

増井伸一（静岡県農林技術研究所果樹研究センター）

## 1. はじめに

農業就業人口の減少や高齢化に対応するために、担い手の育成とともに、大規模な農業経営体の育成が進められている。露地作物栽培における規模拡大は労働生産性向上対策として圃場基盤整備と機械化が必要となることが多く、近年は、ロボットや ICT などの導入による農業のスマート化も検討されている。カンキツの大規模経営に必要な病虫害防除の効率化にはスピードスプレーヤ (SS) の導入が不可欠である。その一方で、カンキツ園の 40% は SS の導入が困難な斜度  $15^{\circ}$  以上の急傾斜地に立地しており、SS の導入が容易な斜度  $5^{\circ}$  以下園地は 20% に過ぎない。このようなことから、静岡県では無人航空機を活用した病虫害防除法の確立を目指している。ここでは、無人航空機の活用上の課題を踏まえて、静岡県経済産業部の新成長戦略研究課題「無人航空機による樹園地の超省力・精密生産管理システムの開発」(平成 28～30 年度) の成果及び農林水産省の委託プロジェクト研究「ドローンやセンシング技術を活用した果樹の病虫害防除管理効率化技術の開発」(平成 30 年度～令和 4 年度) 等で実施している研究の内容を紹介する。

## 2. カンキツ栽培における省力化のターゲット

カンキツの栽培作業のうち収穫作業の割合が最も高く、40% 以上を占めている。傾斜地等における防除施肥作業は全体の 20% 程度であり、SS 導入可能な平坦地と比較すると 7 倍の時間を要している。一方、成木園では 40t(/ha) 前後の果実が収穫され、年間の施肥量は 2t、農薬散布量は約 400L (無人航空機による濃厚少量散布の場合) である。収穫果実の圃場からの運び出しを無人航空機で行うと、4000～1000 回(/ha) の飛行が必要と推定される。施肥では年間 200～60 回、農薬散布では 40～10 回の飛行で実施可能と推定されることから(図 1)、無人航空機の利用法はまず、農薬散布について確立していく必要がある。

---

### Use of Unmanned Aerial Vehicles for Labor-Saving Pesticide Application in Sloped Citrus Fields.

Shinichi Masui

(Fruit Tree Research Center, Shizuoka Pref. Research Institute of Agriculture and Forestry)

As farmers are decreasing and aging, it is necessary to establish pesticide spraying technology with unmanned aerial vehicles (UAV) for labor-saving management in sloped citrus fields. Here, I would like to propose challenges for establishing UAV spraying technology in the three-dimensional citrus fields. In addition, I will report the examination results of effective spraying conditions and control effect by UAV spraying.

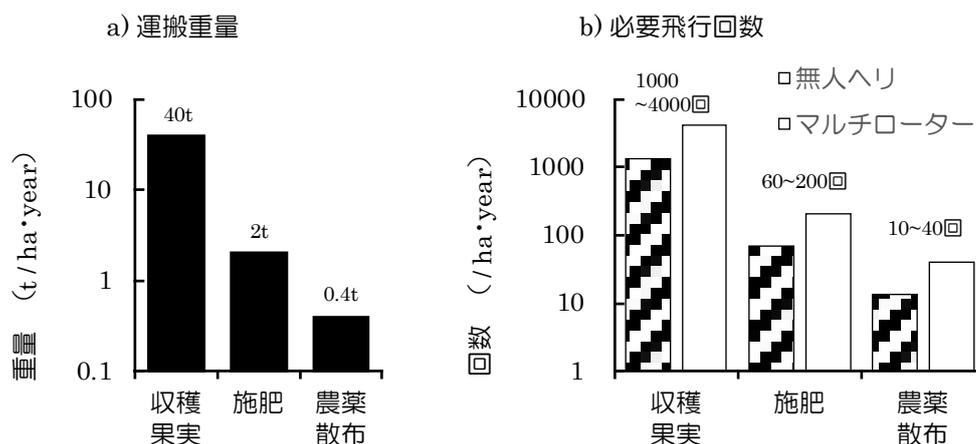


図1 カンキツ栽培における各作業の運搬重量 (a) と無人航空機の必要飛行回数 (b) の推定 \*農薬散布は年間8回、無人航空機による濃厚少量散布とし、1回あたり5L/haを散布すると仮定した。 \*\*無人ヘリ、マルチローターの搭載量をそれぞれ32kg、10kgとして必要飛行回数を推定した。

### 3. 病虫害防除の効率化が期待される無人航空機と特性

農薬散布用の無人航空機には産業用無人ヘリコプター(無人ヘリ)とマルチローター式小型無人機(マルチローター)があり、それぞれの特性を踏まえて、使用場面にあった機種を選ぶ必要がある。積載重量、航続時間、機動性等から無人ヘリは広域的、マルチローターは小区画への散布に適していると言われており、吹き降ろし風(ダウンウォッシュ)の強弱も適用場面を選ぶ重要な要素となる。カンキツの病虫害防除では、各機種の特性評価を受けて、使用場面が決められていくことになる。

### 4. カンキツ病虫害防除における無人航空機利用上の課題

#### 1) 農薬登録

無人航空機はSS等と比較して薬液を搭載できる容量が小さいことから、効率性を発揮させるためには濃厚少量散布を行う必要があり、無人航空機用の農薬登録が不可欠である。現在、「みかん」に適用がある農薬は5剤にとどまっており、「カンキツ」を含めた登録促進が必要である。そのためには、まず、高濃度で物理性等に問題がなく、薬害のリスクが低く、残留基準をクリアーでき、少量散布でも効果が安定する農薬を選抜する必要がある。

#### 2) 立体的な構造のカンキツ樹で効果が安定する散布条件の解明

濃厚少量散布である無人ヘリ散布では、SS散布と比較し、散布液による被覆面積率が低い(図2)ことから、マルチローター散布を含め、被覆面積率が向上する最適な散布条件を明らかにする必要がある。具体的には、散布水量、散布粒径、飛行高度、飛行ルート、飛行速度などの最適な条件や展着剤の利用を検討していく必要がある。また、対象病虫害や適用農薬ごとに、散布薬液濃度、被覆面積率と防除効果の関係を明らかにする必要がある。

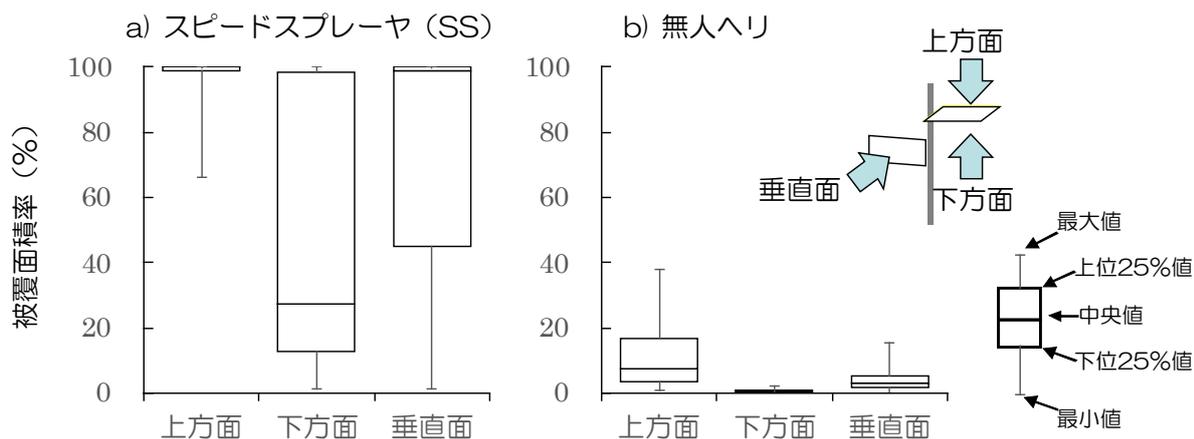


図2 各散布手法によるカンキツ樹冠内の被覆面積率の分布特性

樹間 3.5m、列間 5m の 16 年生青島温州園で、SS は植栽列間を 1 行程でジマンダイセン水和剤 600 倍、400L/10a を、無人ヘリは植栽列直上 3m を 4 行程で水 10L/10a を散布した。2 種の散布は同一圃場で行ったが散布日が異なる。感水試験紙をポールに水平及び垂直に取り付け、これを 1 樹の樹冠内の地上 2m、1m、0.5m に 1~2 か所、8 樹に設置し、被覆面積率の評価を行った。

### 3) カンキツ園での散布に適した散布装置の開発

「みかん」における無人航空機の濃厚少量散布の登録では、水田の散布量(0.8L/10a)の約 10 倍の散布量(4~10L)を必要としている。このため、無人航空機用の吐出能力の高い散布装置を開発するとともに、散布の効率化を図る必要がある。立体的な構造のカンキツ樹冠内への薬液の付着性が高まる装置の検討も必要である。

### 4) 傾斜地等の地形が複雑なカンキツ園における飛行が可能な機体や制御装置の開発

カンキツ樹に農薬を均一に散布するには、樹冠から一定の高度を保って散布を行う必要がある。一方で急傾斜地ではカンキツの樹冠に高度差が生じ、植栽列も一直線でない場合がある。さらに樹木等の障害物が存在するような立地条件で、安全かつ正確に薬剤散布を遂行するには自動飛行等の機能を持った機体の導入が必要になる。このような機能は機体メーカーにより開発が進められており、近い将来、カンキツ園での利用が可能になることが期待される。全国の多様な立地条件のカンキツ園における無人航空機の運用方法についても検討していく必要がある。

## 5. 無人航空機による効果的散布条件の検討と効果の検証

これまでに述べてきた課題を踏まえ、無人ヘリ散布で立体的な構造をしたカンキツ樹冠内への薬液の付着性を高める手法を検討し、あわせて病害虫に対する効果の検証を行った。

### 1) 効果的散布条件

カンキツ樹冠内に効果的に農薬を散布するには、無人ヘリの飛行時に発生するダウンウォッシュの利用が有効と考えられる。そこで、樹冠内の部位ごとに散布ルート別(図3)の被覆面積率を調査し、効果的散布ルートを検討した。さらに飛行速度や散布水量と薬液による被覆面積率の関係を検

討した。

## 2) 小型静電散布装置の試作と評価

静岡県農林技術研究所が保持している静電散布技術を利用し、無人ヘリ(ヤマハ発動機株式会社製 Fazer-R)に搭載可能な小型の静電散布装置を試作し(図4)、有効性の評価を行った。

## 3) 病害虫防除効果の検証

濃厚少量散布の防除効果を検証するために、室内試験により、殺ダニ剤を3段階の濃度別(通常濃度、10倍、100倍濃度)に、被覆面積率(0.1~99%)を変えてリーフディスクに処理し、ミカンハダニの殺虫殺卵効果を検証した。さらに圃場における無人ヘリ散布により、未適用のミカンハダニやヤノネカイガラムシを対象に濃厚少量散布による防除効果を検証した。病害では既登録剤による黒点病や貯蔵病害に対する防除効果を検証した。この中で、農薬登録が期待できる病害虫についての知見が得られるとともに、登録に向けた課題も明らかになった。



図3 散布ルート別薬液付着性の検討



図4 無人ヘリ用静電散布装置(試作機)

## 6. 無人航空機の運用モデルと農場経営

無人ヘリによる農薬散布技術の導入は基本的には運行事業者への委託によることになる。機体の原価償却やオペレータ等の人件費、諸経費を考慮した上で、運行事業者側から見た運用モデルや必要な普及規模とともに、導入が経営として成り立つ農場経営規模を試算した。これらの結果から、行政・普及上の課題も明らかになった。マルチローターの導入・運用は農業者単位または農業者グループで行われることが想定され、無人ヘリに準じた導入コストの試算が必要である。

## 7. おわりに

農業の担い手不足の中で、無人航空機は労働生産性向上の有効な手段として注目されており、カンキツ栽培では特に、傾斜地園の作業効率化への貢献が期待されている。一方、無人航空機によるカンキツ園の農薬散布を普及するためには農薬登録が不可欠であり、登録申請を行う際に農薬会社が必要とするデータの取得のための統一した試験方法がなく、カンキツ生産県で効率的に試験を実施する体制整備も不十分であるなど課題も多い。また、効率的な散布条件を確立するために検討が必要な項目も多くあり、それらの要因の組み合わせは無数に存在する。このような中で農薬登録を効率的に進めるためには、関係機関間で情報や課題等を共有化する必要がある。