活用や無人航空機の高度な運行、そしてその管理についての説明でした。読者の皆様がどれだけ関心を寄せていただけるか不安があります。

また、読者の中には、無人航空機の導入促進について懐疑的な方もおられるかと存じます。

しかしながら、農林水産省におけるスマート農業技術の推進、国土交通省、経済産業省によるドローンの高度な運航に向けたシステムづくり促進の動き

に接し、農業における無人航空機の活用が本格化することは明かだと思えます。個人的には、スマート農業法の施行により農業分野でも空の産業革命の動きが本格化すると予測しています。

農業は農薬防除等において有人ヘリや無人ヘリの活用で空の産業革命の先駆的産業分野であったと考えますが、これからは、農業自体が変化を求められる番だと感じます。

防除作業についても無人航空機による空中散布が太宗を占める時代が到来すると考えています。前述のとおり空中散布用の農薬登録は農薬メーカーのご努力により着実に伸びており、すでに変化への対応を開始いただいておりますが、これからは農薬登録に加え、

- ・いかに効果のある農薬散布サービスを提供するか
- ・いかに効率的な農薬散布作業を提供できるか

なども農薬産業が追求すべき課題になったと感じます。

スマート(効率的)で、安全かつ効果的な農薬の空中散布を実現するためのプレイヤーとして、農薬メーカーが中心にいることは変わりありませんが、新たなサービスを提供する上では、機体・防除機器の製造者、農薬・展着剤の製造者、防除作業のサービス事業者、運行管理を行うサービスプロバイダ等これまでよりステークホルダーが増えていると考えます。

また、農薬ビジネスを展開される上ではスマート農業者や農業団体等サービスの利用者とのコミュニケーションにより、ニーズを把握することが以前にも増してビジネスの成否のカギとなると考えます。

さらに、機体・アタッチメントの汎用化・標準化、飛行環境の整備を進める、国や地方行政とのコミュニケーションも重要になると感じます。

最後になりますが、農薬関係者の皆様におかれては、空の産業革命のメリットを最大化できるよう、ステークホルダー、ユーザー、行政機関との産学官連携下、新たな農業生産の方向、農薬産業の産業生態系の変化の方向を見極めて、ビジネスを展開いただけるよう、よろしくお願いします。