

土地利用型作物における 農業用ドローンを利用した 省力的な散布マニュアル

Ver.1



令和7年3月

(地独) 青森県産業技術センター—農林総合研究所

はじめに

農業用ドローン(本稿では農業用マルチローターまたは無人マルチローター, 無人マルチコプターを指す)は産業用無人ヘリコプターより安価で, 労働負担が大きい動力噴霧機等の代替機として利用できることから, 普及が進んでいます。また, 近年は散布性能が大幅に向上した機体や, 搭載タンクが大容量化された機体が販売され, さらなる省力化が期待されます。

農林総合研究所では, 水稻作, 大豆作での農業用ドローンによる散布試験を実施しており, 令和6年に公開した「農業用ドローンを利用した省力的な水稻一発処理除草剤の散布方法」に新たな試験結果を加え, 「土地利用型作物における農業用ドローンを利用した省力的な散布マニュアル」と改訂いたしました。

本マニュアルでは, 水稻作は一発処理除草剤に加え, 追肥や病害虫防除, 稲わら分解資材の散布について, 大豆作は基肥や病害虫防除について, 農業用ドローンで散布する場合の機体設定や作業性などを紹介しています。

本マニュアルが生産者の軽労化に貢献できることを期待します。

【試験担当者】

青森県産業技術センター農林総合研究所

スマート農業推進室 千葉祐太, 山地良樹

作物部 高橋泰生

【お問い合わせ先】

農林総合研究所 スマート農業推進室 電話 0172-40-4525 (直通)

目次

1	農業用ドローンで散布するために	4
2	農業用ドローンで散布するための手続き	6
	(1) 購入時	7
	(2) 散布前	8
	(3) 散布時	9
	(4) 散布後	10
	○ ドローンの国家資格について	10
3	水稲作での農業用ドローンの利用方法	
	(1) 一発処理除草剤	
	1) 「豆つぶ剤」について	11
	2) 農業用ドローンAgras T20, T20K, Agras MG1-S advancedでの散布方法	
	① 粒剤散布装置の設定方法（吐出量の最大化）	12
	② 「豆つぶ剤」の補充	12
	③ 機体の設定方法	13
	④ 円盤目盛15での散布幅と散布経路	13
	⑤ 円盤目盛3での散布幅と散布経路	14
	⑥ 薬剤タンクに「豆つぶ剤」が残った場合	14
	⑦ 散布後のタンクの清掃	15
	⑧ 参考となる試験結果	15
	3) 農業用ドローンAgras T10, Agras T30, T10K, T30Kでの散布方法	
	① 吐出量設定の機能向上について	17
	② 「豆つぶ剤」の補充	17
	③ 機体の設定方法	17
	④ 散布幅と散布経路	18
	⑤ 薬剤タンクに「豆つぶ剤」が残った場合	19
	⑥ 散布後のタンクの清掃	19
	⑦ 参考となる試験結果	19
	(2) 追肥	
	1) 流量キャリブレーション	22
	2) 散布時のドローンの設定	23
	3) 散布経路	23
	4) 散布後の清掃	24
	5) 参考となる試験結果	24

(3) 病虫害防除	
1) 流量キャリブレーション	25
2) 散布時のドローンの設定	25
3) 散布経路	26
4) 散布後の清掃	26
5) 参考となる試験結果	27
(4) 稲わら分解資材	
1) 散布時のシャッター開度の設定について	28
2) 散布時のドローンの設定	29
3) 散布経路	29
4) 散布後の清掃	29
5) 参考となる試験結果	30
4 大豆作での農業用ドローンの利用方法	
(1) 基肥	
1) 流量キャリブレーション	31
2) 機体設定	31
3) 散布経路	32
4) 散布後の清掃	32
5) 参考となる研究成果	33
(2) 病虫害防除	
1) 流量キャリブレーション	34
2) 機体設定	34
3) 散布経路	35
4) 散布後の清掃	36
5) 参考となる試験結果	36
5 導入に適した散布面積の試算	
(1) 水稲作における損益分岐点面積	38
(2) 水稲作における最大作業可能面積	39
(3) 水稲作における損益分岐点面積と最大作業可能面積の関係	40

1 農業用ドローンで空中散布するために

農業用ドローンは、無人ヘリも含めて無人航空機に分類されます。

農業用ドローンには、①(一社)農林水産航空協会(以下、農水協)認定機、②DJI社及びクボタ社製機体、③①と②以外があります。①②を購入する場合は、事前に技能認定のための教習を受ける必要があります。①は機種ごとに決められた教習施設での教習、②はAGRAS農業ドローン協議会に認定された教習施設での教習を受けることとなります。③では教習は不要です。

①～③の全ての農業ドローンで農薬や肥料などを散布する空中散布(ドローンから物を投下する飛行)を行うためには、様々な法律や規制があり、それらを遵守しないと罰則の対象となります。また、ドローンで空中散布するためには操縦者が、以下の条件を満たす必要があります。

- ・総飛行時間10時間以上の飛行経歴
- ・物件投下の経験回数5回以上

空中散布を行うための知識を得ること、また操縦者の条件を満たすために、教習は必ず受講するようにしましょう。

①の購入を検討している場合は農水協のホームページ(https://mujin-heri.jp/nousui_air/multi/)から、②の購入を検討している場合はDJI社のホームページ(<https://utcagri.aeroentry.jp/#campus>)から教習施設を検索することができます。また、ドローンの販売代理店に聞くことでも確認できます。教習には料金が発生し、ドローンの機体や教習施設により料金は異なります。

令和4年12月からドローンの国家資格として、「一等無人航空機操縦士」「二等無人航空機操縦士」が指定試験機関で取得できるようになりましたが、上記の教習の受講による技能認定と国家資格の取得とは異なりますので、ご注意ください。また、ドローンで空中散布を行う場合は、国家資格の有無に関係なく飛行許可の申請などが必要になります。

農業用ドローンでの空中散布には、補助者を配置する、風速3m/s以上や雨もしくは雨予報の場合は散布しない、第三者の上空では飛行させないなど決まり事があります。これらの内容については、「無人航空機飛行マニュアル(国土交通省)(<https://www.mlit.go.jp/common/001301400.pdf>)」や「無人マルチローターによる農薬の空中散布に係る安全ガイドライン(農林水産省)

(https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/boujyo/pdf/mujinmalti_guideline.pdf)」、「無人航空機による農薬等の空中散布に関するQ&A(使用者向け)(農林水産省)

(https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_kouku_zigyo/attach/pdf/muzinkoukuuki-11.pdf)」を必ず確認するようにしてください。

本県で主に使われている農業用ドローンを表1-1にまとめます。このうち、新規製造が行われている機体はAgras T10, Agras T25, Agras T50とT10K, T25Kです。

Agras T20, T20K以降に発売された機体は、位置情報を利用した自動飛行(ルート作業)の機能があります。Agras T25, T25K, Agras T50は航空測量も可能で、自動飛行ルート作成のためのほ場マップも作成できます。また、Agras T20, T20K以降に発売された機体は水洗いが可能です。

タンク容量や機能などから、目的に合う農業用ドローンを選択するようにしてください。

表1-1 農業用ドローンの機体概要

機体名	液剤タンク容量 ^{注1}	粒剤タンク容量 ^{注2}	発売開始年	RTK-GNSSによる自動航行	航空測量	機体の水洗い	新規製造(R7.3月現在)
Agras MG-1S Advanced	MG-1SAK	10L	10kg	H29			終了
Agras T20	T20K	16L	16kg	R1	○	○	終了
Agras T10	T10k	8L	10kg	R3	○	○	
Agras T30	T30K	30L	40kg	R3	○	○	終了
Agras T25	T25K	20L	20kg	R5	○	○	
Agras T50		40L	50kg	R6	○	○	

注1 噴霧タンクの容量もしくは噴霧システムの作業タンク量を示す。

2 散布タンク内部負荷もしくは粒剤タンクの最大内部積載量を示す。



図1-1 Agras T10



図1-2 T30K



図1-3 Agras T25



図1-4 Agras T50

2 農業用ドローンで空中散布するための手続き

農業用ドローンで空中散布をする場合には以下の手続きを行います。手続きは主に1)購入時, 2)散布前, 3)散布後に分けられます。

1)購入時には, ①機体登録, ②登録番号の発行と表示, ③リモートIDの取得を行います。この手続きは100g以上の無人航空機を購入した際に必要で, 農業用ドローンは100g以上になるため必ず行います。2)散布前には, ④飛行許可・承認申請, ⑤飛行計画の通報, ⑥飛行日誌の作成, ⑦立入管理措置, 3)散布後には ⑧飛行日誌の記載を行います(図2-1)。次のページから, それぞれの手続きの概要について説明します。

手続きについては, 購入した販売店などに問い合わせることも有効です。

令和4年12月からドローンの国家資格として, 「一等無人航空機操縦士」「二等無人航空機操縦士」が指定試験機関で取得できるようになりましたが, ドローンで空中散布を行う場合は, 国家資格の有無に関係なく飛行許可の申請などが必要になりますので, ご注意ください。

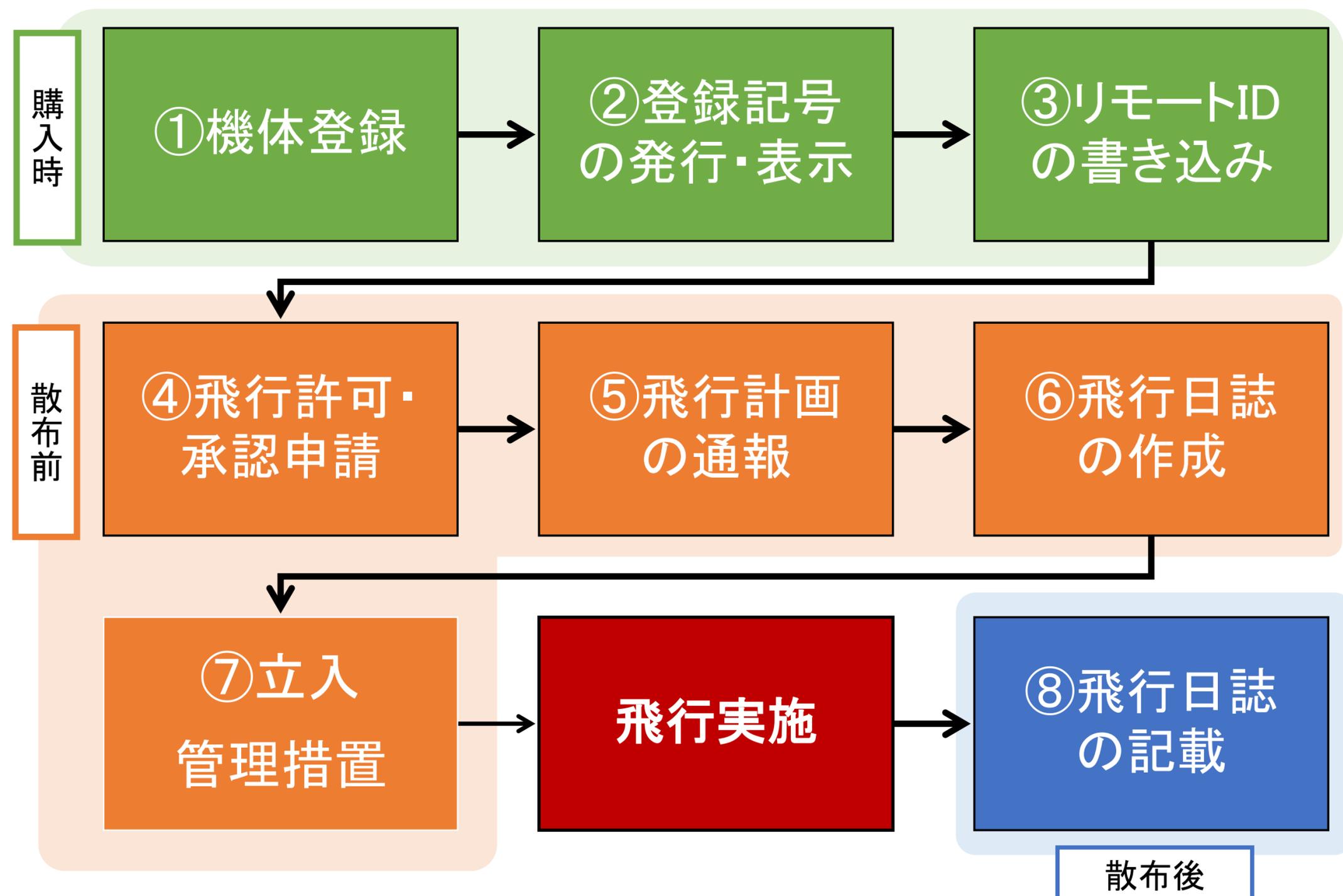


図2-1.無人航空機を使用した空中散布を行うために必要な手続きの流れ

1) 購入時

①機体登録

機体登録の申請はオンラインと郵送の2種類の方法があります。

オンラインの場合は, 最初にドローン情報基盤システム2.0(以下, DIPS2.0)

(<https://www.ossportal.dips.mlit.go.jp/portal/top/>)でアカウントを作成します。作成したアカウントでDIPS2.0にログインし, トップページの「無人航空機の登録手続き」の項目から手続きを行います。

郵送の場合は, 国土交通省のWebサイト「無人航空機の登録制度

(https://www.mlit.go.jp/koku/koku_ua_registration.html)にある登録申請書様式をダウンロードし, これに記載したものを, 無人航空機登録申請受付事務局へ郵送します。

機体の登録には料金がかかります。料金は支払い方法により異なりますが, オンライン申請のうち, 本人確認書類にマイナンバーカード(法人の場合はgBizID)を用いた申請では1台900円, それ以外(運転免許書やパスポート等)では1台1,450円になります。紙媒体の申請では1台2,400円になります(R7.3月現在)。

②登録記号の発行と表示

機体登録後に, 国土交通省より登録記号

(JUから始まる12桁の記号)が付与されます。

登録番号は, DIPS2.0の「無人航空機登録申請メインメニュー」のページの「申請状況確認/取下げ/支払い」の項目から確認できます。

登録記号は油性マジックやシールなどを用いて, 機体に表示します(図2-2)。その際は, 機体から容易に取り外しができない場所, かつ確認しやすい部分に表示してください。



図2-2 ドローンの登録記号の表示例

③リモートIDの書き込み

ドローンは飛行の際に識別するため, リモートID機器を搭載して, 登録番号をリモートID機器に書き込む必要があります(初期設定)。ただし, 登録が義務化される令和4年6月20日以前に機体登録をしたドローンはリモートIDの取得が免除されました。令和3年以降に発売された機体は, リモートID機能が内蔵されているものがありますが, 購入時に確認してください。リモートIDが内蔵されていない機体は外付け型のリモートID機器を販売店などから購入する必要があります。

リモートID機器への書き込みは, パソコンやスマートフォンにインストールした専用のアプリから行います。ドローン機種によってアプリが異なり, 書き込み方法も異なりますので, 販売店や製造メーカーのHPなどから確認してください。

2) 散布前

農業用ドローンによる空中散布は航空法の「特定飛行」になります。特定飛行の詳細は国土交通省のWebサイトから確認できます(https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10000042.html)。)

散布する前には、④飛行許可・承認申請、⑤飛行計画の通報、⑥飛行日誌の作成、⑦立入管理措置を行います。

④飛行許可・承認申請

飛行許可・承認申請はDIPS2.0から行います。飛行許可・承認申請の審査には、一定の期間を要するため、飛行予定日の約1か月前に提出するようにしてください。

申請はDIPS2.0の「特定飛行を行う場合の手続き」の「飛行許可・承認申請へ」のリンクから専用ページへ移動し、「飛行許可・承認の申請書を作成する」から、新規であれば「新規申請」、変更であれば「変更申請」、飛行期間の更新であれば「更新申請」のタブをクリックして、申請書を作成します。

申請が承認されると許可証が発行され、DIPS2.0で確認可能です。

令和6年5月31日に政府へ提出された「規制改革推進に関する答申」を受け、国土交通省より無人航空機の飛行に関する許可・承認の申請手続き内容の簡素化並びに審査の迅速化を行うことになりました。

その一環として、DIPS2.0で飛行申請を行うたびに入力していた操縦者の追加基準適合性を、操縦者を事前登録する段階で一括入力する仕様となります。これにより、毎回の申請での入力が省略できるようになります。ただし、全てのユーザーがDIPS2.0の「操縦者情報の登録・変更画面」から操縦者情報の更新が必要になります。これは令和7年3月24日以降のDIPS2.0の更新後に必ず行ってください。詳細については「3月24日以降の操縦者情報の更新方法について(<https://www.mlit.go.jp/common/001867779.pdf>)」を確認してください。

⑤飛行計画の通報

他の無人航空機(ドローンや無人ヘリ)との衝突を防ぐために、飛行計画の通報を行う必要があります。DIPS2.0の「特定飛行を行う場合の手続き」の「飛行計画の通報・確認へ」のリンクから「飛行計画通報メインメニュー」へ移動し、「飛行計画を登録」のタブから飛行計画を作成、通報します。また、「飛行計画の参照」のタブから、他者の無人航空機の飛行計画を確認することができます。

⑥飛行日誌の作成

空中散布を含む特定飛行では飛行日誌の作成と散布時の携行が義務付けられています。飛行日誌は以下の3つで構成され、1機体ごとに作成・携行します。

- ・飛行記録 : 飛行の年月日, 離着陸場所・時刻, 飛行時間, 飛行させた者の氏名など
- ・日常点検記録: 実施した年月日・場所, 実施者の氏名, 日常点検の結果など
- ・点検整備記録: 実施した年月日・場所, 実施者の氏名, 点検・修理・改造・整備の内容・理由など

飛行日誌は国土交通省が発行する「無人航空機の飛行日誌の取扱要領

(<https://www.mlit.go.jp/koku/content/001574394.pdf>)」に記載されている様式などを利用して作成します。

散布する前には年月日や飛行させた者の氏名などを記載し、飛行時間などは散布後に記入することになります。

⑦立入管理措置

ドローンが飛行する範囲(飛行経路下と言います)において、第三者(操縦者と補助者以外の者)の立入りを制限する必要があります。これは飛行する範囲に立入禁止の看板や三角コーンの設置による立入り制限、補助者による監視や口頭警告などを行うことを指します。

3) 散布時

農業用ドローンによる空中散布する時は補助者を配置する必要があります。補助者の役割は、ドローンの飛行状況や周辺区域を監視して操縦者に的確な誘導を行う、飛行経路の直下及びその周辺に第三者が立ち入らないよう注意喚起を行うなどです。補助者は資格などは必要ありません。

ただし、以下の要件を満たす場合は、補助者の配置は必須ではありません(「無人航空機飛行マニュアル(国土交通省)(<https://www.mlit.go.jp/common/001301400.pdf>)」より一部参照)。

- ・飛行高度は作物の上4mまで
- ・夜間, 目視外の場合には自動操縦のみ(飛行範囲制限と不具合時の危機回避機能をつける)
- ・機体の位置誤差と落下距離の合計の分だけ, 飛行範囲の外側に立ち入り禁止区画を作る
- ・注意喚起(看板等の設置, 空域や周辺への事前周知の徹底など)

しかし、農薬や肥料などの散布では、飛行時の風の強さや風向きで散布したい範囲外へ飛散する可能性があります。まずは補助者を配置し、飛行時の気象条件に臨機応変に対応できるようにすることを推奨します。

4) 散布後

⑧飛行日誌の記載

散布後は、飛行日誌に離陸場所や着陸場所、飛行時間などを記載します。また、不具合などがあった場合も、その内容や処置を記載します。

○ドローンの国家資格について

ドローンの国家資格には「一等無人航空機操縦士」「二等無人航空機操縦士」があります。これらの国家資格は、無人航空機操縦士試験案内サイト(<https://ua-remote-pilot-exam.com>)から申込みできます。

ドローンの飛行形態は4つのレベルに分けられています。

- ・レベル1:目視内で操縦飛行
- ・レベル2:目視内で自律飛行
- ・レベル3:無人地帯での目視外飛行
- ・レベル4:有人地帯での目視外飛行

「一等無人航空機操縦士」の資格保有者は、第一種機体認証を受けた機体を利用すれば、レベル4までの飛行が可能です。機体認証については、使用者が所有する機体ごとに認証を受けるのが基本ですが、型式認証をもとから受けている機体であれば、機体認証の一部もしくは全部を省略できます。詳細は無人航空機レベル4ポータルサイト(<https://www.mlit.go.jp/koku/level4/certification/>)をご確認ください。レベル3までについては、国家資格の有無に関係なく、技能認定を受けていれば飛行可能です。

「一等無人航空機操縦士」「二等無人航空機操縦士」では、これまで申請が必要だった以下の条件での飛行について申請が不要になります。ここでも「二等無人航空機操縦士」の場合は第二種機体認証を受けた機体を利用することが必要です。

- ・DID(人口密集)地区上空
- ・目視外飛行
- ・夜間飛行
- ・人、物との距離30m未満

しかし、本マニュアルで扱う農業現場での物件の投下(農薬や肥料の散布)は、国家資格の種類や有無に関係なく、必ず申請が必要になりますので、ご注意ください。

ここまでの情報は令和7年3月現在のものになります。

ドローンに関する法律や規制などは内容が変更となる場合があります。ドローンの運用に関する最新情報を確認し、全ての法律と規制を順守することが重要です。国土交通省のHPや関連する公式情報源、教習を行う機関や販売代理店などから最新情報を入手し、安全に使用してください。

3 水稲作での農業用ドローンの利用方法

(1) 一発処理除草剤

1) 「豆つぶ剤」について

「豆つぶ剤」はクミアイ化学工業(株)が開発した、直径が3～5mm、長さが約10mmの粒状の農薬です(図3-1)。水稲用一発処理除草剤のほか、中後期除草剤、殺菌剤や殺虫剤など、様々な種類が市販されています。



図3-1 「豆つぶ剤」の形状

「豆つぶ剤」の特徴は以下の2つです。

① 散布重量が250g/10a

1キロ粒剤の1/4、フロアブル剤の1/2で、散布重量が少ない

② 高濃度自己拡散型(図3-2)

水田に散布した「豆つぶ剤」は、水面を自ら動き回り、除草成分を拡散するため、水田全体に均一に散布する必要がない



「散布重量が少なく、均一に散布する必要がない」

という特徴が農業用ドローンでの散布に適しています。

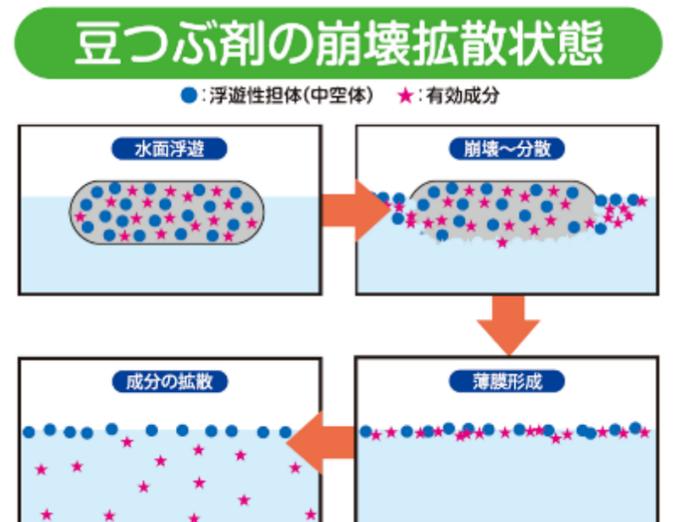


図3-2 「豆つぶ剤」の成分の拡散の仕組み

「豆つぶ剤」の水稲用一発処理除草剤を使用する際は、以下のポイントに注意してください。

① 代かきは丁寧に行い、田面を平らにする。

→ 田面が凸凹だと除草効果が十分に発揮できません。

② 散布の際は、水深5～6cm程度にして田面が見えない条件とし、水の出入りを止める。

→ 水深が浅いと除草成分が全体に拡散しにくくなります。また、田面が見えているところには除草成分が拡散しません。水が出入りしていると、除草成分が水田から流出してしまいます。

③ 散布後3～4日間は入水せず、散布後7日間は落水・かけ流しはしない。

→ 除草成分は3～4日間で拡散し、田面に除草成分が吸着するため、それまでに入水すると成分の偏りが生じます。また、周辺環境へ影響を及ぼさないことを目的に、散布後7日間は落水・かけ流しをしないようにします。

④ 農薬のラベルに記載された注意事項、安全使用上の注意などをよく読み、適切に使用する。

2) 農業用ドローンAgras T20, T20K, Agras MG1-S advancedでの散布方法

① 粒剤散布装置の設定方法（吐出量の最大化）

Agras T20 (DJI社)などの粒剤散布装置(図3-3, 4)は、1キロ粒剤など「豆つぶ剤」よりも小さい農薬の散布を想定し、初期設定されています。そのため、初期設定では「豆つぶ剤」の時間当たりの散布量(吐出量)が少なく、「豆つぶ剤」のメリットが活かせません。ここでは、粒剤散布装置の吐出量を最大にし、「豆つぶ剤」に適した設定方法を紹介します。この方法は農業用ドローンAgras T20の他、T20K, Agras MG1-S advancedの粒剤散布装置で利用できます。



図3-3 Agras T20, T20K

左：本体（黄色丸が粒剤散布装置）
右：粒剤散布装置



図3-4 Agras MG1-S advanced

左：本体（黄色丸が粒剤散布装置）
右：粒剤散布装置

インペラ内部円盤の目盛設定変更手順

- ① 粒剤散布機の底面にあるインペラを取り外す(六角レンチ, スパナを使用)(図3-5)。
- ② インペラ内部の円盤のM3×6ねじ(4個)を外す(プラスドライバーを使用)(図3-5)。
- ③ 円盤目盛を「15」に合わせる(初期設定は「3」)(図3-6)。
- ④ ②→①の順に、インペラを取り付ける。

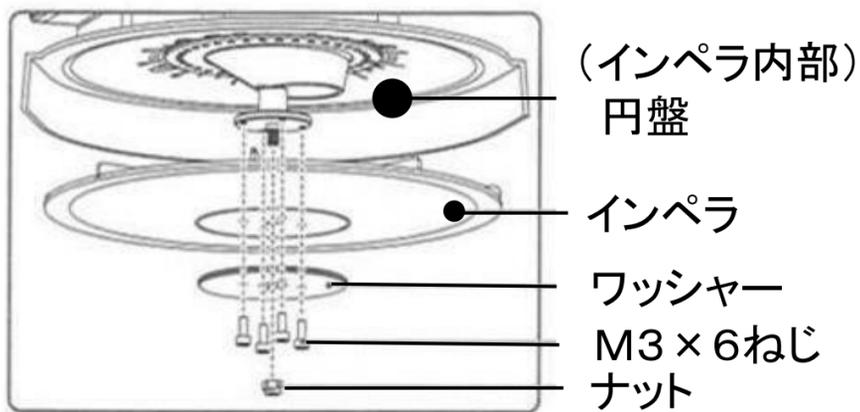


図3-5 粒剤散布機の内部構造
(DJI社 MG粒剤散布機ユーザーガイドより)

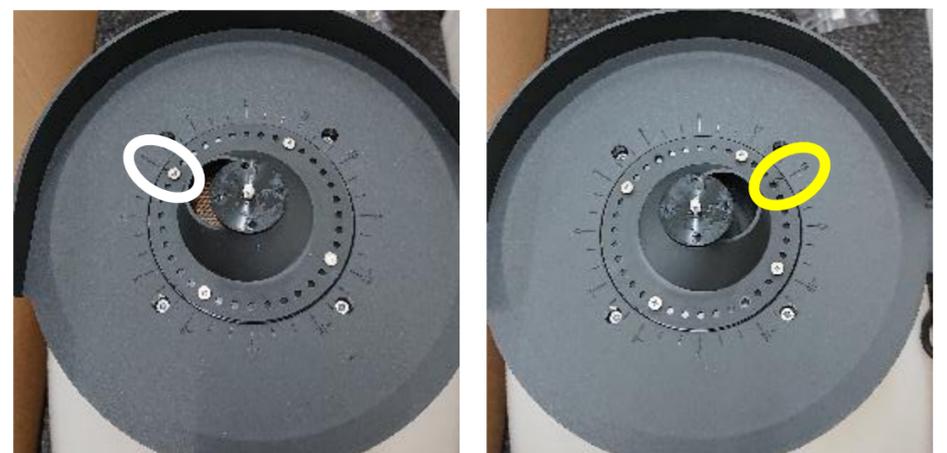


図3-6 円盤の目盛位置
左：目盛3 右：目盛15

② 「豆つぶ剤」の補充

「豆つぶ剤」は、農薬登録どおり250g/10aとなるように散布する必要があります。水田の面積から250g/10aになるよう散布量を計算し、散布する水田ごとに「豆つぶ剤」を補充します。

③ 機体の設定方法

円盤目盛15と円盤目盛3ではドローンの設定が異なります。表3-1をもとに飛行速度, シャッター開度, インペラ回転数, 散布幅の設定を行ってください。通常, 散布幅は農薬が散布され, 効果が表れる範囲を指します。しかし, 豆つぶ剤は自ら成分を拡散させ, 散布幅以上に効果が表れるため, 表3-1の散布幅はドローンの横移動の距離を示します。

マニュアル作業モード以外(マニュアルプラス作業モードなど)では, 送信機で横移動すると, 設定した散布幅の距離分を自動で移動します。しかし, 散布幅の設定は最大10mです。そのため, 円盤目盛15で水田の短辺が100m以上では, 散布幅は15mとなりますが, その場合は散布幅を7.5mに設定し, 散布する際に送信機で横移動を2回行ってください(7.5m × 2回 = 15m)。

表3-1 「豆つぶ剤」散布における円盤目盛ごとの機体設定

円盤目盛	飛行速度	シャッター開度	インペラ回転数	散布幅	
15	10km/h	75%	300回転/分	短辺が100m未満	10m
				短辺が100m以上	15m ^注
3	15km/h	70%	300回転/分	5m	

注 散布幅15mでは, 送信機の散布幅の項目に7.5mを入力し, 散布する際に送信機で横移動を2回行う(7.5m × 2回 = 15m)。

④ 円盤目盛15での散布幅と散布経路

散布幅は水田の短辺の長さで設定値を変えます(表3-1)。短辺30mの水田(例:長辺100m × 短辺30m, 30a)では散布幅10mで散布経路は1.5往復, 短辺50mの水田(例:長辺100m × 短辺50m, 50a)では散布幅10mで散布経路は2往復, 短辺100mの水田(例:長辺100m × 短辺100m, 1ha)では散布幅15mで3.5往復となります(図3-7)。ドリフトを防ぐため, 枕地は短辺(横)の畦畔から10m空け, 長辺(縦)の畦畔からは5m空けます。短辺の長さによって, 反対側の長辺から5m以上空くことがあります, 「豆つぶ剤」は自ら成分を広げるため, 問題ありません。

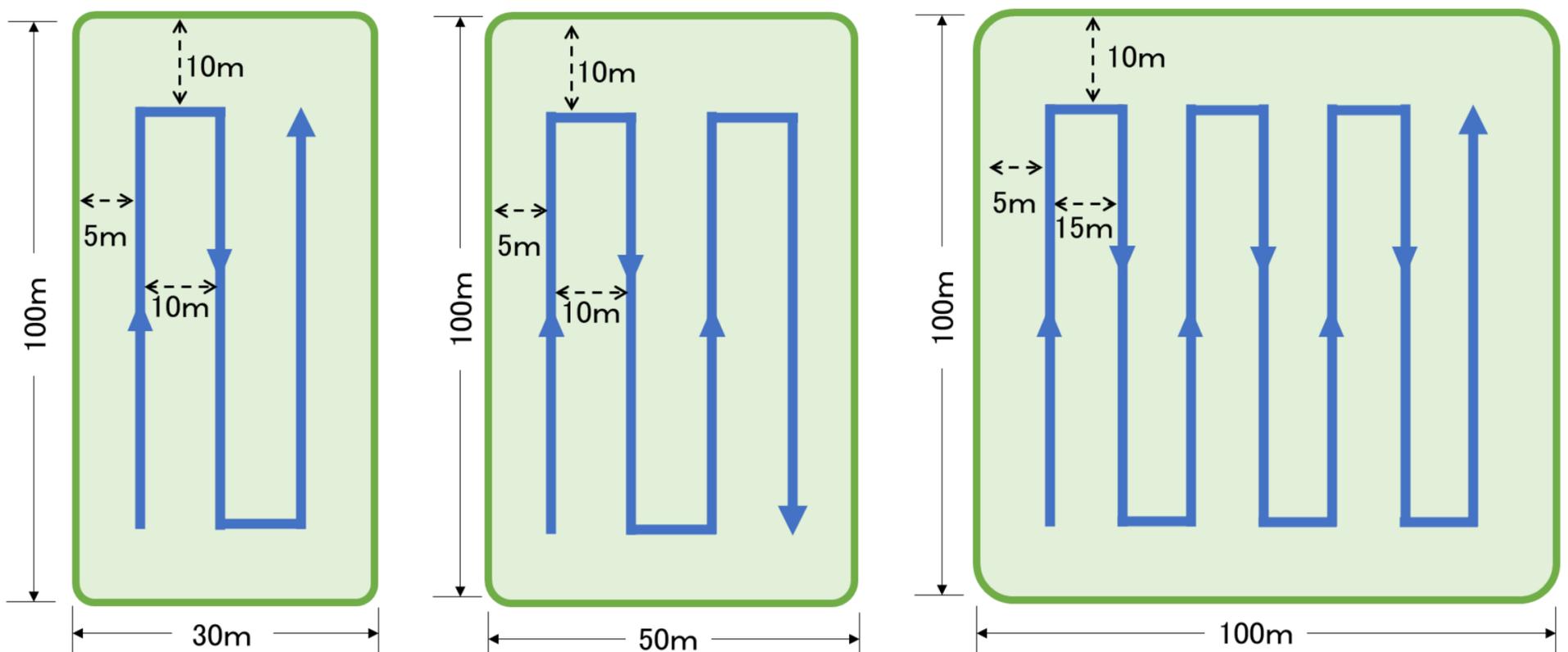


図3-7 「豆つぶ剤」散布における円盤目盛15での散布経路の例

左: 30a(長辺100m × 短辺30m), 中: 50a(長辺100m × 短辺50m), 右: 1ha(長辺100m × 100m)

⑤ 円盤目盛3での散布幅と散布経路

円盤目盛3では吐出量が少ないため、水田の短辺に係わらず散布幅を5mとします(表3-1)。短辺30mの水田(例:長辺100m×短辺30m, 30a)では散布経路は2.5往復, 短辺50mの水田(例:長辺100m×短辺50m, 50a)では散布経路は4往復, 短辺100mの水田(例:長辺100m×短辺100m, 1ha)では9往復となります(図3-8)。円盤目盛15と同様にドリフトを防ぐため、枕地は短辺(横)の畦畔から10m, 長辺(縦)の畦畔からは5m空けます。こちらも短辺(横)の長さで、左右の畦畔で散布経路までの距離が違いますが、問題ありません。

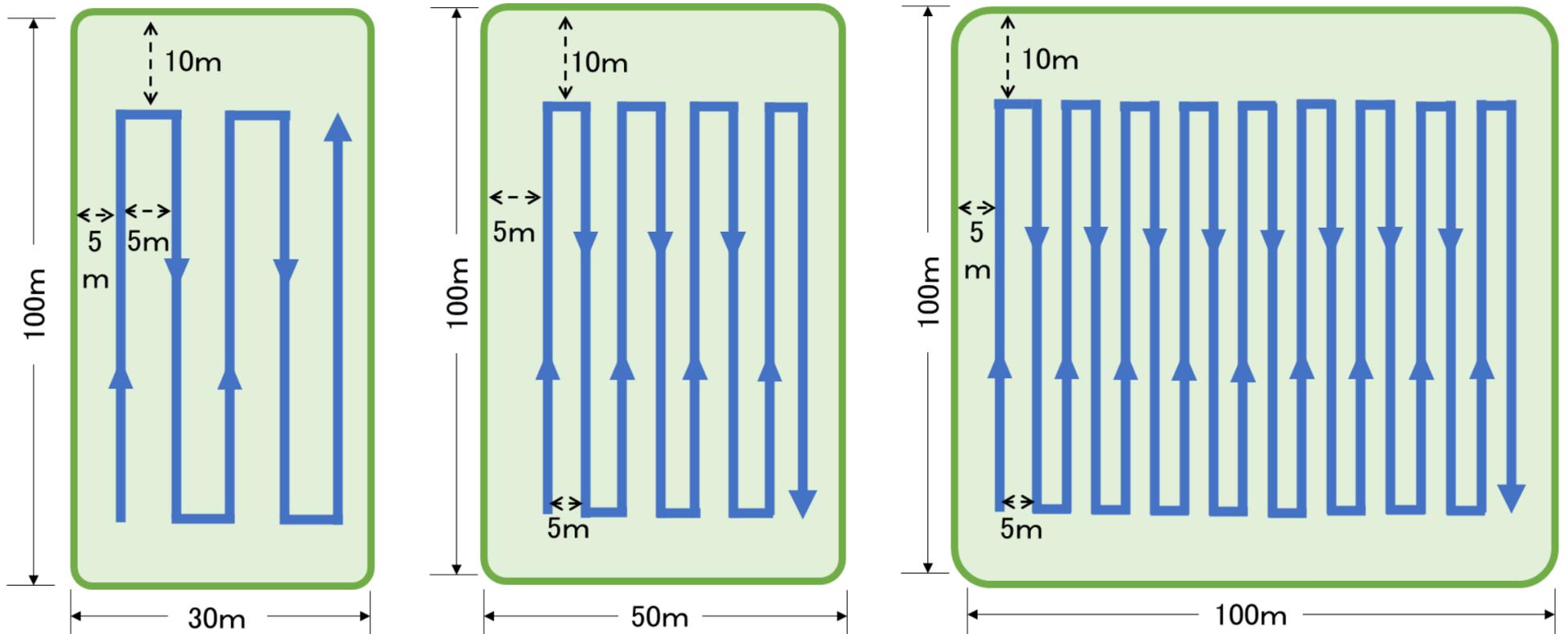


図3-8 「豆つぶ剤」散布における円盤目盛3での散布経路の例

左: 30a(長辺100m×短辺30m), 中: 50a(長辺100m×短辺50m), 右: 1ha(長辺100m×100m)

⑥ 薬剤タンクに「豆つぶ剤」が残った場合

農業用ドローンで「豆つぶ剤」を散布した際、想定した散布経路を飛行しても「豆つぶ剤」がタンクに残ることがあります。原因は、飛行開始の際に速度を急激に上げて、シャッターが完全に開く前にある程度の距離を飛行し、散布量が少ない時間が発生するためです。その際は、タンクに残った「豆つぶ剤」を散布しきるように風上側を中心にドローンを再度飛行させる、もしくは着陸後にひしゃく(図3-9)や手袋を着用した手などで、風上側の畦畔を中心に水田内に散布してください。

また、想定した散布経路の飛行が終わる前に散布が完了する場合があります。これは、向かい風などで飛行速度が設定よりも遅くなった、横移動に移る際にシャッターが閉まるのに時間がかかり、多めに散布されたなどが理由です。ただし、「豆つぶ剤」は自ら成分を拡散するため、想定より早く散布が終わっても問題ありません。



図3-9 散布器具の例(釣り用のひしゃく)

⑦ 散布後のタンクの清掃

散布後に、薬剤タンクに粉碎されて「豆つぶ剤」が残ることがあります。そのまま次の散布を行うと、固着しシャッターが開閉できないなどのエラーが発生する場合がありますので、散布が完了したら、タンク内をエアークンプレッサーなどで清掃するようにしてください。

⑧ 参考となる試験結果

散布時間(図3-10, 11)

「豆つぶ剤」のベッカク豆つぶ250を農業用ドローンで散布した際の散布時間(散布開始から完了まで)は円盤目盛15で3.5分/ha, 円盤目盛3で8.0分/haとなり, 比較した「豆つぶ剤」の手散布(12.2分/ha)やフロアブル剤(32.2分/ha)よりも短くなりました。なお, Agras T20やT20Kに装備されている自動飛行(A-Bルート作業モード)を利用する場合は, 散布前に飛行経路設定のために長辺方向に飛行する必要があり, 長辺100mの水田で1.8分を要します。

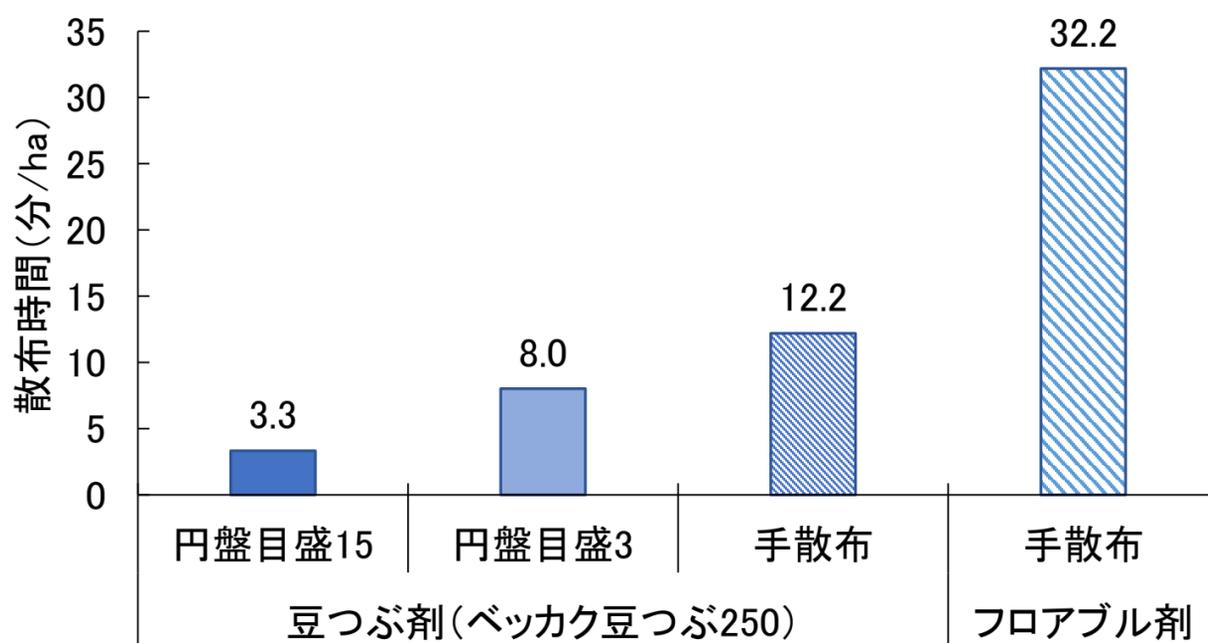


図3-11 Agras T20での「豆つぶ剤」の散布の様子

図3-10 農業用ドローンによる「豆つぶ剤」の散布時間

- 注1 使用したドローンは円盤目盛15がAgras T20, 円盤目盛3がAgras MG1-S advanced。
 注2 「豆つぶ剤」の手散布はひしゃく(図11)による畦畔からの投込み散布を作業員3名それぞれが行った平均値。
 注3 フロアブル剤の手散布は畦畔と水田内で作業員1名が行った値。

バッテリー消費率(表3-2)

円盤目盛を15に変更することで散布時間が短くなります。これにより, 離陸から着陸までのバッテリー消費率は小さくなり, バッテリー交換までの散布面積が拡大されます。

表3-2 「豆つぶ剤」散布における円盤目盛ごとのバッテリー消費率等

円盤目盛	バッテリー消費率(/ha)	バッテリー交換までの散布面積
15	30% ^注	2ha
3	70%以上 ^注	1ha

注 バッテリーの交換の目安は30%以下。

成分の拡散性(図3-12)

「豆つぶ剤」のベッカク豆つぶ250を円盤目盛15と3の農業用ドローンで、約91a(97.5×93.0m)の水田に散布しました。ドローンの設定は表3-1に従いました。散布後3時間、1日、3日でベッカク豆つぶ250に含まれる3つの除草成分(ピリミスルファン, フェノキサスルホン, フェンキノトリオン)の水田内の拡散性を調べました。その結果、いずれの円盤目盛でも、散布後3日で水田全体に成分が拡散しました。

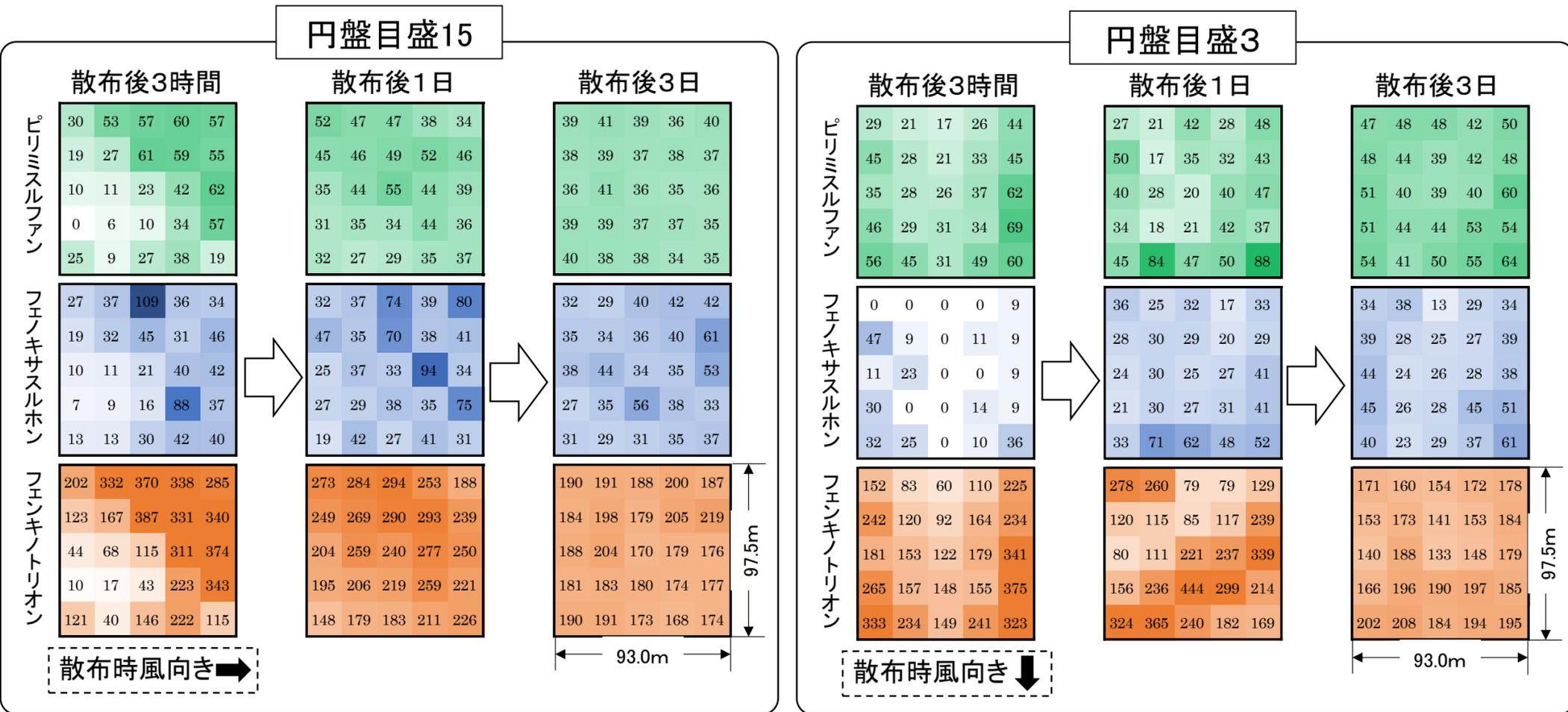


図3-12 円盤目盛15と円盤目盛3における有効成分の拡散性

注 図中の数字は各成分の田面水中の濃度(ppb)を示す

除草効果と水稻への安全性(表3-3)

図3-12で成分の拡散性を調査した水田では、円盤目盛に係わらず雑草の発生はみられず、高い除草効果が確認できました(図3-13)。また、水稻への薬害はみられませんでした。

表3-3 円盤目盛ごとの除草効果と薬害程度

円盤目盛	除草効果					薬害程度
	ノビエ	タマガヤツリ	コナギ	他広葉	ホタルイ	
15	◎	◎	◎	◎	◎	無
3	◎	◎	◎	◎	◎	無

- 注1 散布後55日の水田内5地点(0.25m²/地点)の散布区及び無散布区の雑草を採取し、雑草種別の風乾重を測定。
 注2 除草効果は散布区の無散布区に対する雑草風乾重比を示す(◎:0~0.9%)。
 注3 他広葉はアゼナ類, ハコベ類, チョウジタデなど。
 注4 薬害程度の無は薬害による害徴が認められないことを示す。



図3-13 散布区と無散布区から抜き取った雑草
 上:散布区, 下:無散布区

3) 農業用ドローンAgras T10, Agras T25, Agras T30, Agras T50, T10K, T25K, T30Kでの散布方法

① 吐出量設定の機能向上について

Agras T10以降の機体では、薬剤の吐出口が3カ所が増えたことで、農薬の吐出量設定の機能が向上しています。これにより、Agras T20などのように円盤目盛を変更する(p12)ことなく、「豆つぶ剤」のメリットを活かせる吐出量に設定することが可能です。

② 「豆つぶ剤」の補充

Agras T20などと同様(p12)に、ドローンへの「豆つぶ剤」の搭載重量を、水田の面積から250g/10aになるように計算し、散布する水田ごとに「豆つぶ剤」を補充します。

③ 機体の設定方法

Agras T10などは、散布経路を往復散布や片道散布とする(p18の図3-14, 15を参照)ことが可能です。散布経路は、短辺が10m以下の水田では片道散布で、10~100mの水田では往復か片道散布で、100mより長い場合は往復散布とします。表3-4の散布幅はドローンの横移動の距離を示し、往復散布では短辺の約3分の1、片道散布では横移動しないため計算の必要がありません。

往復散布する場合、水田の短辺が100mでは散布幅を30mとします。Agras T20などと同様(p13)に、マニュアル作業モード以外で散布する場合は、送信機の散布幅を10mに設定し、散布する際に横移動を3回してください(10m×3回=30m)。片道散布の場合は設定の必要がありませんが、送信機に散布幅を入力しなければいけないため、10m以下の数値を入力してください。

表3-4 「豆つぶ剤」散布における散布経路ごとの機体設定値

散布経路	飛行速度	シャッター開度	インペラ回転数	散布幅
往復	15km/h	50%	600回転/分	短辺の約1/3 ^{注1,2}
片道	〃	70%	〃	(10m以下)

注1 往復散布の散布幅は、短辺が100mの水田では $100\text{m} \div 3 = 33.333\cdots \approx 30\text{m}$ とする。

2 散布幅30mでは、送信機の散布幅の項目に10mを入力し、散布する際に送信機で横移動を3回行う(10m×3回=30m)。

④ 散布幅と散布経路

散布幅は散布経路で設定値を変えます(表3-4)。往復散布する場合は、短辺30mの水田(例:長辺100m×短辺30m, 30a)では散布幅10m($30\text{m} \div 3 = 10\text{m}$)、短辺50mの水田(例:長辺100m×短辺50m, 50a)では散布幅16m($50\text{m} \div 3 = 16.666\cdots \div 16\text{m}$)、短辺100mの水田(例:長辺100m×短辺100m, 1ha)では散布幅30m($100\text{m} \div 3 = 33.333\cdots \div 30\text{m}$)とし、飛行は短辺の1/3の地点から飛行するようにしてください(図3-14)。片道散布する場合は短辺の長さに係わらず、短辺の中央(1/2の地点)を飛行します(図3-15)。

ドリフトを防ぐため、枕地は短辺(横)の畦畔から10m空けます。また、長辺(縦)の畦畔からは5m以上空けますが、短辺が10mよりも長ければ、散布経路に係わらず畦畔から5m以上空きます。短辺10m以下の水田では畦畔から5m空けるため、片道散布を行ってください。

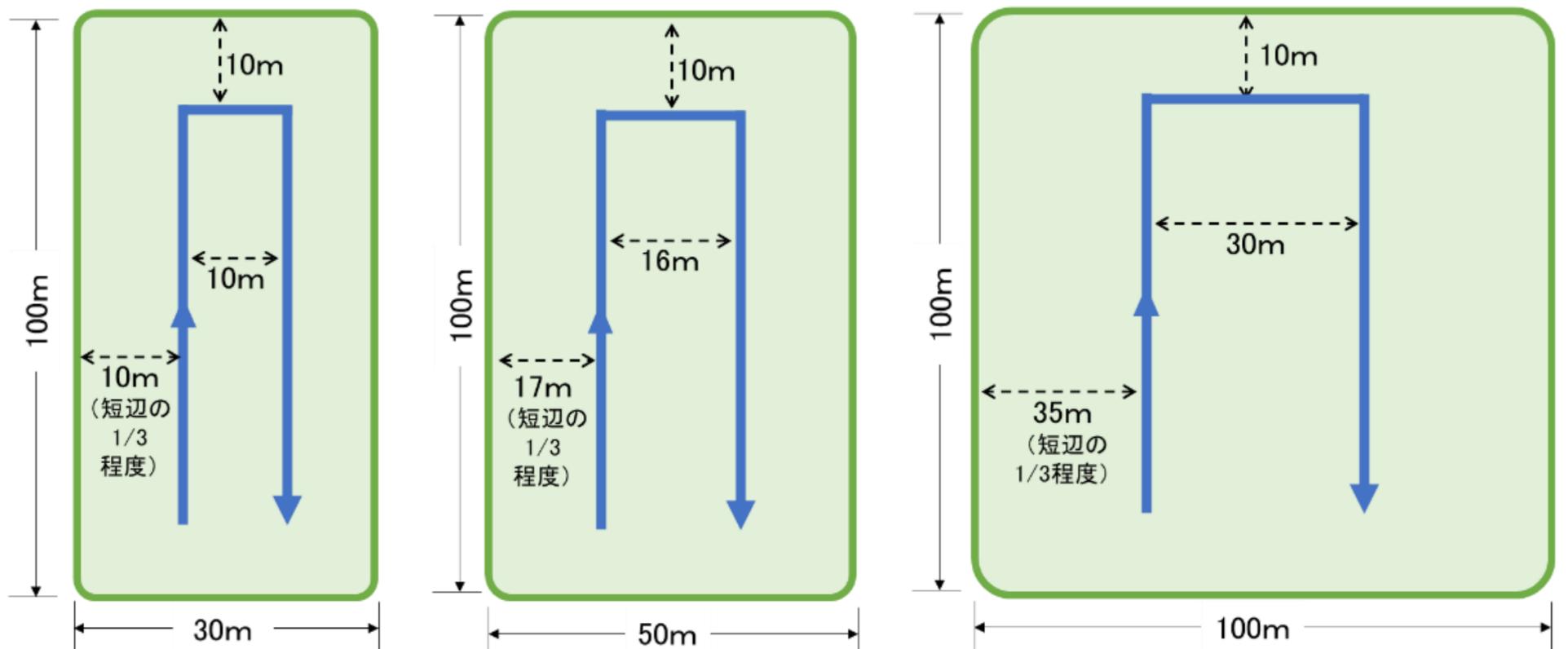


図3-14 「豆つぶ剤」散布における往復散布での散布経路の例

左: 30a(長辺100m×短辺30m), 中: 50a(長辺100m×短辺50m), 右: 1ha(長辺100m×100m)

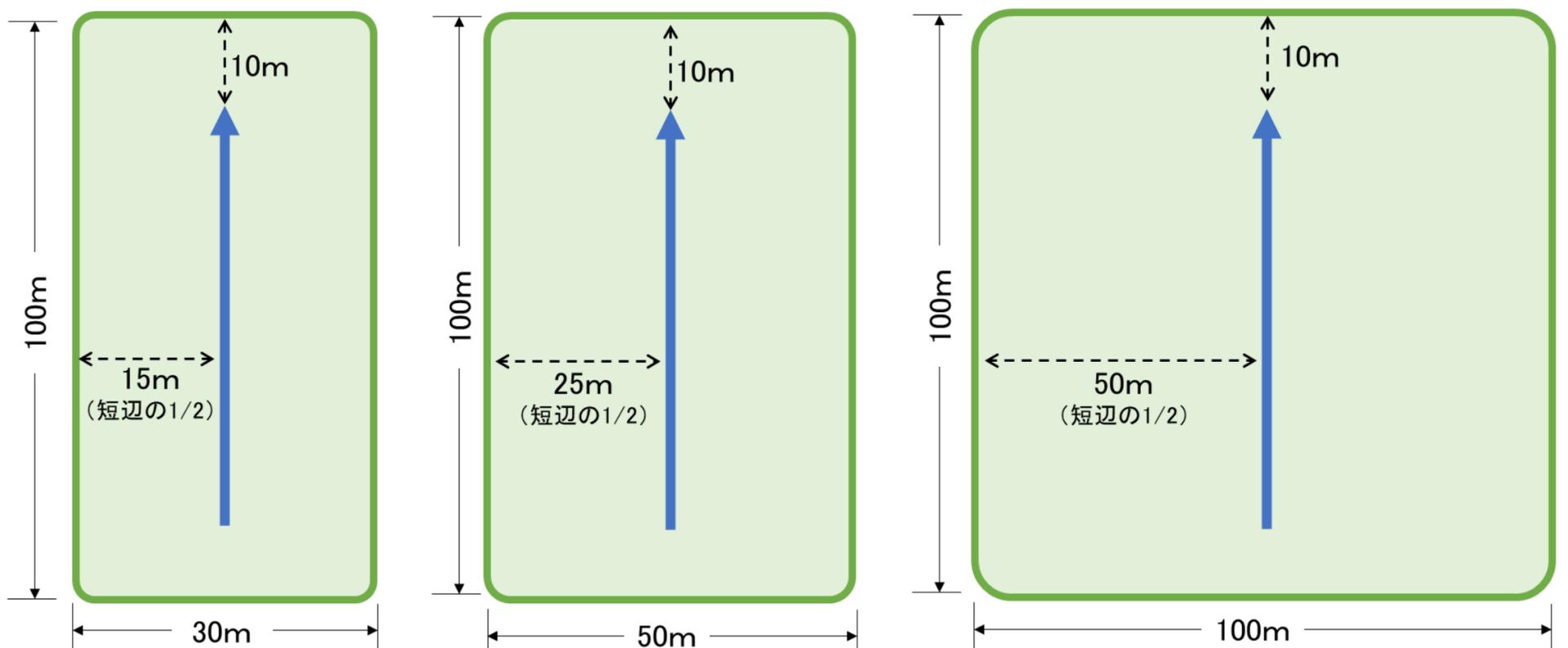


図3-15 「豆つぶ剤」散布における片道散布での散布経路の例

左: 30a(長辺100m×短辺30m), 中: 50a(長辺100m×短辺50m), 右: 1ha(長辺100m×100m)

⑤ 薬剤タンクに「豆つぶ剤」が残った場合

Agras T10などでも、想定した散布経路を飛行しても「豆つぶ剤」がタンクに残ることがあります。理由はAgras T20などと同様です(p14)。対応についても同様で、タンクに残存した「豆つぶ剤」を散布しきるようにドローンを風上側を再度飛行させる、もしくはドローンを着陸後にひしゃくや手袋を着用した手などで風上側の畦畔から水田内に散布してください。想定した散布経路の飛行が終わる前に、散布が完了する場合についてもAgras T20などと同様です(p14)。

6) 散布後のタンクの清掃

散布後に農業用ドローンの薬剤タンクに粉碎された「豆つぶ剤」が残ることがあります(図3-16)。そのまま次の散布を行うと固着し、シャッターが開閉できないなどのエラーが発生する場合がありますため、エアーコンプレッサーなどでタンク内を清掃するようにしてください。



図3-16 Agras T10で散布した後の薬剤タンクシャッター付近に粉状になった「豆つぶ剤」が残る

7) 参考となる試験結果

散布時間(図3-17, 18)

「豆つぶ剤」のアカツキ豆つぶ250を散布した際の散布時間は、往復散布で1.0分/ha、片道散布で0.7分/haとなり、比較した「豆つぶ剤」の手散布(12.2分/ha)やフロアブル剤(32.2分/ha)よりも短くなりました。なお、自動飛行(A-Bルート作業モード)を利用する場合は、Agras T20などと同様(p15)に、飛行経路設定のために、長辺100mの水田で1.8分を要します。

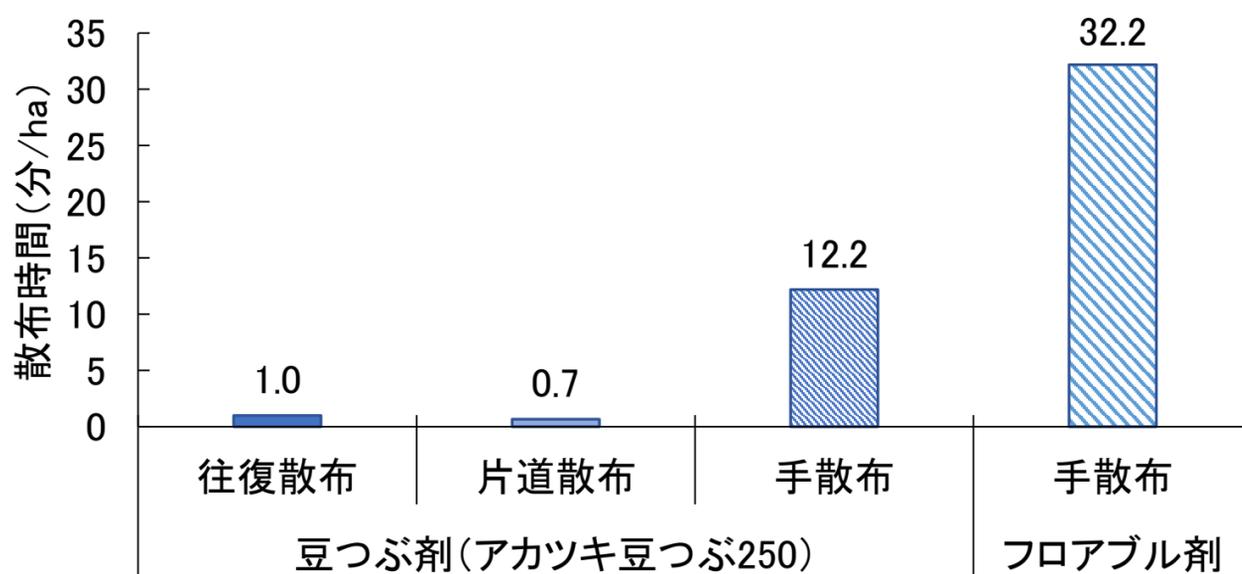


図3-18 Agras T10での「豆つぶ剤」の散布の様子

図3-17 農業用ドローンによる「豆つぶ剤」の散布時間

注1 使用したドローンはAgras T10。

注2 「豆つぶ剤」の手散布及びフロアブル剤の手散布は図12と同様。

バッテリー消費率(表3-5)

片道散布では往復散布よりも散布時間が短いことから、バッテリー消費率がやや小さくなりますが、バッテリー交換までの散布面積はいずれも4haです。

表3-5 「豆つぶ剤」散布における
散布経路ごとのバッテリー消費率等

散布経路	バッテリー消費率 (/ha)	バッテリー交換までの 散布面積
往復散布	19.5% ^注	4ha
片道散布	17.7% ^注	4ha

注 バッテリーの交換の目安は30%以下。

成分の拡散性(図3-19)

「豆つぶ剤」のアカツキ豆つぶ250を、往復散布(約92a, 98.4×93.9m)と片道散布(約91a, 97.5×93.0m)で散布しました。ドローンの設定は表3-4に従いました。散布後3時間, 1日, 3日でアカツキ豆つぶ250に含まれる3つの有効成分(メタゾスルフロン, フェノキサスルホン, フェンキントリオン)の水田内の拡散性を調べました。その結果, いずれの散布方法でも, 散布後3日で水田全体に成分が拡散しました。

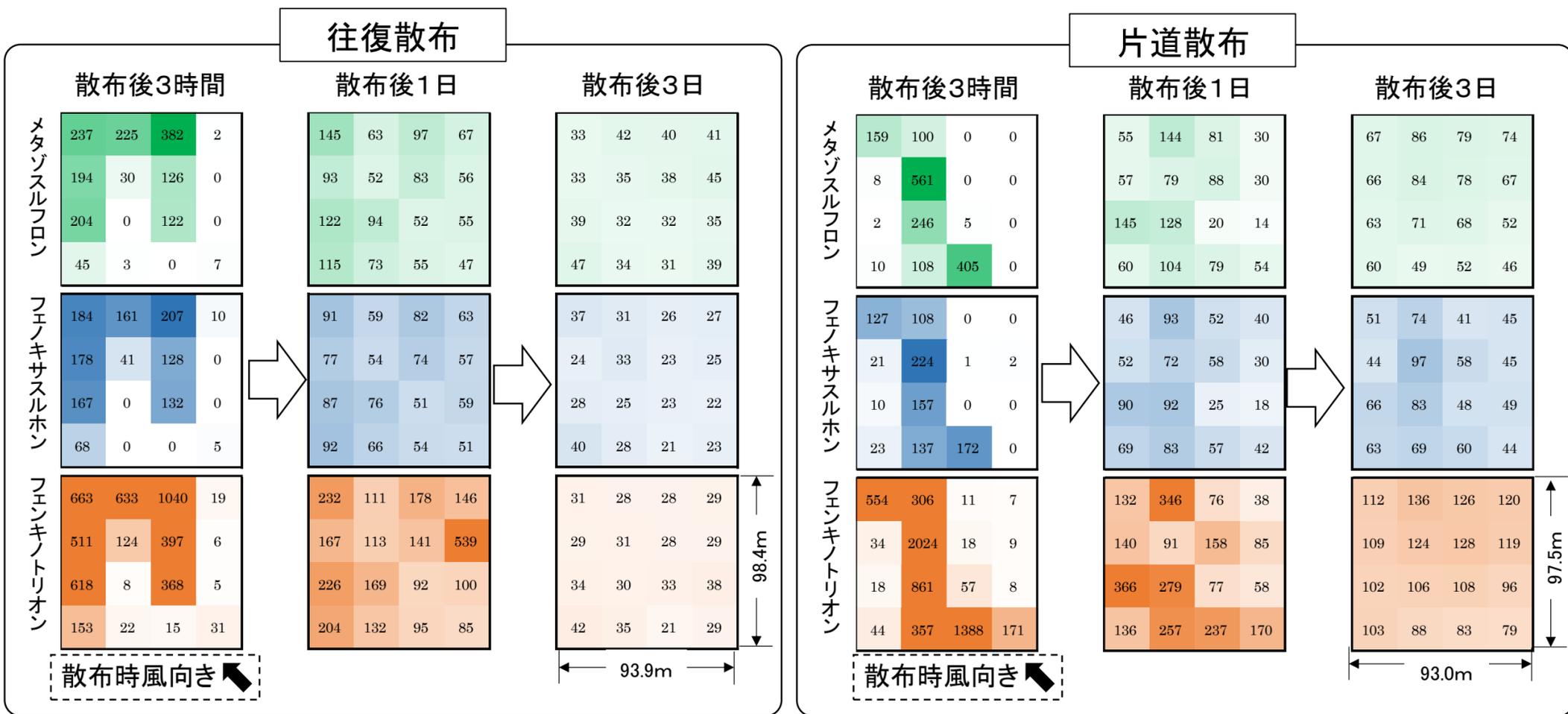


図3-19 往復散布と片道散布における有効成分の拡散性

注 図中の数字は各成分の田面水中の濃度(ppb)を示す。

除草効果と水稲への安全性(表3-6)

p20で成分の拡散性(図3-19)を調査した水田では、雑草の発生がみられず、高い除草効果が確認できました(図3-20, 21)。ノビエは発生本数が少なく、除草効果の検証はできませんでしたが、農林総合研究所の他試験(除草剤適用性試験)ではノビエ3葉までの効果が確認されています。また、水稲への薬害はみられませんでした。

表3-6 散布経路ごとの除草効果と薬害程度

散布経路	除草効果					薬害程度
	ノビエ	タマガヤツリ	コナギ	他広葉	ホタルイ	
往復散布	—	◎	◎	◎	◎	無
片道散布	—	◎	◎	◎	◎	無

注1 散布後53日の水田内5地点(0.25m²/地点)の散布区及び無散布区の雑草を採取し、雑草種別の風乾重を測定した。

2 除草効果は散布区の無散布区に対する雑草風乾重比を示す(◎:0~0.9%)。

3 表中の「—」は無散布区にノビエの発生がなかったため、除草効果を検証できなかったことを示す。

4 他広葉はアゼナ類, ハコベ類, チョウジタデなど

5 薬害程度の無は薬害による害徴が認められないことを示す。



図3-20 往復散布の雑草の発生状況
左: 散布区, 右: 無散布区, 撮影日: 散布後53日



図3-21 片道散布の雑草の発生状況
左: 散布区, 右: 無散布区, 撮影日: 散布後53日

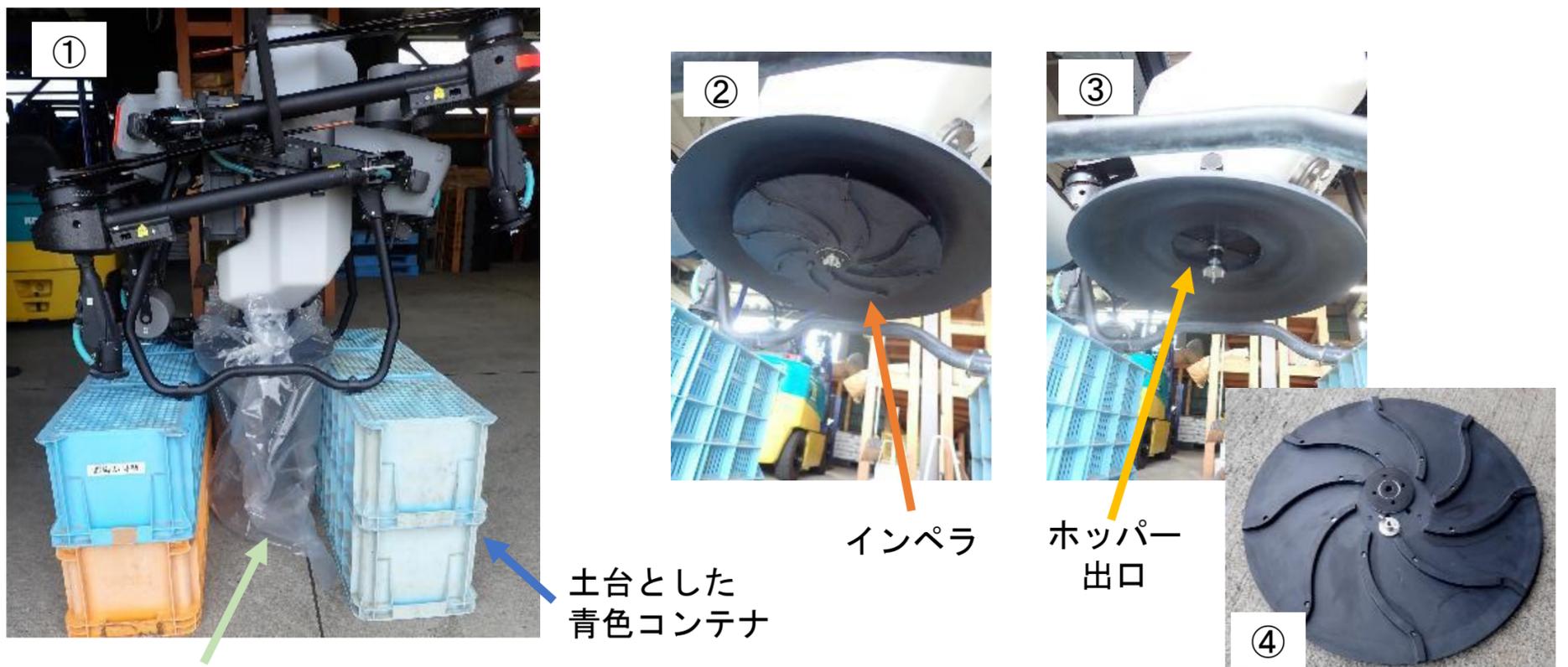
(2) 追肥

1) 流量キャリブレーション

Agras T10, T25, T50 やT10K, T25Kなどでは、粒剤や肥料を散布するためのテンプレートが使用できます。これは粒剤や肥料について、決まった重量を面積当たりで散布するために、速度に連動してシャッター開度を自動で調節する機能です。テンプレートの一覧に使用する予定の粒剤や肥料がない場合は、流量キャリブレーションをすることで、新たにテンプレートを作成することができます。作成方法は以下を参考にし、粒剤散布装置に付属の説明書も確認するようにしてください。

粒剤や肥料を散布する場合の流量キャリブレーションの方法

- 1) 機体の電源がオフの状態、機体を平らな面に置く（図3-22①）。
- 2) 粒剤散布機の底面にあるインペラを取り外す（六角レンチ、スパナを使用）（図3-22②, ③, ④）。
- 3) ホッパー出口にポリ袋などを被せる（図3-22①）。
- 4) 機体の電源を入れる。
- 5) テンプレートを作成したい粒剤か肥料を粒剤散布タンクに入れる（Agras T10は10kg以上, Agras T25やAgras T50は15kg以上を推奨）。
- 6) 送信機の操作画面のメニューの[粒剤管理]から[新しい粒剤を追加]を選択し、ホッパー出口の種類（標準, 小流量など, 購入したホッパーに合わせる）を設定する。
- 7) [キャリブレーション]をタップし、キャリブレーションを開始する（ホッパーの出口から粒剤か肥料が排出される）。
- 8) キャリブレーション後、飛行速度などを入力し、保存をタップする。
- 9) 機体の電源をオフにし、インペラを取付ける。キャリブレーションに使用した粒剤や肥料は圃場に散布するなど再利用する。



ホッパー出口に被せた70Lのポリ袋

図3-22 農林総合研究所でのAgras T25流量キャリブレーションの様子

- ①機体をコンテナの上に寄せ、ホッパー出口にポリ袋をかぶせて肥料を回収。
- ②インペラが装着された粒剤散布機。
- ③インペラを外した粒剤散布機、ホッパー出口が見える。
- ④外したインペラ。

2) 散布時のドローンの設定

Agras T25, Agras T50, T25Kにより硫安(窒素含有率21%)と尿素(窒素含有率46%)を、それぞれ2.0Nkg/10aの散布量とした場合の機体設定を表3-7に示します。資材が異なっても、散布量以外は同じになります。また、自己拡散型の一発処理除草剤を散布する場合とは異なり、ほ場全面に散布する必要があるため、散布経路は全面散布としてください。

表3-7 水稻作における追肥散布での機体設定

機体名	資材名	散布量		散布経路	飛行高度	飛行速度	シャッター開度	インペラ回転数	散布幅
		現物量	窒素量						
Agras T25, Agras T50, T25K	硫安 尿素	9.5kg/10a 4.3kg/10a	2.0Nkg/10a 2.0Nkg/10a	全面散布	3m	15km/h	速度連動 ^{注1}	600回転/分	6.0m

注 流量キャリブレーションにより、速度に連動しシャッター開度を自動で調節。

追肥に硫安(窒素含有率21%)および尿素(窒素含有率46%)を使用した場合の散布量と、Agras T25及びT25Kを使用した場合に一度の補充で散布可能な面積を表3-8に示します。

肥料は湿気などで固まると、ホッパー出口から散布されない大きさになることがあります。開封してから日数の経った肥料などを使用する場合は、塊がないか確認してください。

表3-8 水稻作における追肥散布での散布可能な面積

機体	資材		散布量		一度の補充で散布可能な面積 ^注
	資材名	窒素成分	現物量	窒素量	
Agras T25, T25K	硫安	21%	9.5kg/10a	2.0Nkg/10a	21a
	尿素	46%	4.3kg/10a	2.0Nkg/10a	46a

注 資材の補充量は20kgとした場合。

3) 散布経路

散布の開始地点は散布幅6.0mの場合は、ほ場の角から散布幅の半分の縦3.0m×横3.0mの地点としてください(図3-23)。

機体のプロペラが回転している状態では、オペレーターは20m、ナビゲーターは20m以上(それ以外の方は50m以上)の距離を機体から離れる必要があります。そのため、散布経路は枕地を先に散布し、機体から距離を確保しやすいようにします。図3-23では枕地を3行程(1往復半)としていますが、ほ場周辺の道路が広いなど距離を確保しやすい条件では枕地を2行程(1往復)とし、ほ場周辺の道路が狭く距離を確保しにくい条件では枕地を4行程(2往復)とするなど、散布するほ場に合わせて対応する必要があります。

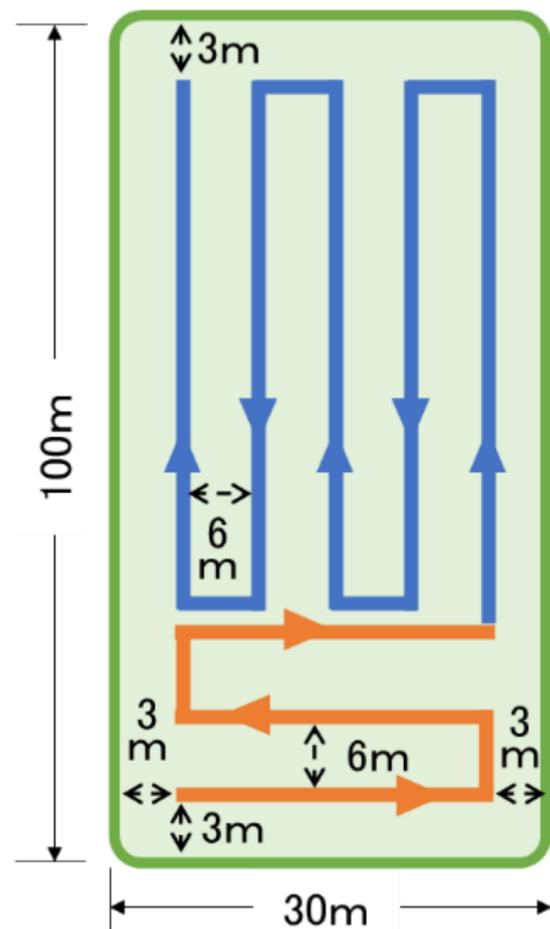


図3-23 散布幅6.0mでの散布経路の例

注1 図のほ場の大きさは30a(長辺100m×短辺30m)。
2 オレンジの矢印が枕地の散布行程。

4) 散布後の清掃について

散布後はタンクに残った肥料などを排出してください。また、肥料などが粉状になり、タンクから取り除けない場合や機体に付着した場合は、エアークンプレッサーなどで除去してください。

Agras T10などは水で機体を清掃することも可能(表1-1, p5)です。ただし、機体の耐水性は時間などで劣化することがあるため、注意してください。また、水で清掃する場合はバッテリーを必ず取り外してください。

5) 参考となる試験結果

散布時間(図3-24)

表3-7の条件で、Agras T25での散布に係る作業時間は、ほ場面積10aでは硫安が2.0分、尿素が1.9分と同程度でした。また、いずれも対照の動力噴霧機(タンク容量25L)よりも短くなりました。一方、散布面積50aにおけるAgras T25での散布では、硫安が散布中の肥料補充2回で9.1分、尿素が1回で7.0分となりました。

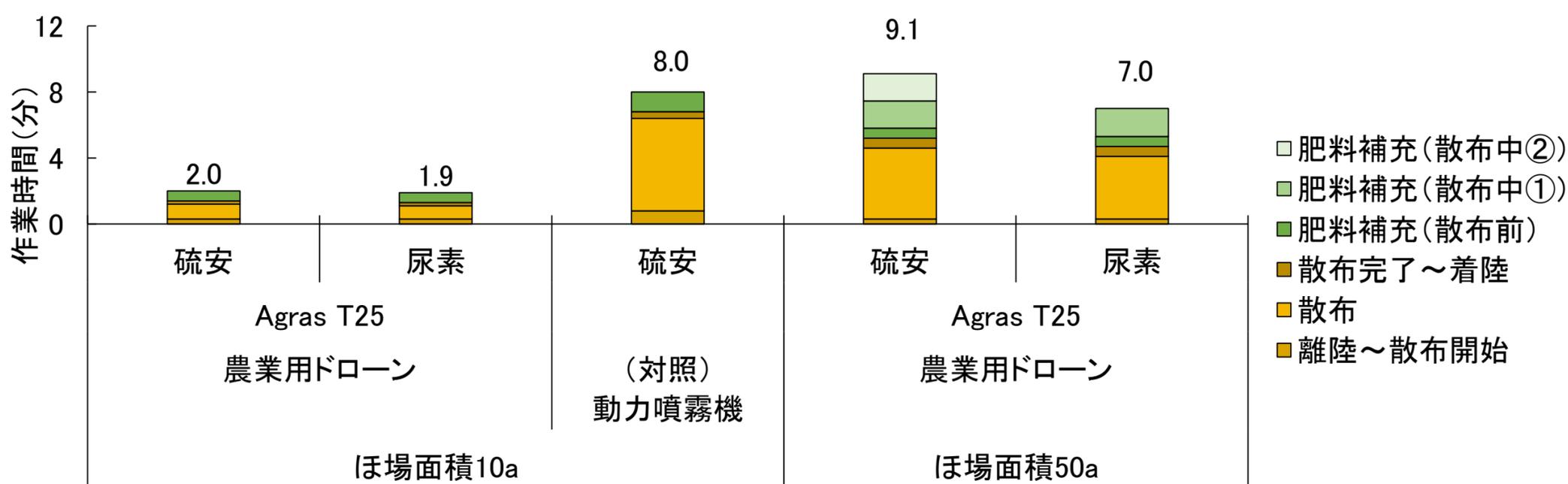


図3-24 農業用ドローンによる水稲作の追肥に係る作業時間

- 注1 使用した肥料は硫安及び尿素で、施肥窒素量2.0Nkg/10a(現物9.5kg/10a及び4.3kg/10a)の設定とした。
- 注2 ほ場面積10aは縦100×横10m, 50aは縦100×横50mを想定。
- 注3 対照の動力噴霧器(M社)はタンク容量25Lのものを用いて、作業員1名が水田内で作業した。
- 注4 肥料は20kgを1回の作業で補充した。
- 注5 作業人数は、農業用ドローンが3名、動力噴霧器は1名とした。

バッテリー消費率, 実散布量など(表3-9)

Agras T25での硫安の散布では、10a当たりのバッテリー消費率は10.7%で、バッテリー交換の目安は65aとなりました。散布量は2.0Nkg/10aの設定に対し、1.8Nkg/10aとなりました。尿素の散布では、10a当たりのバッテリー消費率は9.6%で、バッテリー交換の目安は73aとなりました。散布量は2.0Nkg/10aの設定に対し、2.0Nkg/10aとなりました。

表3-9 水稲作の追肥散布でのバッテリー消費率と実散布量

使用した機体	肥料名	バッテリー消費率	バッテリー交換までの散布面積 ^{注1}	散布量 ^{注2}	
				設定値	実測値
Agras T25	硫安	10.7%/10a	65a	2.0Nkg/10a	1.8Nkg/10a
	尿素	9.6%/10a	73a	2.0Nkg/10a	2.0Nkg/10a

注1 バッテリー交換の目安は30%以下。

注2 シャッター開度は流量キャリブレーションによる速度連動とした。

(3) 病虫害防除

1) 流量キャリブレーション

Agras T10, T25, T50やT10K, T25Kなどでは、液剤を散布する際に速度に連動して、散布量を自動で調節する機能があります。この機能を使用するために、流量計のキャリブレーションを行います。液剤の流量キャリブレーションについては、水で希釈する液剤であれば、水で流量キャリブレーションを一度行うと他の水で希釈する液剤でも同様の設定で利用できます。

ただし、①異なる粘度の液剤(フロアブル剤など)を使用する場合、②送信機で確認できる実際の散布量と面積から計算した散布量が15%以上異なる場合には、再度散布したい液剤で流量キャリブレーションを行ってください。

液剤を散布する場合の流量キャリブレーションの方法

- 1) 機体を野外など(水が飛散しても大丈夫な場所)の平らな面に置く。
- 2) 噴霧タンクに2Lの水を入れる。
- 3) 送信機の操作画面のメニューの[噴霧システムキャリブレーション]から[キャリブレーション]を選択する。
- 4) [キャリブレーション開始]をタップすると、キャリブレーションが開始される。
(噴霧口から水が噴霧されるため、離れた位置から操作する)
- 5) キャリブレーションが正常に完了すると、自動で記録される。

2) 散布時のドローンの設定

散布(噴霧)量0.8 L/10aの液剤を散布する場合の、機体ごとの設定を表3-10に示します。ほ場全面に散布する必要があるため、散布経路は全面散布としてください。また、機体により飛行高度と散布幅が異なるため、注意してください。液滴サイズについてはAgras T25, Agras T50, T25Kで使用可能な機能です。

190 μmを基本とし、散布した際に噴霧液滴のサイズを確認して調整してください。

表3-10 水稲作における液剤散布での機体設定

機体	資材名	散布(噴霧)量	散布経路	飛行速度	飛行高度	散布幅	液滴サイズ
Agras T10					2.0m	5.0m	—
Agras T30, T30K	スタークルメイト液剤10, ラブサイドフロアブル など	0.8L/10a ^{注1}	全面散布	18km/h	2.5m	7.5m	—
Agras T25, Agras T50, T25K					2.5m	7.5m	190um ^{注2}

注1 流量キャリブレーションにより、散布(噴霧)量は飛行速度に連動し、自動で調節される。

2 液滴サイズは190umを基本とし、実際の噴霧液滴のサイズを確認して調整する。

散布(噴霧)量0.8L/10aの場合について、機体ごとに一度の補充で散布可能な面積を表3-11に示します。粒剤や肥料などと異なり、散布(噴霧)量が少ないため補充が必要な面積が大きくなります。

表3-11 水稲作における液剤散布での散布可能な面積

機体名	散布(噴霧)量	液剤タンク容量	一度の補充で散布可能な面積 ^注
Agras T10, T10K		8L	100a
Agras T25, T25K	0.8L/10a	20L	250a
Agras T30, T30K		30L	375a

注 液剤タンク容量分の液剤量を補充した場合。

3) 散布経路

散布の開始地点は、散布幅5.0mの場合は、ほ場の角から散布幅の半分の縦2.5m×横2.5mの地点としてください(図3-25)。また、散布幅7.5mの場合は、ほ場の角から散布幅の半分の縦3.8m×横3.8mの地点としてください(図3-26)。

機体のプロペラが回転している状態では、オペレーターは20m、ナビゲーターは20m以上(それ以外の方は50m以上)の距離を機体から離れる必要があります。そのため、散布経路は枕地を先に散布し、機体から距離を確保しやすいようにします。図3-25の散布幅5.0mの場合は枕地を4行程(2往復)とし、図3-26の散布幅7.5mの場合は枕地を3行程(1往復半)としていますが、ほ場周辺の道路が広いなど距離を確保しやすい条件では枕地部分を減らし、ほ場周辺の道路が狭く距離を確保しにくい条件では枕地を増やすなど、散布するほ場に合わせて対応する必要があります。

散布幅が異なる場合は、直進部分(枕地以外の部分)の飛行行程の数が異なります。横幅30mのほ場では、図3-25の散布幅5.0mは6行程(3往復)、図3-26の散布幅7.5mは4行程(2往復)となります。

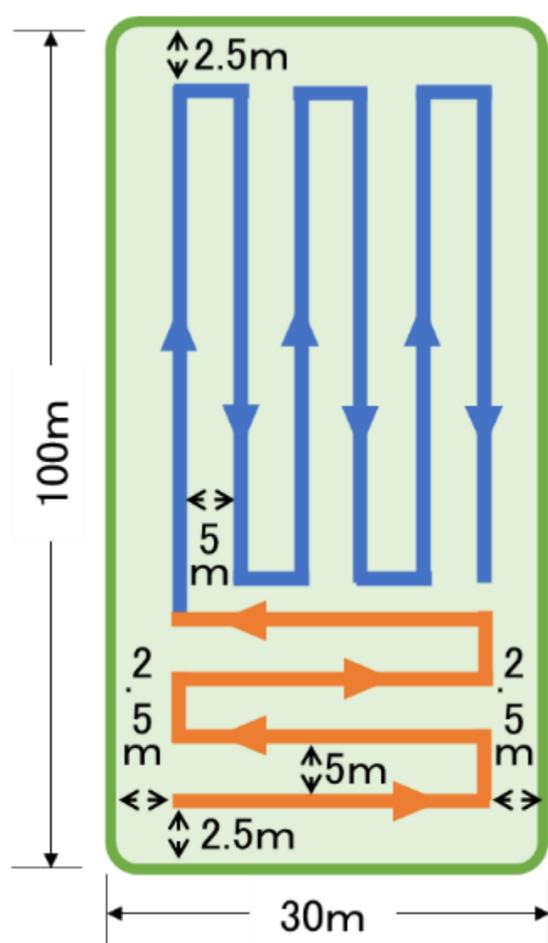


図3-25 散布幅5.0mでの散布経路の例

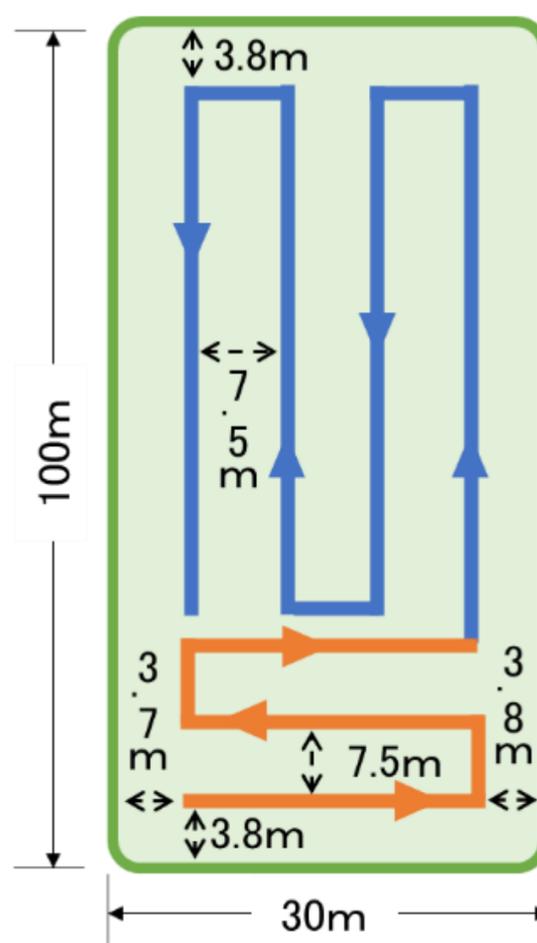


図3-26 散布幅7.5mでの散布経路の例

- | | |
|--|--|
| <p>注1 図のほ場の大きさは30a(長辺100m×短辺30m)。
 2 オレンジ矢印が枕地の散布経路。
 3 青矢印が直進部分の散布行程。</p> | <p>注1 図のほ場の大きさは30a(長辺100m×短辺30m)。
 2 オレンジ矢印が枕地の散布経路。
 3 青矢印が直進部分の散布行程。</p> |
|--|--|

4) 散布後の清掃

液剤はタンクに残らないように散布してください。散布後はタンクを外して水洗いした後に、タンクに水を補充して、地上で水を噴霧することでホースに通水し、ホース内を洗浄してください。

AgrasT10などは水で機体を清掃することも可能(表1-1, p5)です。ただし、機体の耐水性は時間や損耗により劣化することがあるため、注意してください。また、水で清掃する場合はバッテリーを必ず取り外してください。

5) 参考となる試験結果

散布時間(図3-27)

表3-10の条件による農業用ドローンでの散布に係る作業時間について、ほ場面積10aではAgras T10が2.8分、Agras T25が2.0分、Agras T30が2.0分となりました。また、いずれも対照の産業用無人ヘリ(タンク容量24L, 散布幅7.5m, 飛行速度20km/h)より、散布時間は長くなりました。

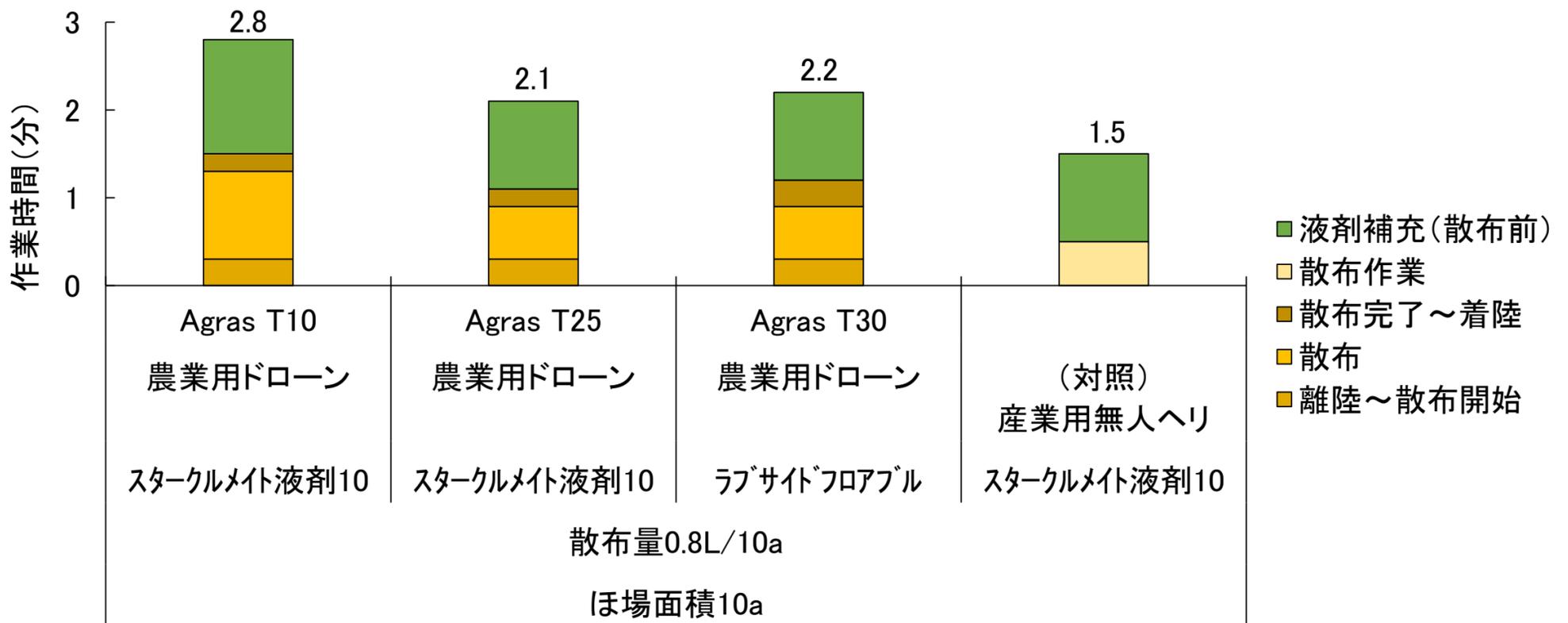


図3-27 農業用ドローンによる水稲作の液剤散布に係る作業時間

注1 ほ場面積1haは縦100×横100mを想定。

2 産業用無人ヘリ(Y社)はタンク容量24L, 散布幅7.5mのものを, 作業速度20.0km/h, 散布高度3.0mの条件で作業した。

3 液剤はAgrasT10のみ8L, それ以外は20Lの補充量とした。

4 作業人数は全て3名とした。

バッテリー消費率と実散布量(表3-12)

散布(噴霧)量0.8L/10aの場合, 10a当たりのバッテリー消費量はAgrasT10が10.5%で, バッテリー交換までの散布の目安は66.7aとなり, AgrasT25は4.8%で145.8a, Agras T30は5.6%で125.0aとなります。

表3-12 水稲作の液剤散布でのバッテリー消費率と実散布量

散布(噴霧)量	使用した機体	バッテリー消費率 (/10a)	バッテリー交換までの 散布面積 ^{注1}	散布(噴霧)量 ^{注2}	
				設定値	実測値
0.8L/10a	Agras T10	10.5%	66.7a		-
	Agras T25	4.8%	145.8a	0.8L/10a	0.8L/10a
	Agras T30	5.6%	125.0a		-

注1 バッテリーの交換の目安は30%以下。

2 散布(噴霧)量は流量キャリブレーションによる速度連動とした。

3 -はデータ欠測を示す。

(4) 稲わら分解資材散布

1) 散布時のシャッター開度の設定について

粒剤や肥料を散布するために流量キャリブレーションを行います(p22)。しかし、資材の比重や粒径により、流量キャリブレーションができない場合があります(p29で使用したワラ分解キングなど)。その際は、シャッター開度を固定して、散布する必要があります。

シャッター開度を確認するためには、散布する前に地上でシャッター開度ごとの散布量を確認してください。例えば、飛行速度15km/hで散布幅6.0mの条件だと、30秒間で750m²を散布することになり、散布量が現物10kg/10aの場合は750m²に7.5kgを散布する計算となります(表3-13)。そのため、30秒間で7.5kgが散布されるシャッター開度を確認する、ということになります。

30秒間の散布量は、以下の計算式から算出できます。

$$\text{30秒間での散布量(kg/30秒)} = \text{飛行速度(km/h)} \times \text{散布幅(m)} \times \text{現物の散布量(kg/10a)} \div 120$$

表3-13 飛行速度, 散布幅と散布量の関係

飛行速度	散布幅	30秒当たりの散布面積	現物の散布量が10kg/10aでの30秒当たりの散布量	現物の散布量が1kg/10aでの30秒当たりの散布量
20km/h	6.0m	1,000m ²	10kg	1kg
18km/h	6.0m	900m ²	9kg	0.9kg
15km/h	6.0m	750m ²	7.5kg	0.75kg

シャッター開度を確認する際は、流量キャリブレーション(p22)と同様に、インペラを外した状態で、ホッパー出口にポリ袋を被せるか、大型ボックスの上に機体をおいて、散布された粒剤や肥料を回収できるようにしてください(図3-28)。機体の散布設定で任意のシャッター開度を入力し、30秒を計測しながら飛行しない状態で散布し、散布された量を計量します。この量が上記の式で計算した量と同程度か確認します。

p29で使用したワラ分解キングでは、飛行速度15km/h、散布幅6.0m、現物の散布量10kg/10aの条件で散布する条件だと、シャッター開度20%で目標とする散布量(10kg/10a)となりました(図3-29)。



図3-28 シャッター開度の確認の様子

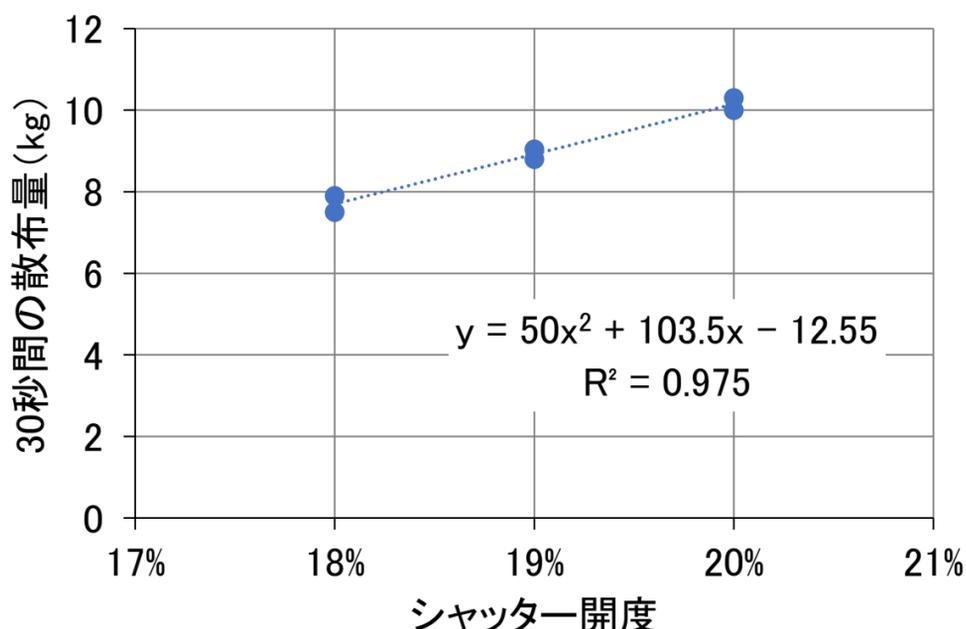


図3-29 AgrasT25, T50における稲わら分解資材(ワラ分解キング)とシャッター開度の関係

2) 散布時のドローンの設定

ワラ分解キングを10.0kg/10aの散布量で、Agras T25, Agras T50, T25Kを使用して散布した場合の機体設定を表3-14に示します。自己拡散型の一発処理除草剤を散布する場合とは異なり、ほ場全面に散布する必要があるため、散布経路は全面散布としてください。

表3-14 稲わら分解資材散布での機体設定

機体名	資材名	散布量	散布行程	飛行高度	飛行速度	シャッター開度	インペラ回転数	散布幅
Agras T25, Agras T50, T25K	ワラ分解キング	10.0kg/10a	全面散布	3.0m	15km/h	20%	1,000回転/分	6.0m

Agras T25, T25KまたはAgras T50により稲わら分解資材を散布した場合の、散布可能な面積を表3-15に示します。

表3-15 稲わら分解資材散布での散布可能な面積

機体	資材	散布量	一度の補充で散布可能な面積 ^注
Agras T25, T25K	ワラ分解キング	10.0kg/10a	20a
Agras T50			40a

注 資材の充填量はAgras T25, T25Kが20kg, Agras T50が40kgとした場合の条件。

3) 散布経路

散布経路は(2)追肥での散布経路と同様になるため、p23を確認してください。

4) 散布後の清掃について

散布後の清掃は(2)追肥での清掃と同様になるため、p24を確認してください。

5) 参考となる試験結果

散布時間(図3-30)

表3-13の条件によるAgras T25とAgras T50での稲わら分解資材散布に係る作業時間は、ほ場面積10aではAgras T25が2.2分、Agras T50が1.9分となりほぼ同程度でした。一方、散布面積30aでは、Agras T25が散布中の資材補充1回で6.1分、Agras T50が散布中の資材補充が発生せず4.2分となりました。

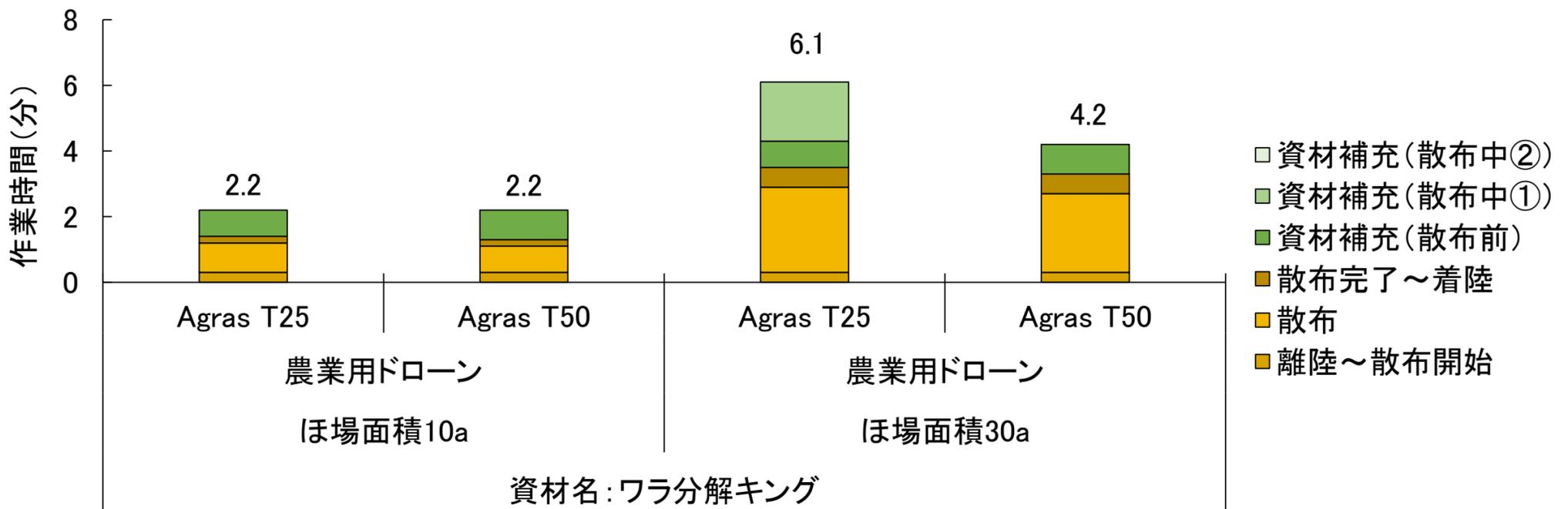


図3-30 農業用ドローンによる稲わら分解資材の散布に係る作業時間

- 注1 使用した資材はワラ分解キングで、散布量10.0kg/10aの設定とした。
 注2 ほ場面積10aは縦100×横10m, 30aは縦100×横30mを想定。
 注3 資材は20kgを1回の作業で補充した。
 注4 作業人数は全て3名とした。

バッテリー消費率, 実散布量など(表3-16)

Agras T25による散布では、10a当たりのバッテリー消費率は9.1%/10aで、バッテリー交換の目安は77aとなりました。散布量は10.0kg/10aの設定に対し、9.3kg/10aとなりました。

Agras T50による散布では、10a当たりのバッテリー消費率は9.8%/10a、バッテリー交換の目安は71aとなりました。散布量は10.0kg/10aの設置に対し、10.0kg/10aとなりました。

表3-16 稲わら分解資材の散布でのバッテリー消費率と実散布量

機体名	バッテリー消費率	バッテリー交換までの散布面積 ^{注1}	散布量 ^{注2}	
			設定値	実測値
Agras T25	9.1%/10a	77a	10.0kg/10a	9.3kg/10a
Agras T50	9.8%/10a	71a	10.0kg/10a	10.0kg/10a

- 注1 バッテリー交換の目安は30%以下。
 注2 シャッター開度は20%とした。



図3-31 Agras T50での稲わら分解資材の散布の様子

4 大豆作での農業用ドローンの活用方法

(1) 基肥

1) 流量キャリブレーション

Agras T10, T25, T50 やT10K, T25Kなどでは、粒剤や肥料を散布するためのテンプレートが使用できます。これは、粒剤や肥料を設定した重量を散布するために、速度に連動してシャッター開度を自動で調節する機能です。テンプレートに使用する粒剤や肥料がない場合は、流量キャリブレーションをすることでテンプレートを作成することができます。作成方法はp22を参考にし、粒剤散布装置に付属の説明書も確認するようにしてください。また、粒剤や肥料は資材ごとに比重が異なりますので、それぞれの資材ごとに流量キャリブレーションを行うことを推奨します。

2) 機体設定

Agras T25, Agras T50, T25Kにより、高度化成777(窒素含有率17%)を17.6kg/10a(3.0Nkg/10)の散布量とした場合の機体設定を表4-1に示します。自己拡散型の一発処理除草剤を散布する場合とは異なり、ほ場全面に散布する必要があるため、散布経路は全面散布としてください。

表4-1 大豆作における基肥散布での機体設定

機体	資材名	散布量		散布行程	飛行高度	飛行速度	シャッター開度	インペラ回転数	散布幅
		現物量	窒素量						
Agras T25, Agras T50, T25K	高度化成777	17.6kg/10a	3.0Nkg/10a	全面散布	3m	15km/h	速度連動 ^注	600回転/分	6.0m

注 流量キャリブレーションによるテンプレートにより、速度に連動しシャッター開度を自動で調節。

高度化成777(窒素含有率17%)を基肥として使用した場合の散布量と、AgrasT25とT25Kでの一度の補充で散布可能な面積を表4-1に示します。肥料は湿気を吸収して固まると、ホッパー出口から散布されない大きさとなってしまうことがあります。開封してから日数のたった肥料などを使用する場合は、塊がないか確認する必要があります。

表4-2 大豆作における基肥散布での散布可能な面積

機体	資材		散布量(/10a)		一度の補充で散布可能な面積 ^注
	資材名	窒素成分	現物量	窒素量換算	
Agras T25, T25K	高度化成777	17%	17.6kg/10a	3.0Nkg/10a	11a

注 資材の充填量は20kgとした場合の条件。

3) 散布経路

散布の開始地点は散布幅6.0mの場合は、ほ場の角から散布幅の半分の縦3.0m×横3.0mの地点としてください(図4-1)。

機体のプロペラが回転している状態では、オペレーターは20m、ナビゲーターは20m以上(それ以外の方は50m以上)の距離を機体から離れる必要があります。そのため、散布経路は枕地を先に散布し、機体から距離を確保しやすいようにします。図4-1では枕地を3行程(1往復半)としていますが、ほ場周辺の道路が広いなど距離を確保しやすい条件では枕地を2行程(1往復)とし、ほ場周辺の道路が狭く距離を確保しにくい条件では枕地を4行程(2往復)とするなど、散布するほ場に合わせて対応する必要があります。

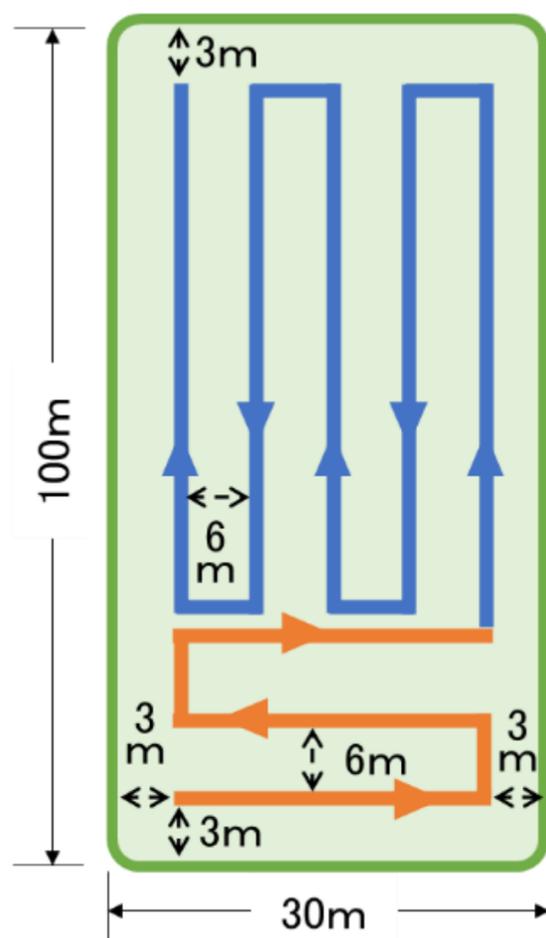


図4-1 散布幅6.0mでの散布経路の例

注1 図のほ場の大きさは 30a(長辺100m×短辺30m)。

2 オレンジの矢印が枕地の散布行程

4) 散布後の清掃について

散布後はタンクに残った肥料を取り除くようにしてください。また、肥料が粉状になりタンクから取り除けない場合や機体に付着した場合は、エアーコンプレッサーなどで除去してください。

AgrasT10などは水で機体を清掃することも可能(表1-1, p5)です。ただし、機体の耐水性は時間や損耗により劣化することがあるため、注意してください。また、水で清掃する場合はバッテリーを必ず取り外してください。

5) 参考となる試験結果

散布時間(図4-2)

高度化成777を表4-1の条件によりAgras T25での散布に係る作業時間は、ほ場面積10aでは3.2分で対照のブロードキャスター(ホッパー容量400L, 散布幅5.6m)よりも短いですが、ほ場面積30aでは10.6分で散布中に肥料補充を2回行うため、ブロードキャスターよりも長くなりました。

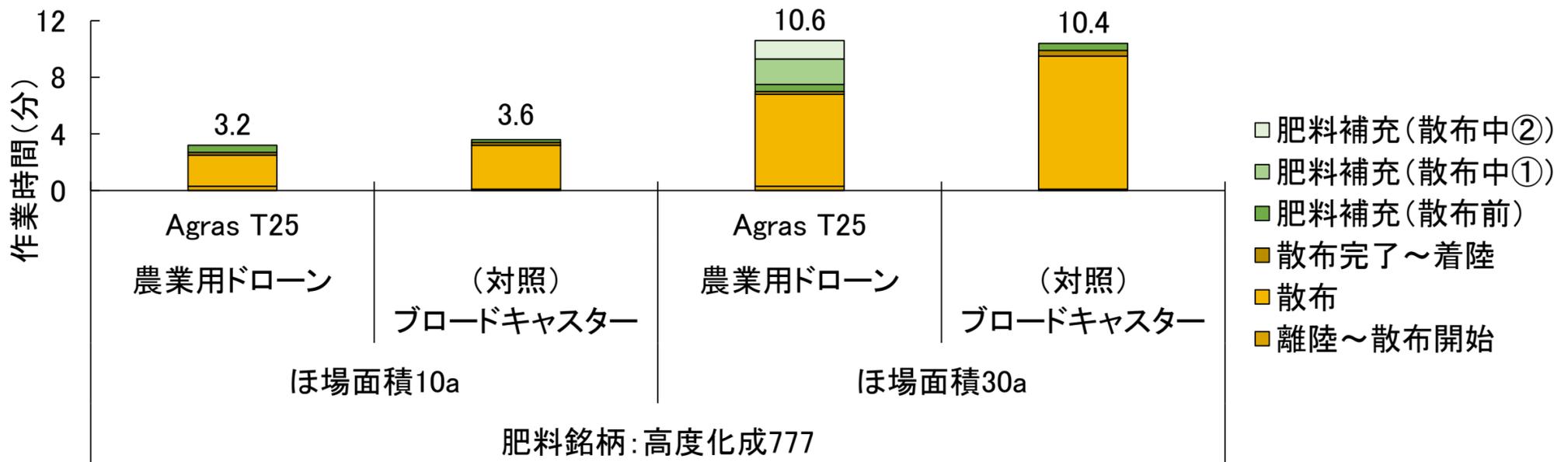


図4-2 農業用ドローンによる大豆作の基肥散布に係る作業時間

- 注1 使用した肥料は高度化成777で、施肥窒素量3.0Nkg/10a(現物17.6kg/10a)の設定とした。
- 注2 ほ場面積10aは縦100×横10m, 30aは縦100×横30mを想定
- 注3 対照のブロードキャスター(S社)はタンク容量400L, 散布幅5.6mのものを35psトラクタ(Y社)に装着し、作業速度6.0km/hの条件で作業した。
- 注4 肥料は20kgを1回の作業で補充した。ただし、ほ場面積30aのブロードキャスターは散布前の補充 60kgの1回とした。
- 注5 作業人数は全て3名とした。

バッテリー消費率と実散布量(表4-3)

10a当たりのバッテリー消費率は18.7%で、バッテリー交換までの散布面積は37aとなりました。散布量は3.0Nkg/10aの設定に対し、2.6Nkg/10aとなりました。

表4-3 大豆作の基肥散布でのバッテリー消費率と実散布量

使用した機体	バッテリー消費率 (/10a)	バッテリー交換までの 散布面積 ^{注1}	散布量 ^{注2}	
			設定値	実測値
Agras T25	18.7%	37a	3.0Nkg/10a	2.6Nkg/10a

- 注1 バッテリーの交換の目安は30%以下。
- 注2 シャッター開度は流量キャリブレーションによる速度連動とした。

(2) 病害虫防除

1) 流量キャリブレーション

Agras T10, T25, T50 やT10K, T25Kなどでは、液剤を散布する際に、速度に連動して、散布量を自動で調節する機能があります。この機能を使用するために、流量計のキャリブレーションを行います。液剤の流量キャリブレーションについては、水で希釈する液剤であれば、一度水で流量キャリブレーションを行うと、他の水で希釈する液剤でも同様の設定で利用できます。設定方法はp25を参考にし、ドローンの噴霧システムに付属の説明書も確認するようにしてください。また、①異なる粘度の液剤(フロアブル剤など)を使用する場合、②送信機で確認できる実際の散布量と面積から計算した散布量が15%以上異なる場合には、再度散布したい液剤で流量キャリブレーションを行ってください。

2) 機体設定

散布(噴霧)量0.8L/10aの液剤を散布する場合の機体ごとの設定を表4-4に示します。ほ場全面に散布する必要があるため、散布経路は全面散布としてください。また、Agras T10とこれ以外では飛行高度と散布幅が異なるため、注意してください。液滴サイズについてはAgras T25, Agras T50, T25Kで使用可能な機能です。190 μ mを基本とし、散布した際に噴霧液滴のサイズを確認して調整してください

表4-4 大豆作の液剤散布における散布量(噴霧)量0.8L/10aの機体ごとの設定値

機体	資材名	散布(噴霧)量	散布経路	飛行速度	飛行高度	散布幅	液滴サイズ
Agras T10, T10K	アディオン乳剤,				2.0m	5.0m	—
Agras T30, T30K	プレパゾンフロアブル5, スタークルメイト液剤10,	0.8L/10a ^{注1}	全面散布	18km/h	2.5m	7.5m	—
Agras T25, Agras T50, T25K	プランダム乳剤25, キラップフロアブルなど				2.5m	7.5m	190 μ m ^{注2}

注1 流量キャリブレーションにより、散布(噴霧)量は飛行速度に連動し、自動で調節される。

2 液滴サイズは190 μ mを基本とし、実際の噴霧液滴のサイズを確認して調整する。

散布(噴霧)量1.6 L/10aの液剤を散布する場合の機体ごとの設定を表4-5に示します。基本的に、散布(噴霧)量0.8L/10a(表4-4)と同様の設定とし、散布(噴霧)量のみ変更します。

表4-5 大豆作の液剤散布における散布量(噴霧)量1.6L/10aの機体ごとの設定値

機体	資材名	散布(噴霧)量	散布経路	飛行速度	飛行高度	散布幅	液滴サイズ
Agras T10, T10K					2.0m	5.0m	—
Agras T30, T30K	サンカラー	1.6L/10a ^{注1}	全面散布	18km/h	2.5m	7.5m	—
Agras T25, Agras T50, T25K					2.5m	7.5m	190 μ m ^{注2}

注1 流量キャリブレーションにより、散布(噴霧)量は飛行速度に連動し、自動で調節される。

2 液滴サイズは190 μ mを基本とし、実際の噴霧液滴のサイズを確認して調整する。

散布(噴霧)量0.8L/10aもしくは1.6L/10aについて、機体ごとに一度の補充で散布可能な面積を表4-6に示します。肥料などと異なり、散布量が少ないため、散布可能な面積が大きくなります。

表4-6 大豆作の液剤散布で散布可能な面積

機体名	散布量	液剤タンク容量	一度の補充で散布可能な面積 ^注
Agras T10, T10K	0.8L/10a	8L	100a
Agras T25, T25K		20L	250a
Agras T30, T30K		30L	375a
Agras T10, T10K	1.6L/10a	8L	50a
Agras T25, T25K		20L	125a
Agras T30, T30K		30L	187a

注 液剤タンク容量分の液剤量を充填した場合。

3) 散布経路

散布の開始地点は、散布幅5.0mの場合は、ほ場の角から散布幅の半分の縦2.5m×横2.5mの地点としてください(図4-3)。散布幅7.5mの場合は、ほ場の角から散布幅の半分の縦3.8m×横3.8mの地点としてください(図4-4)。

機体のプロペラが回転している状態では、オペレーターは20m、ナビゲーターは20m以上(それ以外の方は50m以上)の距離を機体から離れる必要があります。そのため、散布経路は枕地を先に散布し、機体から距離を確保しやすいようにします。図4-3の散布幅5.0mの場合は枕地を4行程(2往復)とし、図4-4の散布幅7.5mの場合は枕地を3行程(1往復半)としています。ほ場周辺の道路が広いなど距離を確保しやすい条件では枕地部分を減らし、ほ場周辺の道路が狭く距離を確保しにくい条件では枕地を増やすなど、散布したほ場に合わせて対応する必要があります。

散布幅が異なる場合は、ほ場の飛行行程の数異なります。横幅30mのほ場では、図4-3の散布幅5.0mは6行程(3往復)、図4-4の散布幅7.5mは4行程(2往復)となります。

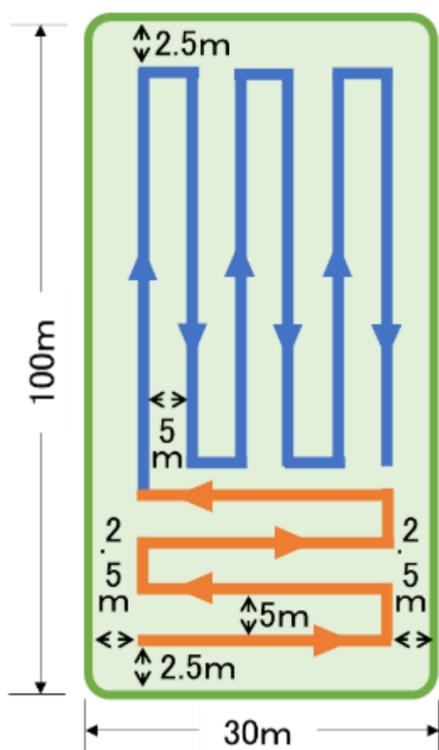


図4-3 散布幅5.0mでの散布経路の例

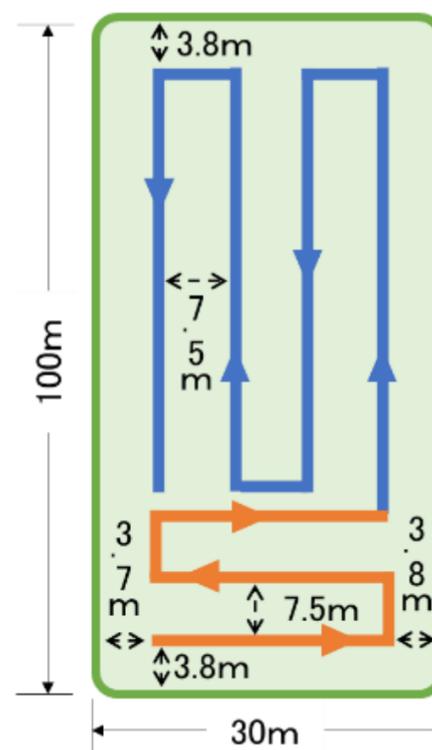


図4-4 散布幅7.5mでの散布経路の例

注1 図のほ場の大きさは 30a(長辺100m×短辺30m)
2 オレンジの矢印が枕地の散布行程

注1 図のほ場の大きさは 30a(長辺100m×短辺30m)
2 オレンジの矢印が枕地の散布行程

4) 散布後の清掃

液剤がタンクに残らないように散布してください。散布後はタンクを外して水洗いした後に、タンクに水を補充して、地上で水を噴霧することでホースに通水し、ホース内を洗浄してください。

Agras T10などは水で機体を清掃することも可能(表1-1, p5)です。ただし、機体の耐水性は時間や損耗により劣化することがあるため、注意してください。また、水で清掃する場合はバッテリーを必ず取り外してください。

5) 参考となる試験結果

散布時間(図4-5)

液剤を表4-4の条件により, Agras T10, T25, T30で散布した場合の作業時間は, 散布量0.8L/10aでは散布幅が同じ7.5mのAgras T30とAgras T25が2.0分/10aで, 散布幅が5.0mのAgras T10では2.8分/10aでした。また, 対照の産業用無人ヘリコプターは1.5分/10aでした。

表4-5の条件により, 散布量1.6L/10aをAgras T30で散布した場合の作業時間は2.1分/10aで, 0.8L/10aとほぼ同じでした。

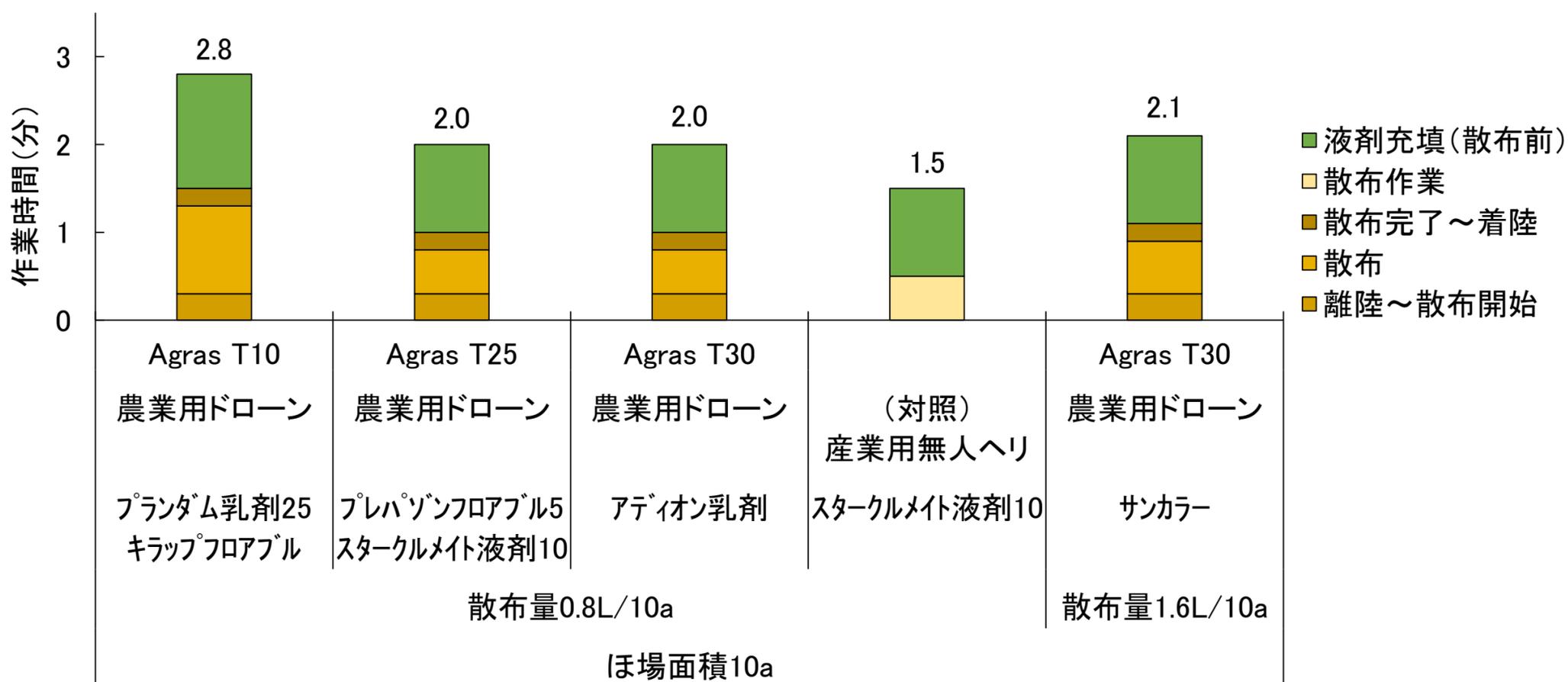


図4-5 農業用ドローンによる大豆作の液剤散布に係る作業時間

注1 ほ場面積10aは縦100×横10mを想定。

注2 産業用無人ヘリ(Y社)はタンク容量24L, 散布幅7.5mのものを, 作業速度20.0km/h, 散布高度3.0mの条件で作業した。

注3 液剤はAgras T10のみ8L, それ以外は20Lの補充量とした。

注4 作業人数は全て3名とした。

バッテリー消費率と実散布量(表4-3)

散布(噴霧)量0.8L/10aの場合, 10a当たりのバッテリー消費量はAgrasT10が13.1%でバッテリー交換までの散布面積は53.4aとなり, AgrasT30・T25は4.1%で, 170.7aとなりました。散布(噴霧)量1.6L/10aの場合, 10a当たりのバッテリー消費量はAgrasT30が6.0%で, バッテリー交換までの散布面積は116.7aとなりました。散布(噴霧)量は設定値どおりでした。

表4-7 大豆作の液剤散布でのバッテリー消費率,と実散布量等

散布(噴霧)量	使用した機体	バッテリー消費率 (/10a)	バッテリー交換までの 散布面積 ^{注1}	散布(噴霧)量 ^{注2}	
				設定値	実測値
0.8L/10a	Agras T10	13.1%	53.4a		0.8L/10a
	Agras T25	4.1%	170.7a	0.8L/10a	0.8L/10a
	Agras T30	4.1%	170.7a		0.8L/10a
1.6L/10a	Agras T30	6.0%	116.7a	1.6L/10a	1.6L/10a

注1 バッテリーの交換の目安は30%以下。

2 散布(噴霧)量は流量キャリブレーションによる速度連動とした。



図4-6 Agras T25での液剤散布の様子

5 導入に適した散布面積の試算

(1) 水稲作における損益分岐点面積

水稲作において、農業用ドローンを「一発処理除草剤(「豆つぶ剤」)の散布、穂もち防除、カメムシ防除の3種の作業に使用した」という条件で、損益分岐点面積(ha/年)を試算しました(図5-1)。ここでの損益分岐点面積は、外部委託するよりも、自らドローンを購入して散布した方が機械利用費が安くなる年間当たりの散布面積を示します。

損益分岐点面積は、Agras T10, T10Kは10.2ha/年、Agras T25, T25Kは15.3ha/年となります。これらの面積が農業用ドローンを水稲作で利用する場合の導入の目安になります。また、試算に用いた3種の作業以外でも利用することで、より損益分岐点面積を小さくすることができます。

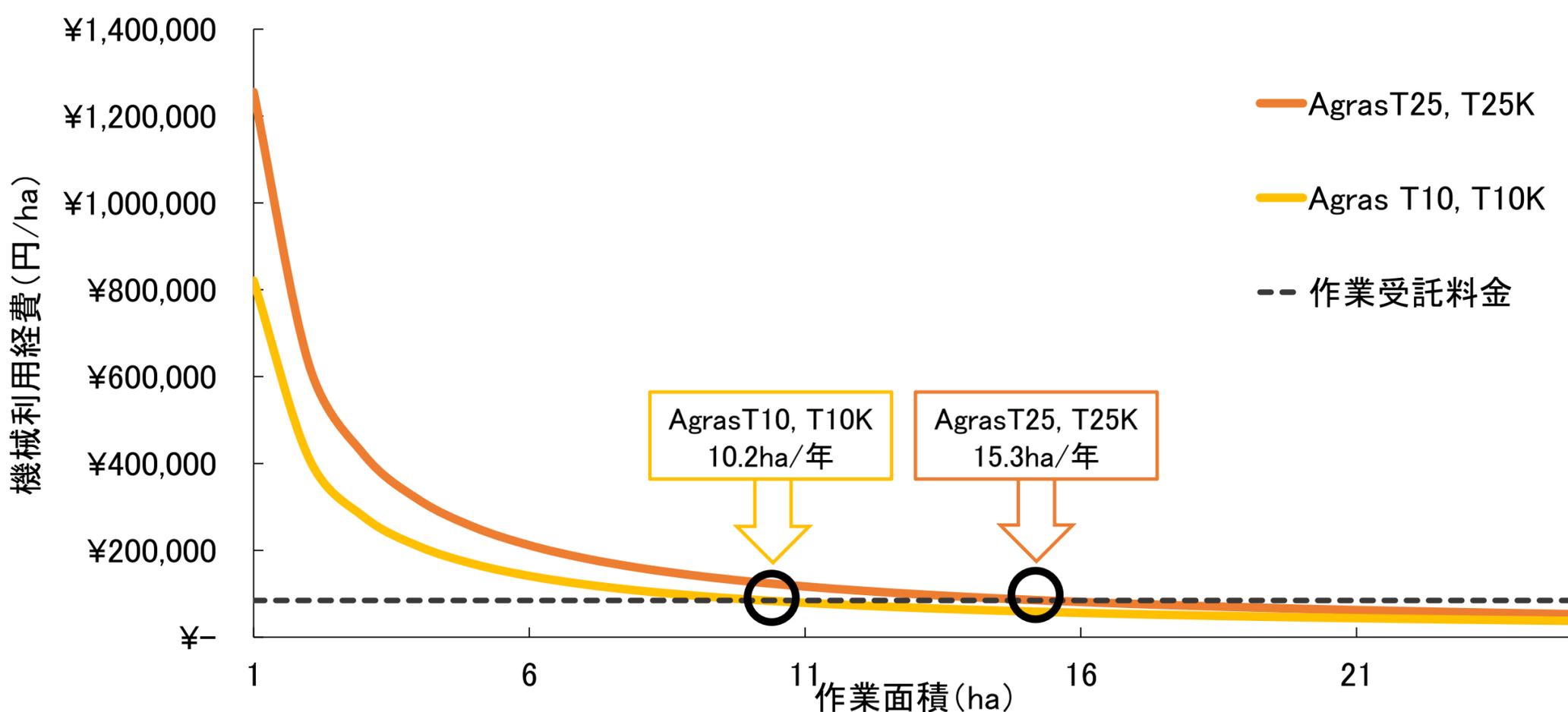


図5-1 利用面積と機械利用経費の関係性

- 注1 ドローンの本体一式は本体(液剤散布装置付き)1台, 本体用バッテリー6本, バッテリー充電器1個, 粒剤散布装置1個, 液剤散布用予備タンク1個, 送信機用バッテリー2個を購入したと想定。
- 2 ドローンの耐用年数は5年とし, 年間固定比率の内訳は原価償却費20%, 修理費5%, 資本利子4%とした。
- 3 バッテリー充電単価はバッテリー容量から推定される充電時間を, 電気料金の単価を31円/kwh(全国家庭電気整品公正取引協議会 令和4年度 事業報告の目安単価より)として試算した。
- 4 労費は「令和5年 農作業料金・農業労賃に関する調査結果((一社)青森県農業会議)」より, オペレータ賃金のコンバインを時給換算した1,173円を1名, 農業臨時雇賃金の1日当たりの実勢賃金の男性農作業一般のうち一般・軽作業を時給換算した884円を2名の計2,941円/時間とした。
- 5 作業請負料金は「令和5年 農作業料金・農業労賃に関する調査結果((一社)青森県農業会議)」の水稲作一般作業受託料金水準の防除(個人)の県平均の10a当たりをha換算した。
- 6 ドローンの年間固定費に教習料金は含まれない。また, 変動費に薬剤の購入費は含まれない。

(2) 水稲作における最大作業可能面積

水稲作において、農業用ドローンで一発処理除草剤(「豆つぶ剤」)の散布、穂いもち防除、カメムシ類防除の3種について、散布できる年間の最大の面積を、最大作業可能面積(ha/年)として試算しました(図5-2)。

作業日数は、一発処理除草剤(「豆つぶ剤」)が田植え翌日から7日間のうち、降雨などを考慮し、散布可能日を5日間として水田1筆につき1回散布、穂いもち防除は県内の出穂状況より出穂直前から穂揃期の8日間のうち6日間を散布可能日として水田1筆につき2回散布、カメムシ類は穂揃期から穂揃7日後の8日間のうち6日間を散布可能日として水田1筆につき2回散布としました。

Agras T10, T10Kの最大作業可能面積は、一発処理除草剤(「豆つぶ剤」)の散布が385.0ha/年、穂いもち防除とカメムシ類防除が52.5ha/年の試算となりました。Agras T25, T25Kは一発処理除草剤(「豆つぶ剤」)の散布が385.0ha/年、穂いもち防除とカメムシ類防除が96.3ha/年の試算となりました。

Agras T10, T10KとAgras T25, T25Kでは一発処理除草剤(「豆つぶ剤」)の作業能率が同様のため、最大作業可能面積も同じになります。しかし、穂いもち防除、カメムシ類防除で液剤を散布する場合は、散布幅が広く散布能率が高いAgras T25, T25Kで最大作業可能面積が大きくなりました。

豆つぶ剤や穂いもち防除、カメムシ類防除に用いる農薬は、使用時期などが異なります。各農薬の登録情報やラベルに記載されている内容を確認し、農薬登録の範囲内で散布するように計画してください。

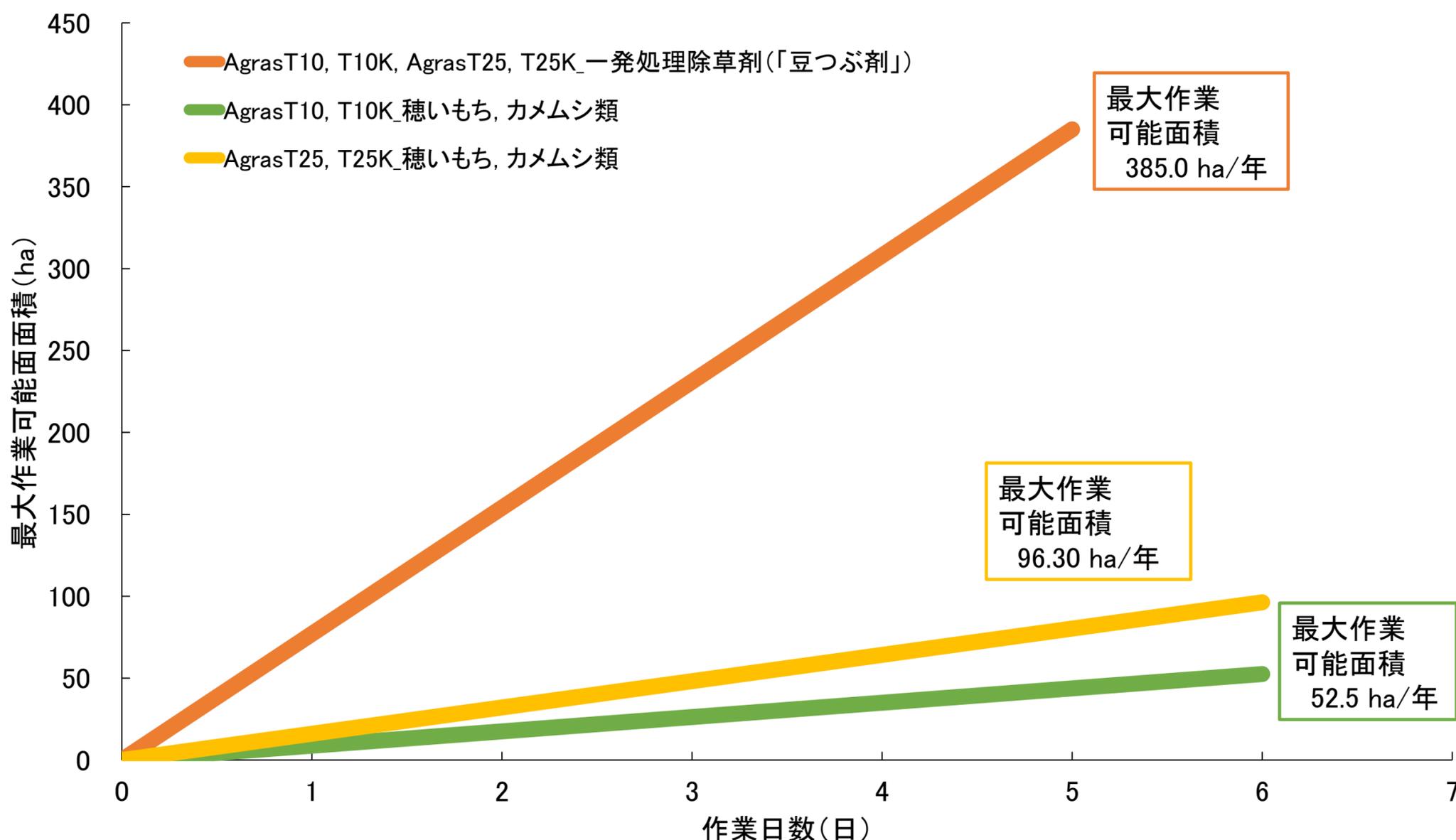


図5-2 作業日数と散布面積の関係性

注1 ドローンの作業効率は離陸から散布開始地点までの飛行時間、散布完了から着陸までの飛行時間、資材補充時間、バッテリー交換時間の実測値から算出した。

注2 作業期間は一発処理剤散布は県内の田植進ちよくから、穂いもち防除とカメムシ類防除は県内の出穂状況から推定した作業適期に各2回行うものとし、降水量の平年値より10mm以上の降雨があった日及び休日1日を散布不可とした。

(3) 水稲作における損益分岐点面積と最大作業可能面積の関係

損益分岐点面積(p38)と最大作業可能面積(p39)で示した数値の試算表を表5-1に示します。

ドローンによる一発処理除草剤(豆つぶ剤)の散布, 穂いもち防除, カメムシ類防除ではAgras T10, T10K及びAgras T25, T25Kともに損益分岐点面積より最大作業可能面積が大きい試算となりました。このことから、ドローンは各種作業で作業すべき面積(損益分岐点面積)を上回る能力(最大作業可能面積)があることが示されました。

表5-1 経営試算

栽培方法		水稲移植栽培						
機体名		Agras T10, T10K			Agras T25, T25K			
搭載量		液剤8L, 粒剤10kg			液剤20L, 粒剤20kg			
作業名		一発処理 除草剤 (豆つぶ剤)	穂いもち	カメムシ類	一発処理 除草剤 (豆つぶ剤)	穂いもち	カメムシ類	
散布経路		片道散布	全面散布	全面散布	片道散布	全面散布	全面散布	
散布(噴霧)量(/10a)		250g	0.8L	0.8L	250g	0.8L	0.8L	
最大作業可能面積	作業能率	h/ha	0.05	0.22	0.22	0.05	0.12	0.12
	作業回数	回	1	2	2	1	2	2
	作業時間	h/ha	0.05	0.44	0.44	0.05	0.24	0.24
	1日の実作業時間	h/日	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
	作業期間(始)	月日	5/26	7/30	8/8	5/26	7/30	8/8
	作業期間(終)	月日	6/2	8/7	8/16	6/2	8/7	8/16
	作業可能日数率	%	73	73	73	73	73	73
	作業可能日数	日	5	6	6	5	6	6
	作業可能時間	h	19	23	23	19	23	23
	最大作業可能面積(①)		ha	385.0	52.5	52.5	385.0	96.3
損益分岐点面積	小売価格	本体一式	千円	2,091			3,603	
		総合保障	千円	121			121	
		点検料他	千円	86			86	
	固定費	固定比率	%	29.0			29.0	
		固定費	千円	816			1,045	
		計	千円	816			1,253	
	変動費	バッテリー充電単価	円/個	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
		バッテリー使用数	個/ha	0.2	1.5	1.5	0.2	0.7
		バッテリー使用費	円/ha	0.4	2.4	2.4	0.4	1.5
		労賃	円/h	2,941	2,057	2,057	2,941	2,941
	小計	円/ha	267	2,355	2,355	267	1,284	
	合計	円/ha	4,978			2,835		
作業請負料金	小計	円/ha	16,920	33,840	33,840	16,920	33,840	
	計	円/ha	84,600			84,600		
損益分岐点面積(②)		ha	10.2			15.3		
①-②		ha	374.8	42.3	42.3	369.7	81.0	81.0
備考	1 作業能率は資材の補充, 離陸~散布開始, 散布, 散布完了~着陸までの合計の作業時間から算出した。 2 作業期間は一発処理剤散布は県内の田植進ちょくから, 穂いもち防除とカメムシ類防除は各2回行うものとし, 作業期間は県内の出穂状況から推定した。 3 ドローンの本体一式は本体(液剤散布装置付き)1台, 本体用バッテリー6本, バッテリー充電器1個, 粒剤散布装置1個, 液剤散布用予備タンク1個, 送信機用バッテリー2個を購入したと想定。 4 ドローンの耐用年数は5年とし, 年間固定比率の内訳は原価償却費20%, 修理費5%, 資本利子4%で試算。 5 バッテリー充電単価はバッテリー容量から推定される充電時間を, 電気料金の単価を31円/kwh(全国家庭電気整品公正取引協議会 令和4年度事業報告の目安単価より)して試算した。 6 労賃は「令和5年 農作業料金・農業労賃に関する調査結果((一社)青森県農業会議)」より, オペレータ賃金のコンバインを, 農業臨時雇賃金の1日当たりの実勢賃金の男性農作業一般のうち一般・軽作業を時給換算した884円を2名とした計2,941円/時間とした。 7 作業請負料金は「令和5年 農作業料金・農業労賃に関する調査結果((一社)青森県農業会議)」の水稲作一般作業受託料金水準の防除(個人)の県平均の10a当たりをha換算した。 8 ドローンの年間固定費に教習料金は含まれない。また, 変動費に薬剤の購入費は含まれない。							

現在, 大型ドローンであるAgras T50で水稲作の他, 大豆作や小麦作で試験を進めています。

この大型ドローンに加え, 今回の経営試算に用いていない作業についても, 経営評価を進めています。

経営評価がまとまりましたら, 本マニュアルにて公表する予定です。

本資料の無断転載を禁止します。使用の際は以下に、お問い合わせください。

問合せ先：地方独立行政法人青森県産業技術センター農林総合研究所スマート農業推進室

電 話：（代表）0172-52-4346

（直通）0172-40-4525

F A X：0172-40-4161

住 所：〒036-0522 青森県黒石市田中82-9

E-mail：nou_souken@aomori-itc.or.jp