青森産技 あおもりの未来 技術でサポート

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.2.1



令和8年8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，水稲作，大豆作，小麦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稲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，水稲作は一発処理除草剤に加え，基肥，追肥，病害虫防除,ケイ酸質資材散布，稲わら分解資材の散布について，大豆作は基肥や土壌処理除草剤、病害虫防除について，小麦作は追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。

注意：農薬を使用する場合は、必ず最新の農薬登録内容を確認して使用者の責任のもとに使用すること。

「農薬情報」（https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_info/）

「農薬登録情報提供システム」（ https://pesticide.maff.go.jp/ ）

また、短期暴露評価の導入により使用方法が変更された農薬は、登録内容の変更前であっても、変更後の使用方法で使用すること。

〇Ver.2.0からの変更点

数値や文章について精査し，一部修正を行いましたので、Ver2.1をご参照ください。

目次

１　農業用ドローンで散布するために　・・・

（３）基肥
１）流量キャリブレーション　・・・

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　・・・

６　導入に適した散布面積の試算
（１）水稲作
１）損益分岐点面積　・・・

目次に戻る

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になります。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（飛行中に農薬や肥料などを地上に落とす行為）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/gaicyu/g_kouku_zigyo/attach/pdf/muzinkoukuuki-2.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。

目次に戻る

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。本マニュアルの内容は、これらのドローンを元に作成しています。このうち, R8年３月現在で製造販売されている機体はAgras T10, Agras T25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	製造販売（R8.3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	○	○	○	終了

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

令和7年秋に, Agras T50より大型のタンク（液剤70L, 粒剤70kgまで）を有するAgras T70P（DJI社製）が発売されました。令和8年度に機体設定や作業時間などを試験する予定です。

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の書き込みを行います。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。

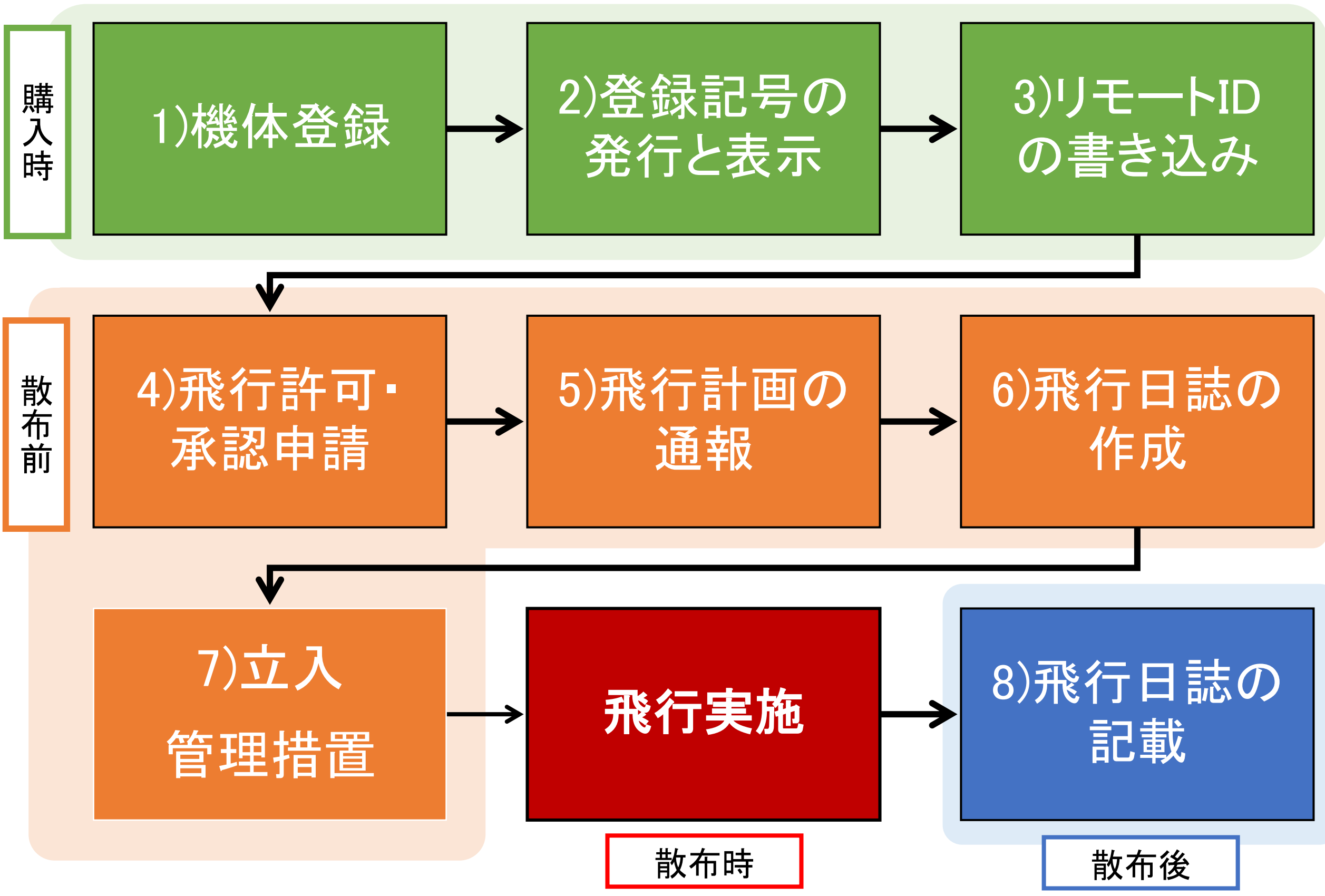


図2-1　無人航空機を使用した空中散布を行うために必要な手続きの流れ

（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。

目次に戻る

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等などを記載し，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を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。

〇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ポータブルサイト（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8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㈱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
(クミアイ化学工業㈱提供)

「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。

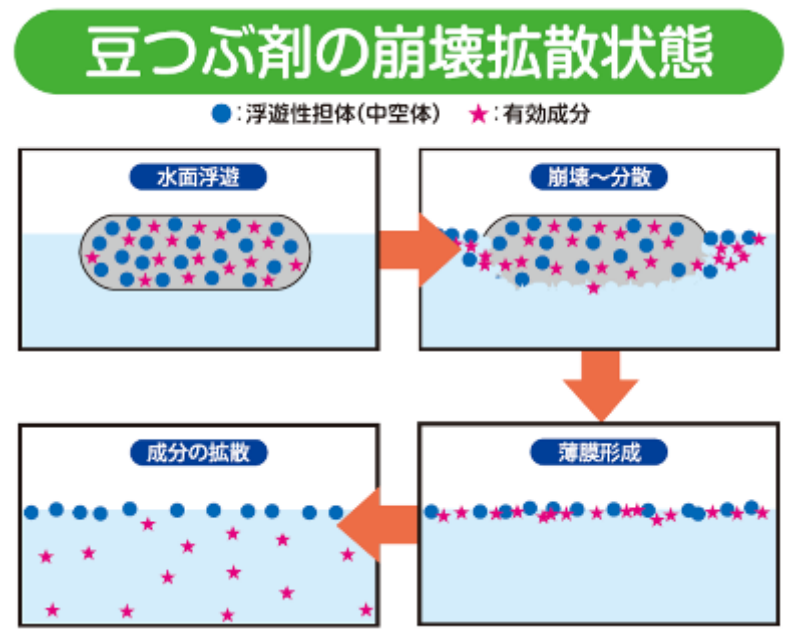


図3-2 「豆つぶ剤」の成分の
拡散の仕組み
(クミアイ化学工業㈱提供)

「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。

目次に戻る

①「豆つぶ剤」の充填

「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」を充填します。

② 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（p15の図3-3，4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3-1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。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。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3-1 「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100m÷3＝33.333…≒30m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 ）。

農業用ドローンAgras T20，T20K，Agras MG1-S advancedでの機体設定方法については，「令和3年度　普及する技術・指導参考資料（青森県）」に記載しております。下記のリンク先よりご確認ください。

https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/nourin/nosui/hukyuugijutu.html

③　散布幅と散布経路

目次に戻る

散布幅は散布経路で設定値を変えます（表3-1）。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（30m÷３＝10m），短辺50mの水田（例：長辺100m×短辺50m，50a）では散布幅16m（50m÷３＝16.666…≒16m），短辺100mの水田（例：長辺100m×短辺100m，1ha）では散布幅30m（100m÷３＝33.333…≒30m）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3-3）。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3-4）。

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。

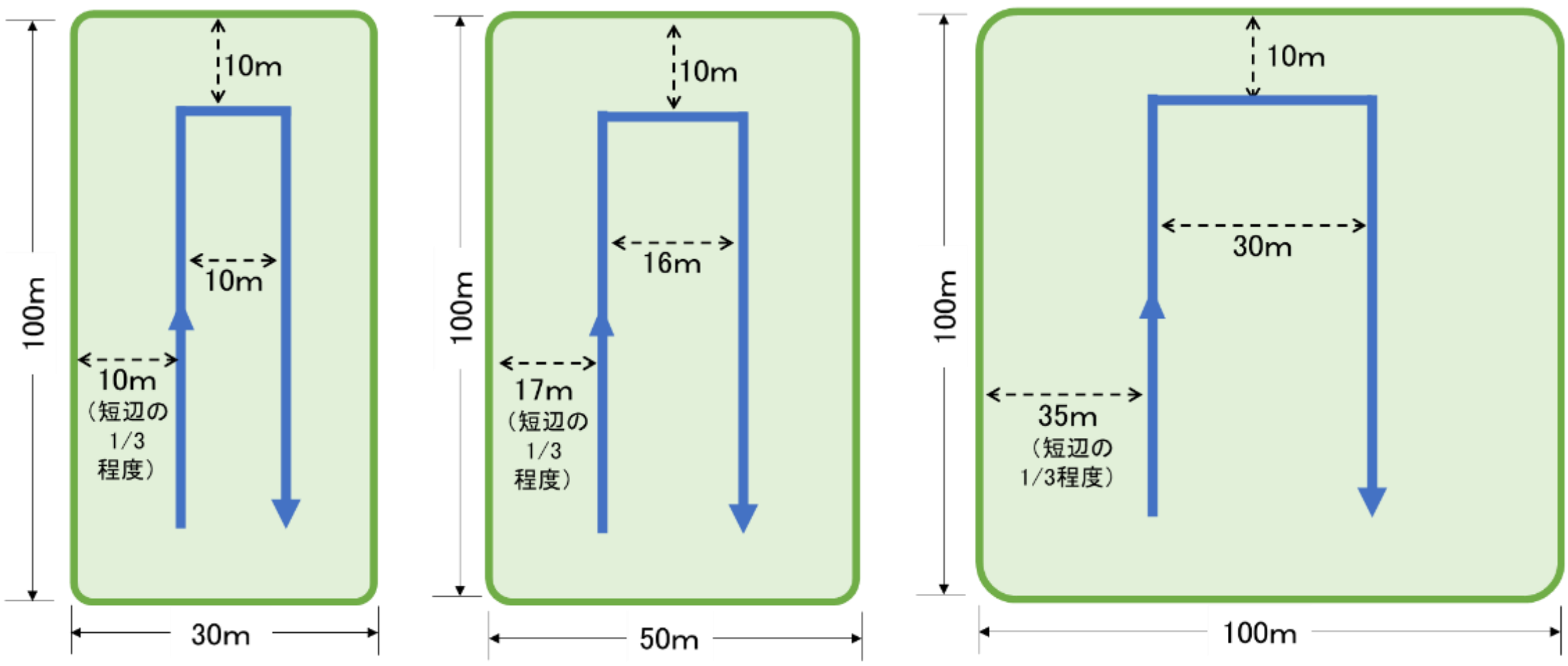


図3-3 「豆つぶ剤」散布における往復散布での散布経路の例
左：30a（長辺100m×短辺30m），中：50a（長辺100m×短辺50m），右：1ha（長辺100m×100m）

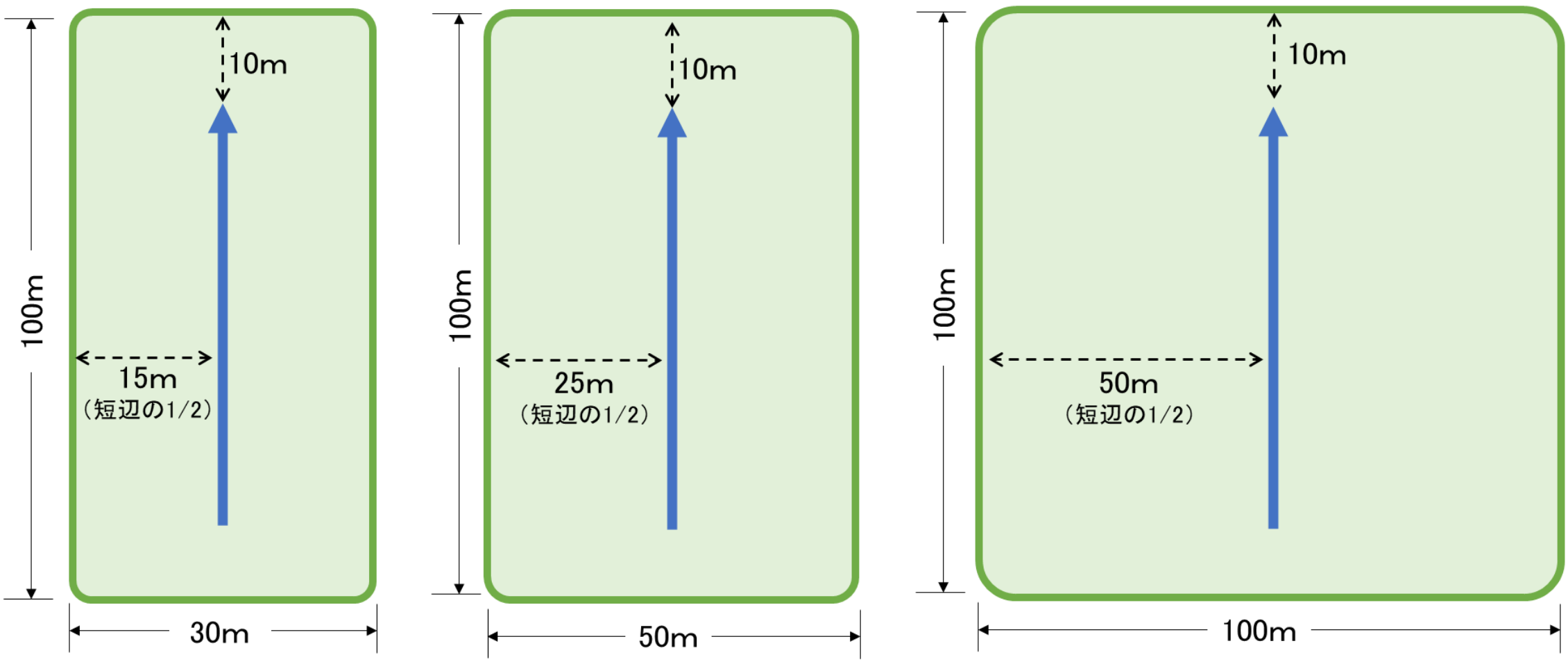


図3-4 「豆つぶ剤」散布における片道散布での散布経路の例
左：30a（長辺100m×短辺30m），中：50a（長辺100m×短辺50m），右：1ha（長辺100m×100m）

④　薬剤タンクに「豆つぶ剤」が残った場合

目次に戻る

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3-5）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もあります。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3-5　散布器具の例（釣り用のひしゃく）

⑤　散布後の清掃

散布後に農業用ドローンの薬剤タンクに粉砕された「豆つぶ剤」が残ることがあります（図3-6）。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るため，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3-6 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

⑥　参考となる試験結果（R6.3更新）

散布時間（図3-7, 8）

「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/haを要します。

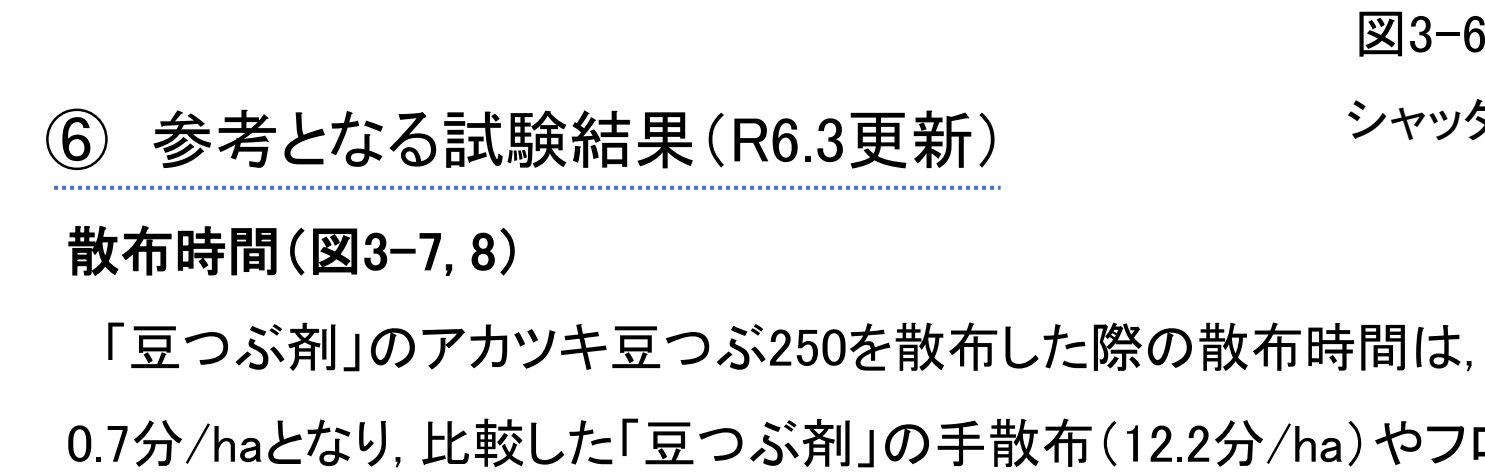


図3-7　農業用ドローンによる「豆つぶ剤」の散布時間

注1　使用したドローンはAgras T10。
2　「豆つぶ剤」の手散布はひしゃく（図3-5）による畦畔からの投込み散布を作業者3名それぞれが行った平均値。
3　フロアブル剤の手散布は畦畔と水田内で作業者1名が行った値。

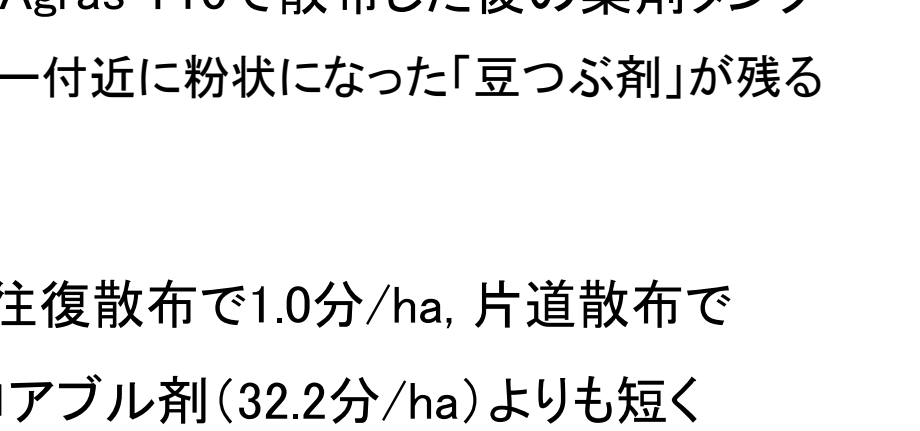


図3-8　Agras T10での
「豆つぶ剤」の散布の様子

目次に戻る

バッテリー消費率（表3-2）

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。バッテリー交換までの散布面積は、片道散布が3.5ha、往復散布が3.9haです。

表3-2 「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）[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]
往復散布	19.5%	3.5ha
片道散布	17.7%	3.9ha

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
2　バッテリーの交換の目安は30%以下。

成分の拡散性（図3-9）

「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3-1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。

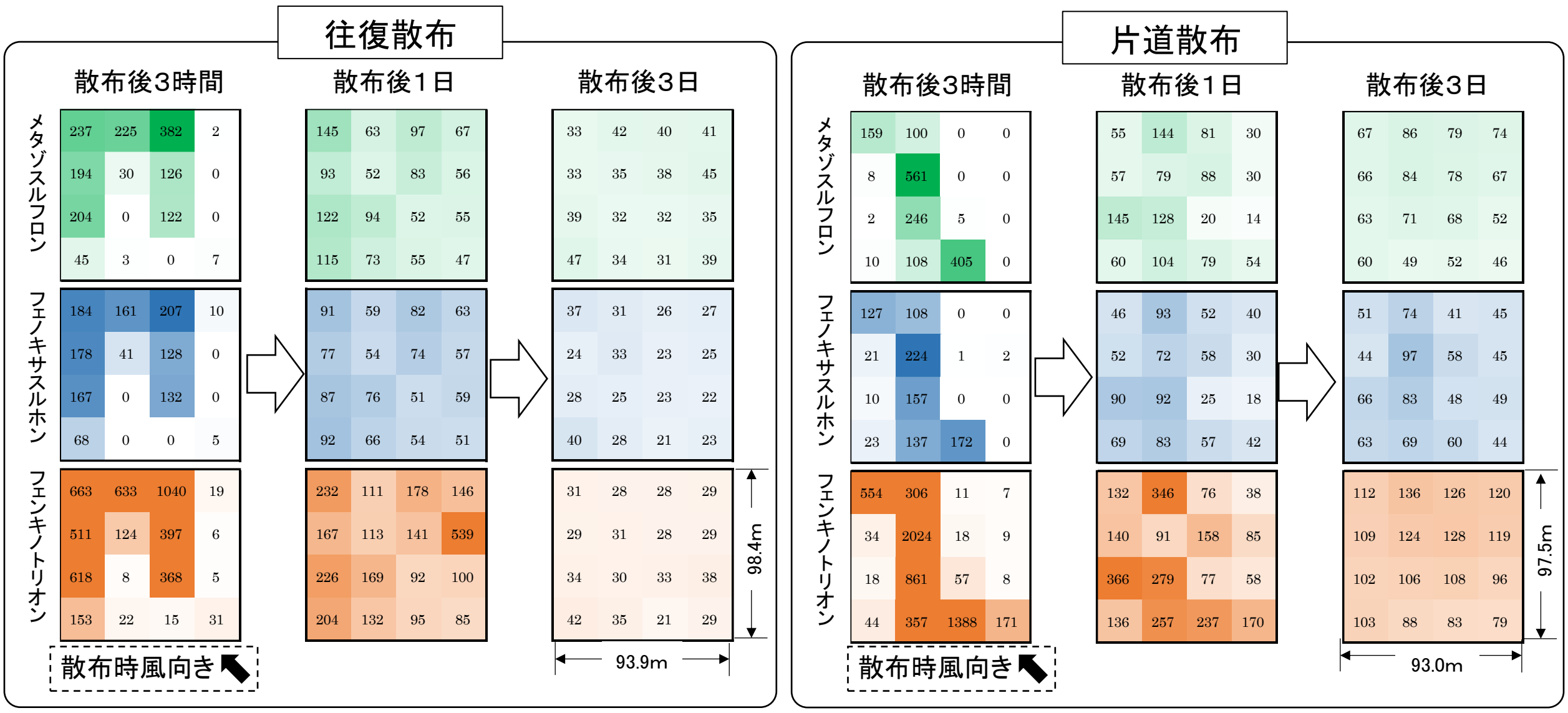


図3-9　往復散布と片道散布における有効成分の拡散性
注　図中の数字は各成分の田面水中の濃度（ppb）を示す。

目次に戻る

除草効果と水稲への安全性（表3-3）

p17で成分の拡散性（図3-9）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3-10, 11）。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3-3　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　移植後53日の水田内5地点（0.25㎡/地点）の散布区及び無散布区の雑草を抜取り，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3-10　往復散布の雑草の発生状況
左：散布区，右：無散布区，撮影日：移植後53日



図3-11　片道散布の雑草の発生状況
左：散布区，右：無散布区，撮影日：移植後53日

2）「FG剤」について

「FG剤」は協友アグリ㈱が開発した粒状の農薬で，1キロ粒剤(粒径:1.0～1.2mm，粒長:1.0～1.7mm)よりも大きい剤型です。（図3-12）。

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。

「豆つぶ剤」（p13)と同様，自己拡散性を有することから均一に散布する必要がありません。



図3-12　1キロ粒剤とFG剤の形状
（協友アグリ㈱提供）

現在，協友アグリ㈱から発売されている「FG剤」の水稲用一発処理除草剤の散布重量は200g～400g/10aで，１キロ粒剤やフロアブル剤よりも省力的に散布できます。

「FG剤」の水稲用一発処理除草剤を使用する際の注意点は，「豆つぶ剤」（p13)と同様です。

①　「FG剤」の充填

「FG剤」も「豆つぶ剤」と同様，農薬登録どおりに散布する必要があります。水田の面積から農薬登録における散布量を計算し，散布する水田ごとに「FG剤」を充填します。

②　機体の設定方法

Agras T10などは，散布経路を片道散布とする（図3-4，p15を参照）ことが可能です。

散布幅は，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 「FG剤」散布における散布経路ごとの機体設定値

散布重量	飛行速度	シャッター開度	インペラ回転数	散布幅	散布経路
200g/10a	15km/h	50%	300回転/分	（10m以下）	片道散布
400g/10a	〃	70%	〃	〃	〃

③　散布幅と散布経路

散布経路は「豆つぶ剤」での片道散布と同様になるため，p15を確認してください。

④　薬剤タンクに「FG剤」が残った場合

目次に戻る

農業用ドローンで「FG剤」を散布した際，想定した散布経路を飛行しても「FG剤」がタンクに残ることがあります。その場合は，タンクに残った「FG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3−5，p16）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もあります。「FG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。

⑤　散布後の清掃

散布後に農業用ドローンの薬剤タンクに「FG剤」が残ることがあるため，散布終了後に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3−13）。



図3−13 Agras T25で散布した後の薬剤タンク

シャッター付近に「FG剤」が残る
※写真はセンメツZ200FG散布後の様子

⑥　参考となる試験結果（R8.3更新）

散布時間（図3−14，15）

「FG剤」を散布した際の散布時間は，センメツZ200FG（散布重量200g/10a）で0.4分/ha，アッパレZ400FG（散布重量400g/10a）で0.5分/haとなり，散布重量間で大きな差はありませんでした。1キロ粒剤の散布時間（7.3分/ha）と比べると，いずれの散布重量でも散布時間は短くなりました。

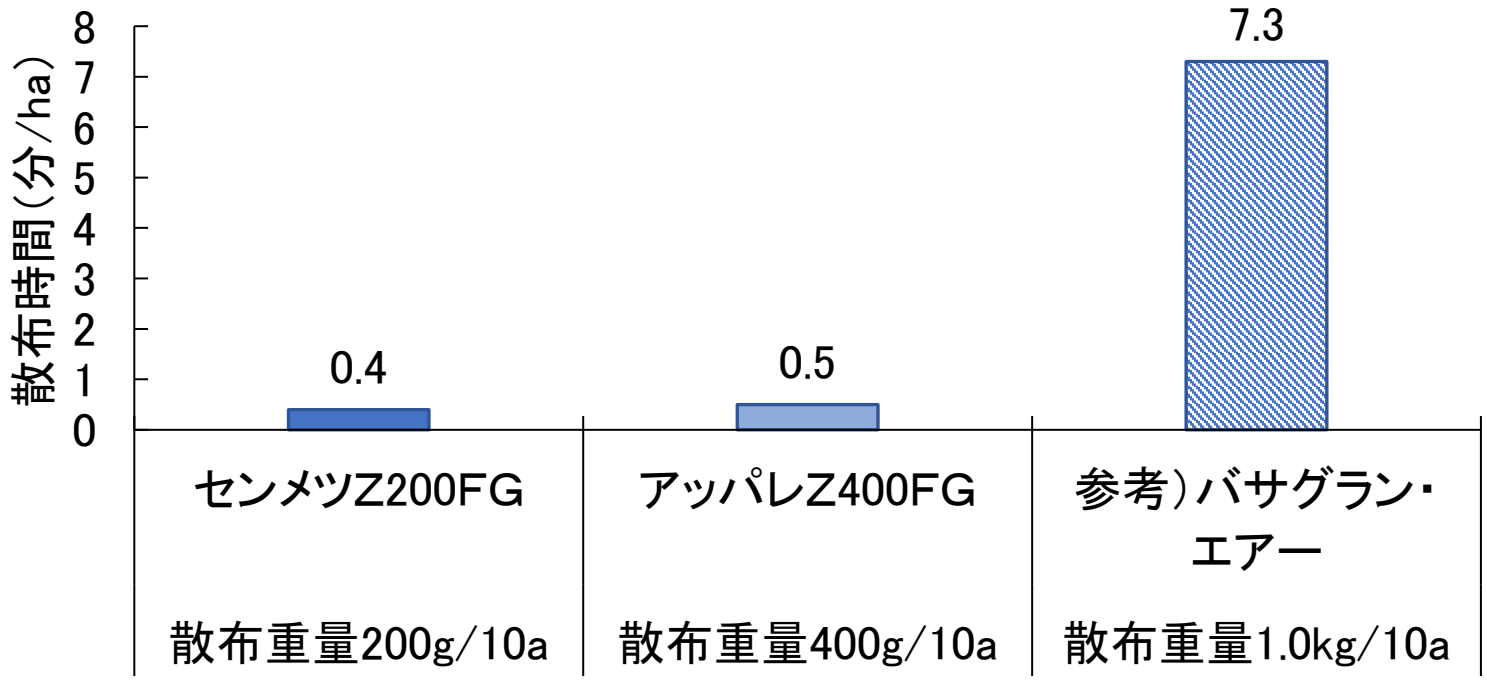


図3−14　農業用ドローンによる「FG剤」の散布時間

注1　使用したドローンはAgras T25。
注2　バサグラン・エアー（1キロ粒剤）は，表3−8（p24）の条件で，全面散布（図3−21，p24を参照）を行った。

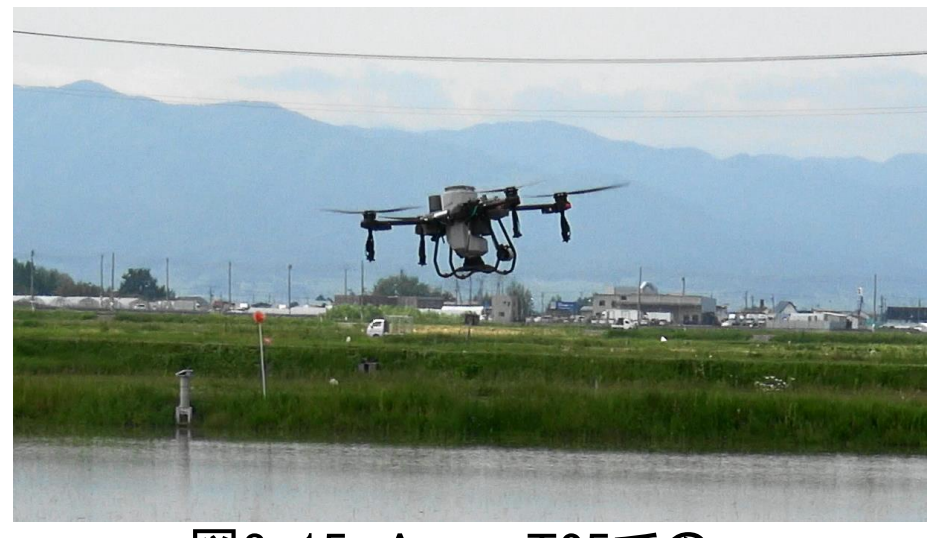


図3−15　Agras T25での「FG剤」の散布の様子

目次に戻る

バッテリー消費率（表3-5）

いずれの散布重量であっても，バッテリー消費率は7.5～7.6%/haで，バッテリー交換までの散布面積は9.2～9.3haです。

表3-5 「FG剤」散布における散布経路ごとのバッテリー消費率等

資材名	散布重量	バッテリー消費率(/ha)[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]
センメツZ200FG	200g/10a	7.5%	9.3ha
アッパレZ400FG	400g/10a	7.6%	9.2ha

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
　2　バッテリーの交換の目安は30%以下

成分の拡散性（図3-16）

「FG剤」のセンメツZ200FG及びアッパレZ400FGを，大区画水田（約92a，98.4×93.9m，及び約91a，97.5×93.0m）に散布しました。ドローンの設定は表3-4に従いました。散布後１日，３日で両剤に含まれる有効成分ピラクロニル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。

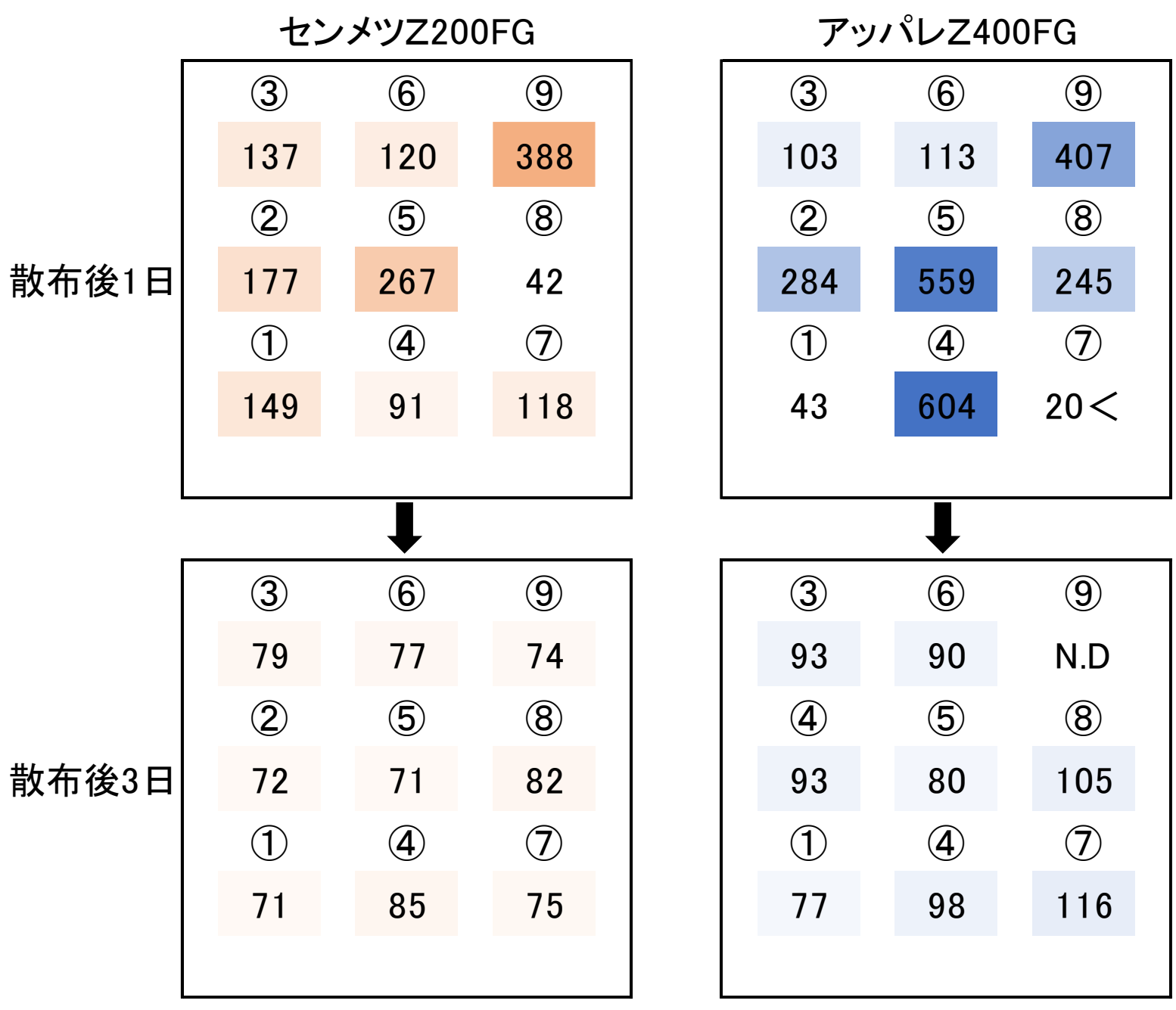


図3-16　有効成分ピラクロニルの拡散性

注1　図中の数字は各成分の田面水中の濃度（ppb）を示す。
　2　20＜：定量限界未満（20ppb未満）
　3　N.D：HPLC法のクロマトグラム上でピークが認められない場合

目次に戻る

除草効果と水稲への安全性（表3-6）

p21で成分の拡散性（図3-16）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3-17, 18）。ノビエ，タマガヤツリ，コナギは発生本数が少なかったですが，農林総合研究所の他試験（除草剤適用性試験）ではノビエ4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

散布資材名	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	
センメツZ200FG	－	－	－	◎	◎	無
アッパレZ400FG	－	－	－	◎	◎	無

注1　移植後47日のほ場内5地点（0.25㎡/地点）の散布区及び無散布区の雑草を抜取り，雑草種別の風乾重を測定。ただし雑草の発生量が少なく，調査地点ごとにばらつきが見られたことから，雑草の発生が最も多い無処理区と隣接した散布区で比較した。
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3-17　センメツZ200FG散布ほ場の雑草の発生状況
左：散布区，右：無散布区，撮影日：移植後47日



図3-18　アッパレZ400FG散布ほ場の雑草の発生状況
左：散布区，右：無散布区，撮影日：移植後47日

目次に戻る

（2）1キロ粒剤（初期除草剤，中後期除草剤）

1） 散布時のシャッター開度の設定

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（p26を参照）。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（p24で使用したバサグラン・エアーなど）。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。

シャッター開度を固定するためには，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する必要があります。例えば，飛行速度15km/hで散布幅6.0mの条件だと，30秒間で750㎡を散布することになり，散布量が現物10kg/10aの場合は750㎡に7.5kgを散布する計算となります（表3-7）。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。

30秒間での散布量（kg/30秒）＝ 飛行速度（km/h）×散布幅（m）×現物の散布量（kg/10a）÷120

表3-7 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	1,000㎡	10kg	1kg
18km/h	6.0m	900㎡	9kg	0.9kg
15km/h	6.0m	750㎡	7.5kg	0.75kg

シャッター開度を確認する際は，後述する流量キャリブレーション（p26)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（図3-23，p26を参照）か，大型ボックスの上に機体をおいて，吐出された粒剤や肥料を回収できるようにしてください（図3-19）。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吐出し，吐出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。

p24で使用したバサグラン・エアーでは，飛行速度15km/h，散布幅6.0m，現物の散布量1kg/10aの条件で散布する条件だと，シャッター開度9.5%で目標とする散布量（1kg/10a）となりました（図3-20）。ただし、散布時は設定時より吐出量が増減する場合があります。そのため、初めて使用する資材では、設定値を目安として実際に飛行しながら吐出量を確認し、微調整してください。



図3-19 シャッター開度の確認の様子

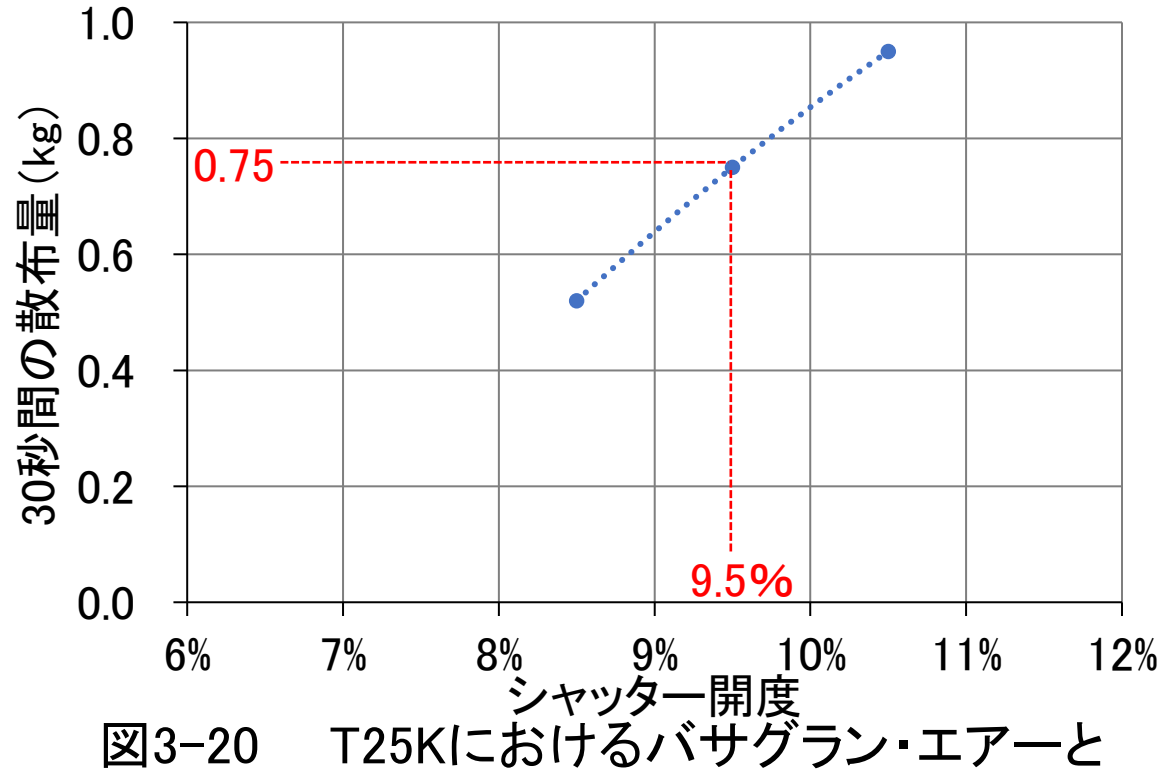


図3-20 T25Kにおけるバサグラン・エアーとシャッター開度の関係

2） 散布時のドローンの設定

Agras T10, T10Kでマスラオ1キロ粒剤（初期除草剤）を, Agras T25, T25K, Agras T50によりバサグラン・エアー（中後期除草剤）を, それぞれ1.0kg/10aの散布量とした場合の機体設定を表3-8に示します。Agras T10, T10Kと, Agras T25, T25K, Agras T50 では粒剤散布装置の仕様が違うため, シャッター開度の設定も異なります。また使用する資材によってシャッター開度の設定が異なる場合があります。p23を参考にシャッター開度を確認してください。

加えて, 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3-8 水稲作における1キロ除草剤散布での機体設定

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
Agras T10, T10K	マスラオ1キロ粒剤	1.0kg/10a	全面散布	3m	15km/h	8.7%	600回転/分	6.0m
Agras T25, T25K, Agras T50	バサグラン・エアー					9.5%		

1キロ粒剤の散布に農業用ドローンを使用する場合, 航空防除に適用があるか必ず確認してください。また, 使用量, 散布時期, 散布方法なども農薬ごとに異なるため, 必ず農薬登録の内容に従って散布を行ってください。加えて, 散布前に農薬登録で規定された散布重量からほ場ごとに必要な量を計算し, ドローンに充填するようにしてください。

3） 散布経路

散布の開始地点は散布幅6.0mの場合は, ほ場の角から縦3.0m×横3.0mの地点としてください（図3-21）。

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（それ以外の人は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します。図3-21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。

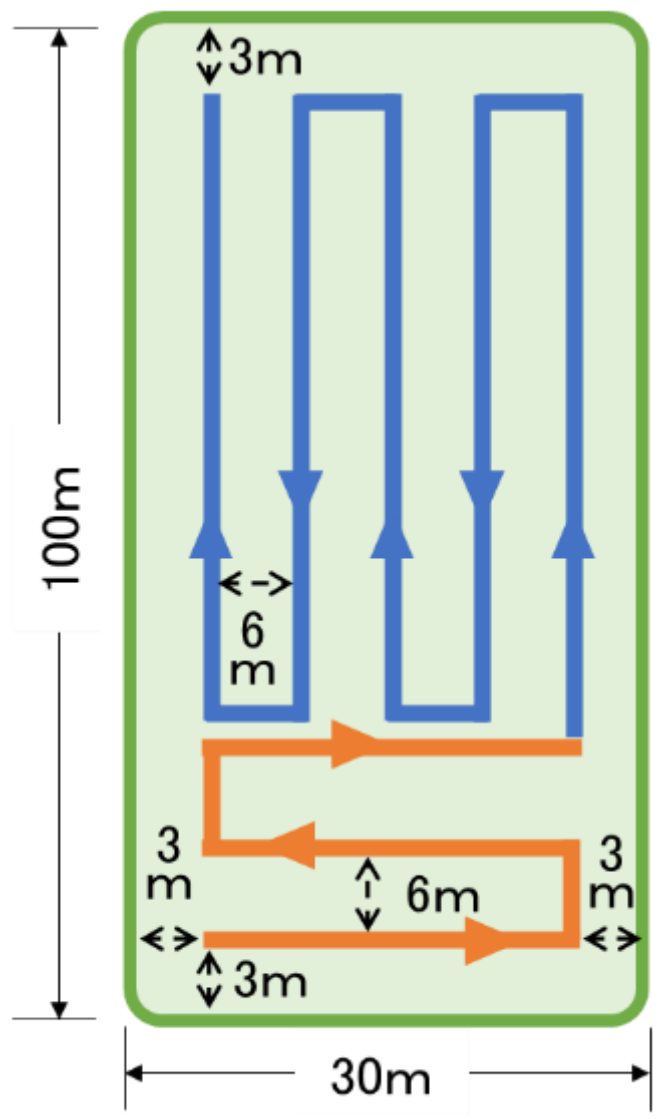


図3-21 散布幅6.0mでの散布経路の例

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。
3 青矢印が直進部分の散布行程

4） 散布後の清掃

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，エアーコ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，p7）です。ただし，機体の耐水性は時間などで低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（R8.3更新）

作業時間（図3-22）

表3-8の条件で,Agras T10を用いてマスラオ1キロ粒剤を散布する場合の作業時間は11.7分/ha，T25Kでバサグラン・エアーを散布する場合の作業時間は10.7分/haとなりました。

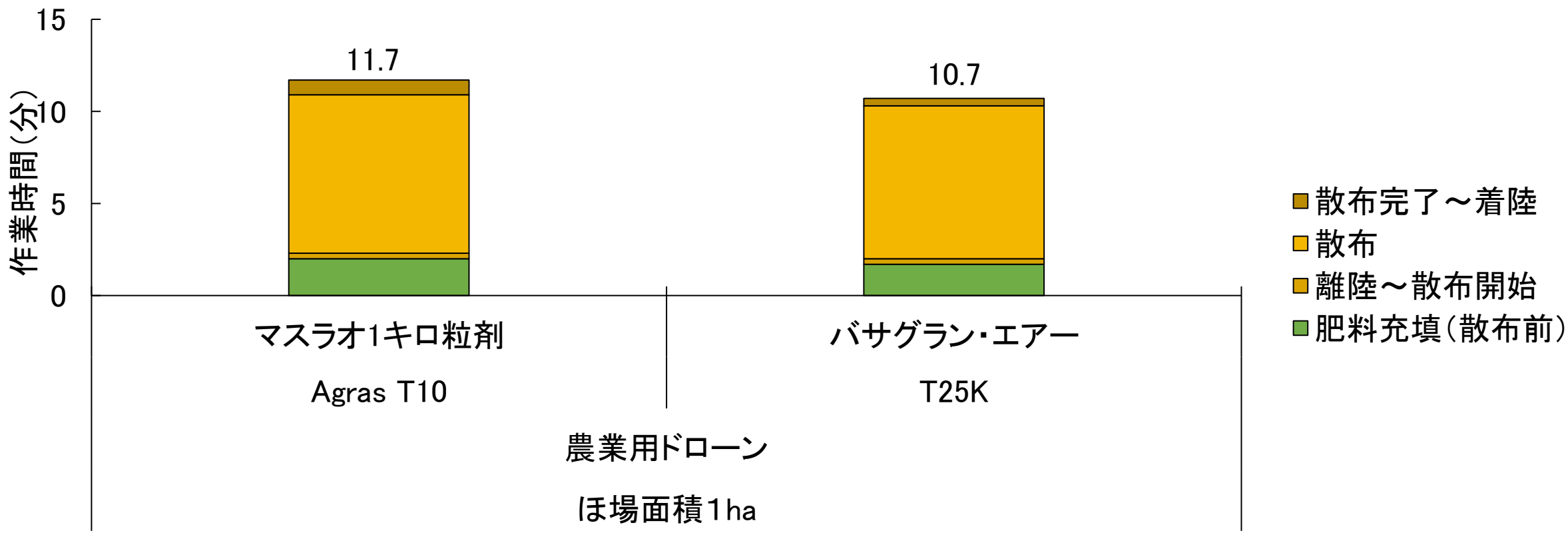


図3-22 農業用ドローンによる水稲作の1キロ粒剤に係る作業時間

注1 いずれの除草剤も，散布重量1.0kg/10aの設定とした。
2 ほ場面積1haは縦100m×横100mを想定。
3 作業人数は3名とした。

バッテリー消費率，実散布量など（表3-9）

Agras T10によるマスラオ1キロ粒剤の散布では，1ha当たりのバッテリー消費率は72.0%,で，バッテリー交換の目安は0.97haとなりました。散布量は1.0kg/10aの設定に対し，1.0kg/10aとなりました。T25Kによるバサグラン・エアーの散布では，1ha当たりのバッテリー消費率は76.5%で，バッテリー交換の目安は0.91haとなりました。散布量は1.0kg/10aの設定に対し，1.0kg/10aとなりました。

表3-9 水稲作の1キロ粒剤散布でのバッテリー消費率と実散布量

使用した機体	農薬名	バッテリー消費率[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	散布量	
				設定値	実測値
Agras T10	マスラオ1キロ粒剤	72.0%/ha	0.97ha	1.0kg/10a	1.0kg/10a
T25K	バサグラン・エアー	76.5%/ha	0.91ha	1.0kg/10a	1.0kg/10a

注1 気温や風速の条件により増減する場合がある。
2 バッテリー交換の目安は30%以下。

(3)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。流量キャリブレーションを行う際は, 粒剤タンク容量と同程度の重量の資材が必要になります（p7, 表1-1参照）。大型の機体では,流量キャリブレーション用の資材の重量も重くなりますので, ご注意ください。なお, 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。

粒剤や肥料を散布する場合のテンプレートの作成方法

1）機体の電源がオフの状態で, 機体を平らな面に置く（図3-23①）。
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3-23②, ③, ④）。
3）ホッパー出口にポリ袋などを被せる（図3-23①）。
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。
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ほ場に散布するなど再利用する。

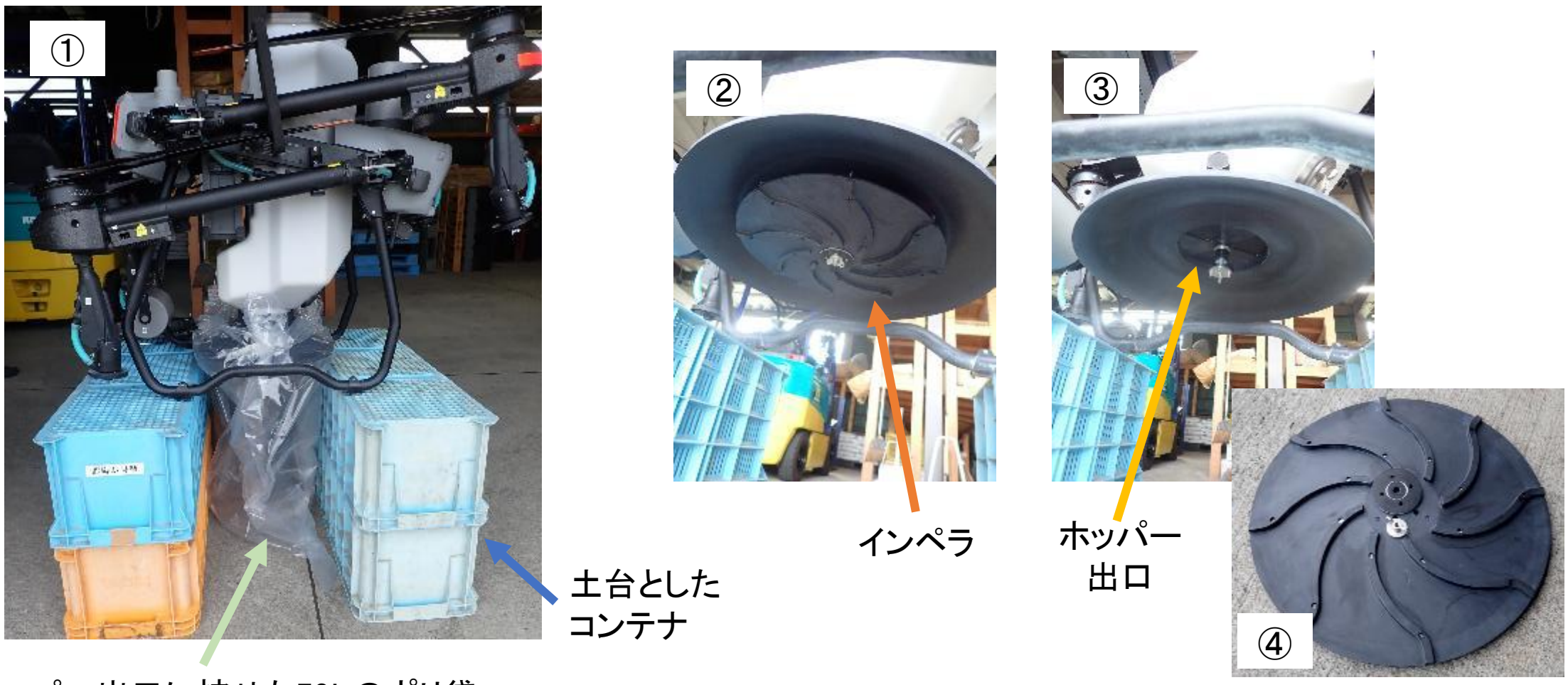


図3-23　農林総合研究所でのAgras T25流量キャリブレーションの様子

①機体をコンテナの上に乗せ, 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

目次に戻る

てまいらず津軽（窒素含有率15%）を，8.0Nkg/10aの散布量とした場合のAgras T25, T25K, Agras T50の機体設定を表3-10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3-10　水稲作における基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, T25K, Agras T50	てまいらず津軽	53.3kg/10a	8.0Nkg/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り，速度に連動しシャッター開度を自動で調節。

てまいらず津軽を使用した場合の散布量と，Agras T25, T25K, Agras T50を使用した場合に一度の補充で散布可能な面積を表3-11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の塊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3-11　水稲作における基肥散布での資材補充が必要となる面積

機体	資材名	散布量（現物）	粒剤タンク容量	散布中の資材補充が必要となる面積[注]
Agras T25, T25K	てまいらず津軽	53.3kg/10a	20kg	3.5a
Agras T50			50kg	7.3a

注　散布前の資材充填量および散布中の資材補充量を，Agras T25及びT25Kで20kg、Agras T50で40kgとし、残量1kgで補充した。

3） 散布経路

散布経路は（2）1キロ粒剤での3）と同様になるため，p24を確認してください。

4） 散布後の清掃

散布後の清掃は（2）1キロ粒剤での4）と同様になるため，p25を確認してください。

5） 参考となる試験結果（R8.3更新）

作業時間（図3-24）

表3-10の条件で，Agras T25，Agras T50での散布に係る作業時間は，ほ場面積10aではT25が6.3分，T50が4.6分となり，散布面積1haでは，T25が62.2分，T50が37.8分となりました。

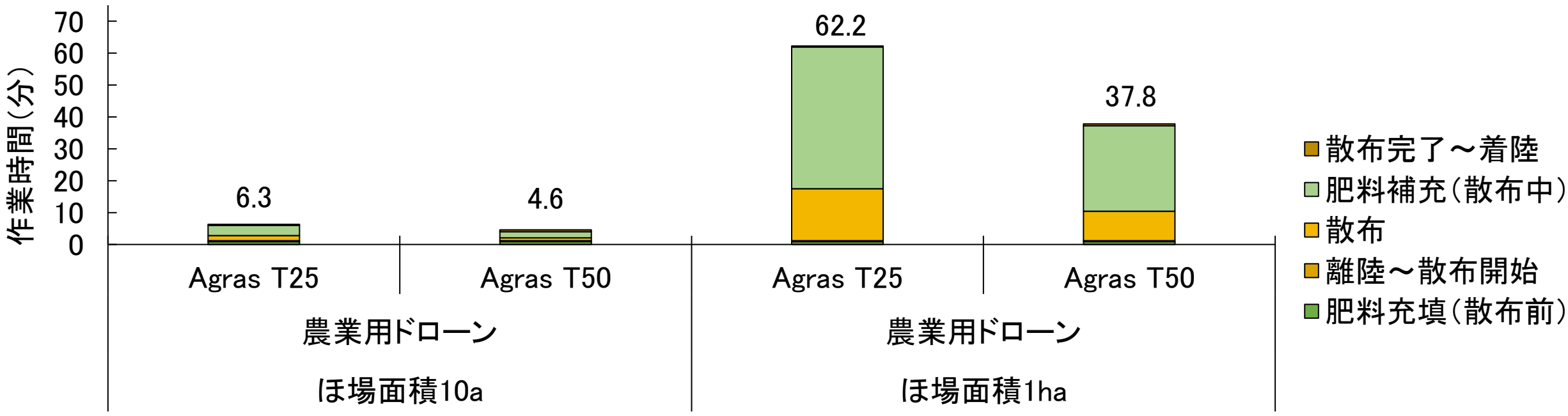


図3-24　農業用ドローンによる水稲作の基肥に係る作業時間

注1　使用した肥料はてまいらず津軽で，施肥窒素量8.0Nkg/10a（現物53.3kg/10a）の設定とした。
　2　ほ場面積10aは縦100m×横10m，1haは縦100m×横100mを想定。
　3　肥料はAgras T25では20kg，Agras T50では40kgを1回の作業で充填、補充した。
　4　作業人数は3名とした。

バッテリー消費率，実散布量など（表3-12）

Agras T25によるてまいらず津軽の散布では，10a当たりのバッテリー消費率は30.3%,で，バッテリー交換の目安は23a，散布量は8.0Nkg/10aの設定に対し，7.6Nkg/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31.0%で，バッテリー交換の目安は22a，散布量は8.0Nkg/10aの設定に対し，8.1Nkg/10aとなりました。

表3-12　水稲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	肥料名	バッテリー消費率[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	散布量[注3]	
				設定値	実測値
Agras T25	てまいらず津軽	30.3%/10a	23a	8.0Nkg/10a	7.6Nkg/10a
Agras T50		31.0%/10a	22a	8.0Nkg/10a	8.1Nkg/10a

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
　2　バッテリー交換の目安は30%以下。
　3　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。

（4）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, 粒剤を散布するためのテンプレートが使用できます。これは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。詳細やテンプレートの作成方法は, p26を参考にしてください。

2） 散布時のドローンの設定

Agras T25, T25K, Agras T50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3-13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3-13　水稲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, T25K, Agras T50	硫安	9.5kg/10a	2.0Nkg/10a	全面散布	3m	15km/h	速度連動[注1]	600回転/分	6.0m
	尿素	4.3kg/10a	2.0Nkg/10a						

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。

硫安および尿素を使用した場合の散布量と, Agras T25, T25K, Agras T50を使用した場合に一度の充填で散布可能な面積を表3-14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の塊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3-14　水稲作における追肥散布での資材補充が必要となる面積

機体	資材名	散布量（現物）	粒剤タンク容量	散布中の資材補充が必要となる面積[注]
Agras T25, T25K	硫安	9.5kg/10a	20kg	20a
	尿素	4.3kg/10a		44a
Agras T50	硫安	〃	50kg	41a
	尿素			90a

注　散布前の資材充填量および散布中の資材補充量を, Agras T25で20kg、Agras T50で40kgとし、残量1kgで補充した。

3） 散布経路

散布経路は（2）1キロ粒剤での3）と同様になるため, p24を確認してください。

4） 散布後の清掃

散布後の清掃は（2）1キロ粒剤での4）と同様になるため, p25を確認してください。

5） 参考となる試験結果（R8.3更新）

作業時間（図3-25）

表3-13の条件での散布に係る作業時間は，ほ場面積10aでは，Agras T25の場合，硫安が2.3分，尿素が2.6分，Agras T50の場合，硫安が2.8分，尿素が3.5分となりました。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1haにおける散布では，Agras T25の場合，硫安が15.7分，尿素が16.1分，Agras T50の場合，硫安が14.2分，尿素が13.9分となりました。

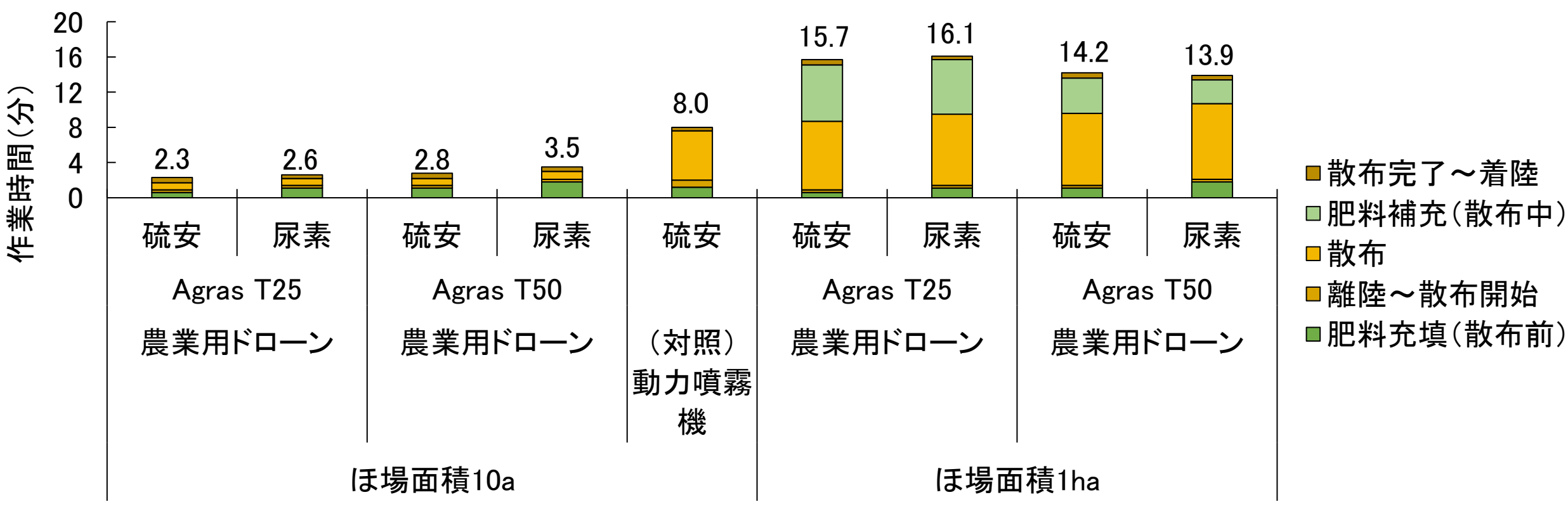


図3-25　農業用ドローンによる水稲作の追肥に係る作業時間

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。
2　ほ場面積10aは縦100m×横10m，1haは縦100m×横100mを想定。
3　対照の動力噴射器（M社）はタンク容量25Lのものを用いて，作業者1名が水田内で作業した。
4　肥料は，Agras T25では20kg，Agras T50では40kgを1回の作業で充填・補充した。
5　作業人数は，農業用ドローンが3名，動力噴射器は1名とした。

バッテリー消費率，実散布量など（表3-15）

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11.9%で，バッテリー交換の目安は58a，散布量は2.0Nkg/10aの設定に対し，1.6Nkg/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6.2%で，バッテリー交換の目安は112a，散布量は2.0Nkg/10aの設定に対し，1.8Nkg/10aとなりました。

Agras T50での硫安の散布では，10a当たりのバッテリー消費率は17.3%で，バッテリー交換の目安は40a，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17.7%で，バッテリー交換の目安は39a，散布量は2.0Nkg/10aの設定に対し，1.7Nkg/10aとなりました。

表3-15　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[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	散布量[注3]	
				設定値	実測値
Agras T25	硫安	11.9%/10a	58a	2.0Nkg/10a	1.6Nkg/10a
	尿素	6.2%/10a	112a	2.0Nkg/10a	1.8Nkg/10a
Agras T50	硫安	17.3%/10a	40a	2.0Nkg/10a	1.8Nkg/10a
	尿素	17.7%/10a	39a	2.0Nkg/10a	1.7Nkg/10a

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
2　バッテリー交換の目安は30%以下。
3　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。

（5）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。

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，再度流量キャリブレーションを行ってください。

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3-16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。液滴サイズはAgras T25, T25K, Agras T50で使用可能な機能です。50～500μmの間で設定でき、サイズが大きいほどドリフトしにくくなる一方、薬剤が付着しにくくなります。弊所ではドリフトと付着性のバランスを考慮し、190μmに設定して試験しました。この設定でもドリフトする場合はサイズをより大きくするなど、散布時の状況に合わせて調整してください。

表3-16　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	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]	全面散布	18km/h	2.0m	5.0m	―
Agras T30, T30K					2.5m	7.5m	―
Agras T25, T25K, Agras T50					2.5m	7.5m	190um

注　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。

散布（噴霧）量0.8L/10aの場合について，機体ごとに一度の充填で散布可能な面積を表3-17に示します。粒剤や肥料などと異なり，散布（噴霧）量が少ないため充填が必要な面積が大きくなります。

表3-17　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	0.8L/10a	8L	100a
Agras T25, T25K		20L	250a
Agras T30, T30K		30L	375a
Agras T50		40L	500a

注　散布前に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3-26）。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3-27）。

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（それ以外の人は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します。図3-26の散布幅5.0mの場合は枕地を4行程（2往復）とし，図3-27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3-26の散布幅5.0mは6行程（3往復），図3-27の散布幅7.5mは4行程（2往復）となります。

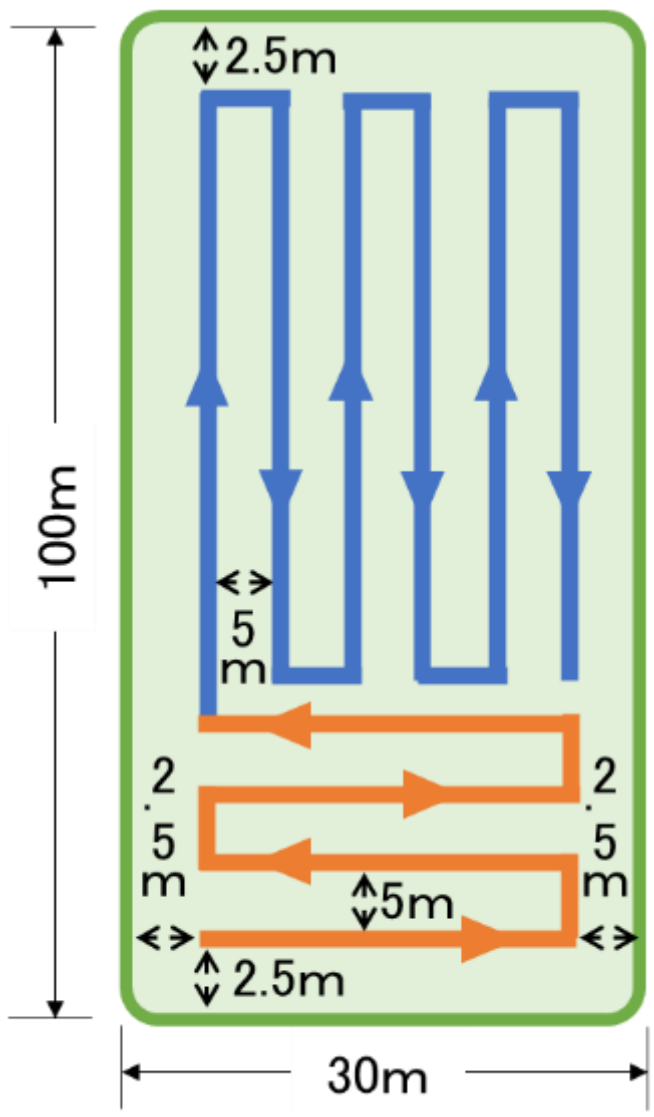


図3-26　散布幅5.0mでの散布経路の例

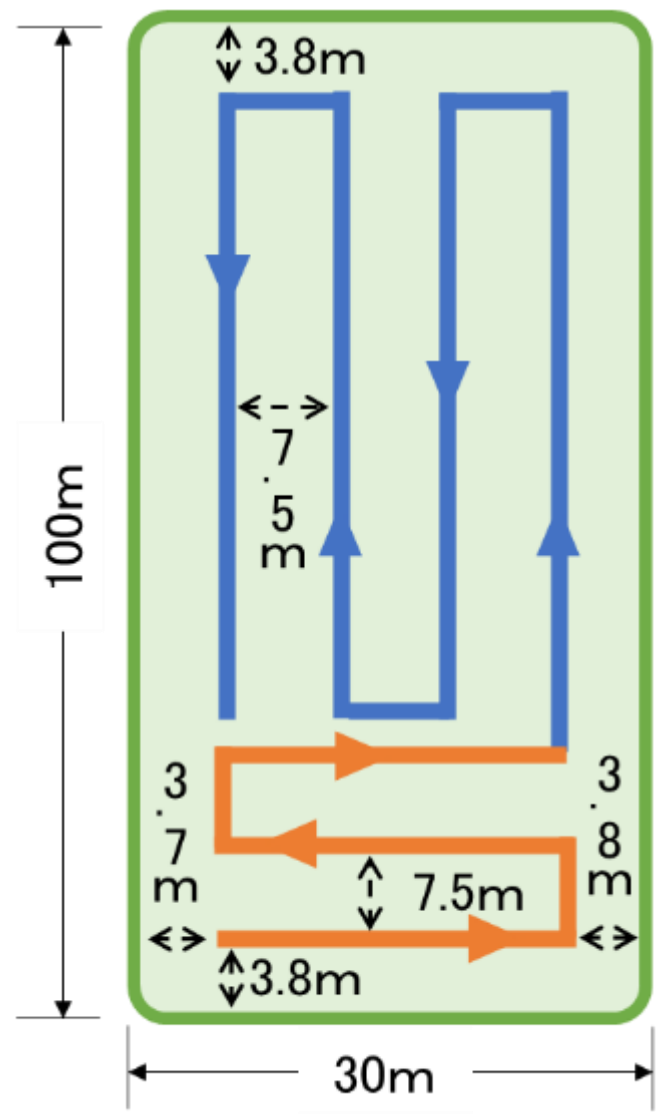


図3-27　散布幅7.5mでの散布経路の例

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

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。

Agras T10などは水で機体を清掃することも可能（表1-1，p7）です。ただし，機体の耐水性は時間や損耗により低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（R7.3更新）

作業時間（図3-28）

表3-16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2.1分，Agras T30が2.2分となりました。また，いずれも対照の産業用無人ヘリより，散布時間は長くなりました。

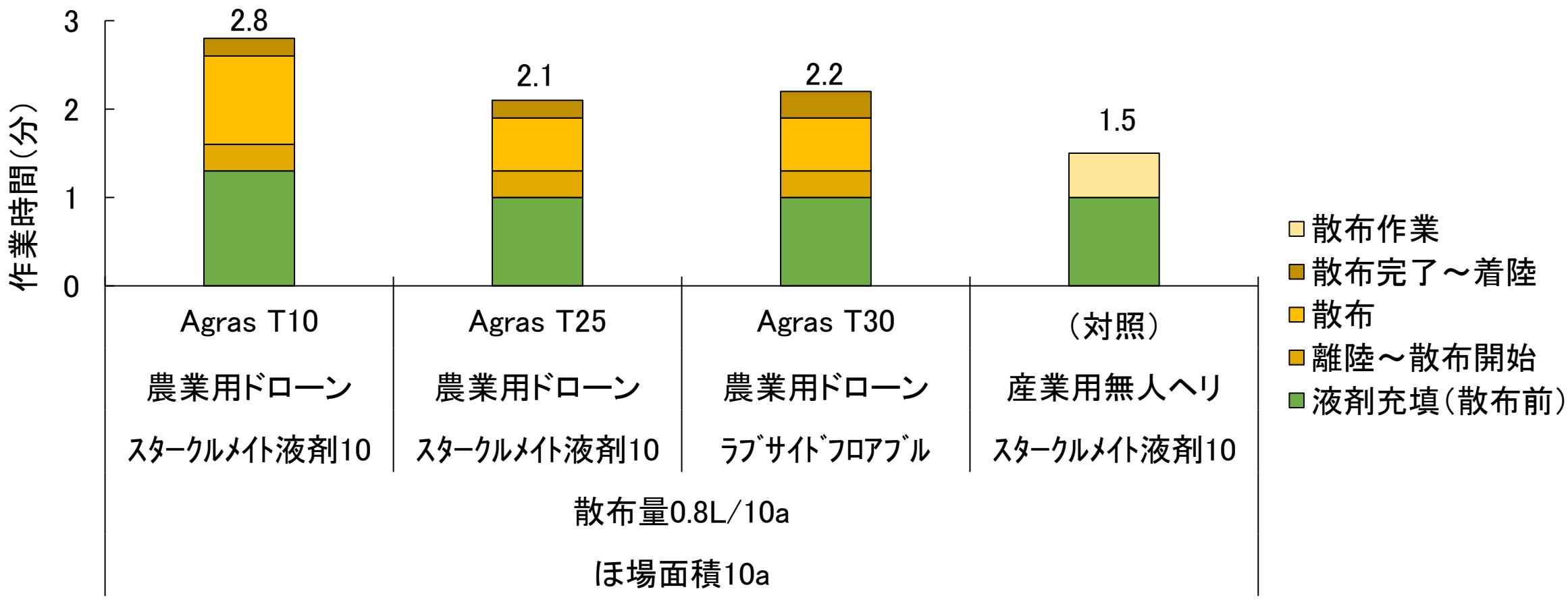


図3-28　農業用ドローンによる水稲作の液剤散布に係る作業時間

注1　ほ場面積10aは縦10m×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Agras T10のみ8L，それ以外は20Lを散布前に充填した。
　4　作業人数は全て3名とした。
　5　散布作業は、離陸～散布開始、散布、散布完了までの合計時間を示す。

バッテリー消費率と実散布量（表3-18）

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Agras T10が10.5%で，バッテリー交換までの散布の目安は66aとなり，Agras T25は4.8%で145a，Agras T30は5.6%で125aとなります。

散布（噴霧）量は設定どおりとなりました。

表3-18　水稲作の液剤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）[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	散布（噴霧）量[注3]	
			設定値	実測値
Agras T10	10.5%	66a		－
Agras T25	4.8%	145a	0.8L/10a	0.8L/10a
Agras T30	5.6%	125a		－

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
　2　バッテリーの交換の目安は30%以下。
　3　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。
　4　－はデータ欠測を示す。

(6)ケイ酸質資材

1） 流量キャリブレーション

Agras T10, T25, T50やT10K, T25Kなどでは, 粒剤を散布するためのテンプレートが使用できます。これは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。詳細やテンプレートの作成方法は, p26を参考にしてください。

2） 散布時のドローンの設定

Agras T25, T25K, Agras T50によりスーパーケイサン改を, 15.0kg/10aの散布量とした場合の機体設定を表3-19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3-19 水稲作におけるケイ酸質資材散布での機体設定

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
Agras T25, T25K, Agras T50	スーパーケイサン改	15.0kg/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り, 速度に連動しシャッター開度を自動で調節。

スーパーケイサン改の散布量と, Agras T25, T25K, Agras T50を使用した場合に一度の補充で散布可能な面積を表3-20に示します。

表3-20 水稲作におけるケイ酸質資材散布での資材補充が必要となる面積

機体	資材	散布量	粒剤タンク容量	散布中の資材補充が必要となる面積[注]
Agras T25, T25K	スーパーケイサン改	15.0kg/10a	20kg	9a
Agras T50			50kg	29a

注 散布前の資材充填量および散布中の資材補充量を, Agras T25及びT25Kで15kg、Agras T50で45kgとし、残量1kgで補充した。

3） 散布経路

散布経路は(2)1キロ粒剤での3)と同様になるため, p24を確認してください。

4） 散布後の清掃

散布後の清掃は(2)1キロ粒剤での4)と同様になるため, p25を確認してください。

5） 参考となる試験結果（R8.3更新）

作業時間（図3-29）

表3-19を条件としたスーパーケイサン改の散布に係る作業時間は，ほ場面積10aでは，Agras T25は1.8分，Agras T50は2.4分となりました。一方，散布面積1haにおける散布では，Agras T25は20.4分，Agras T50は16.2分となりました。

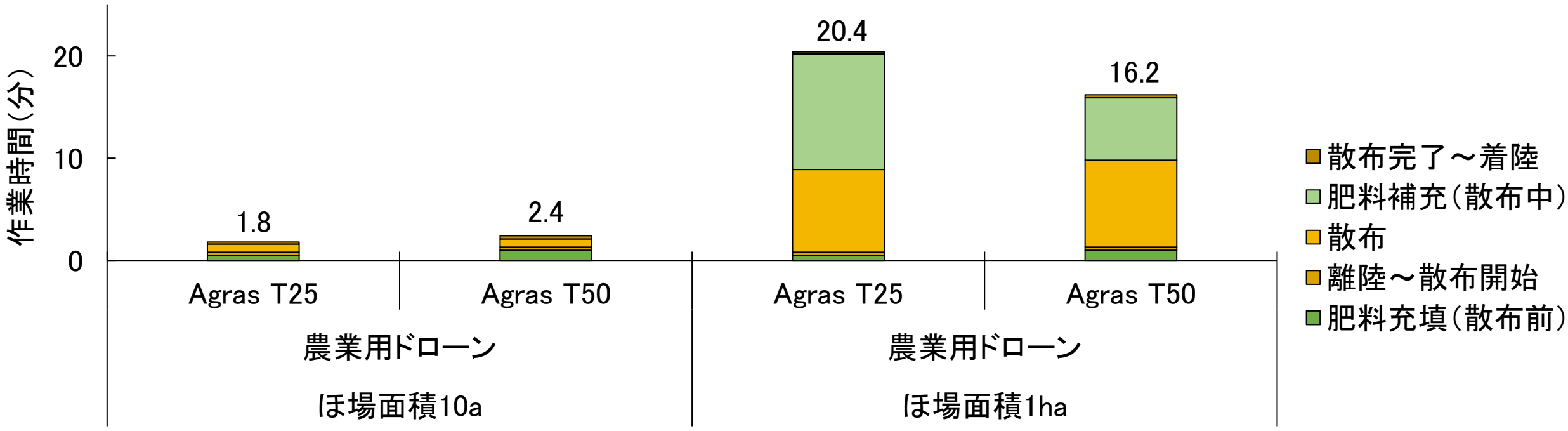


図3-29　農業用ドローンによる水稲作のケイ酸質資材散布に係る作業時間

注1　使用した肥料はスーパーケイサン改で，散布重量15.0kg/10aの設定とした。
　2　ほ場面積10aは縦100×横10m，1haは縦100×横100mを想定。
　3　肥料は，Agras T25では15kg，Agras T50では45kgを1回の作業で充填・補充した。
　4　作業人数は3名とした。

バッテリー消費率，実散布量など（表3-21）

Agras T25によるスーパーケイサン改の散布では，10a当たりのバッテリー消費率は10.3%,で，バッテリー交換の目安は67a，散布量は15.0kg/10aの設定に対し，14.1kg/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12.6%で，バッテリー交換の目安は55a，散布量は15.0kg/10aの設定に対し，13.6kg/10aとなりました。

表3-21　水稲作のケイ酸質資材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[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	散布量[注3]	
				設定値	実測値
Agras T25	スーパーケイサン改	10.3%/10a	67a	15.0kg/10a	14.1kg/10a
Agras T50		12.6%/10a	55a	15.0kg/10a	13.6kg/10a

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
　2　バッテリー交換の目安は30%以下。
　3　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。

(7)稲わら分解資材

1） 散布時のシャッター開度の設定

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(p26)。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(後述する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。確認方法は1キロ粒剤と同様になるため, p23をご確認ください。

ワラ分解キングでは, 飛行速度15km/h, 散布幅6.0mシャッター開度18%で目標とする散布量(10kg/10a)となりました(図3-30)。ただし、散布時は設定時より吐出量が増減する場合があります。そのため、初めて使用する資材では、設定値を目安として実際に飛行しながら吐出量を確認し、微調整してください。

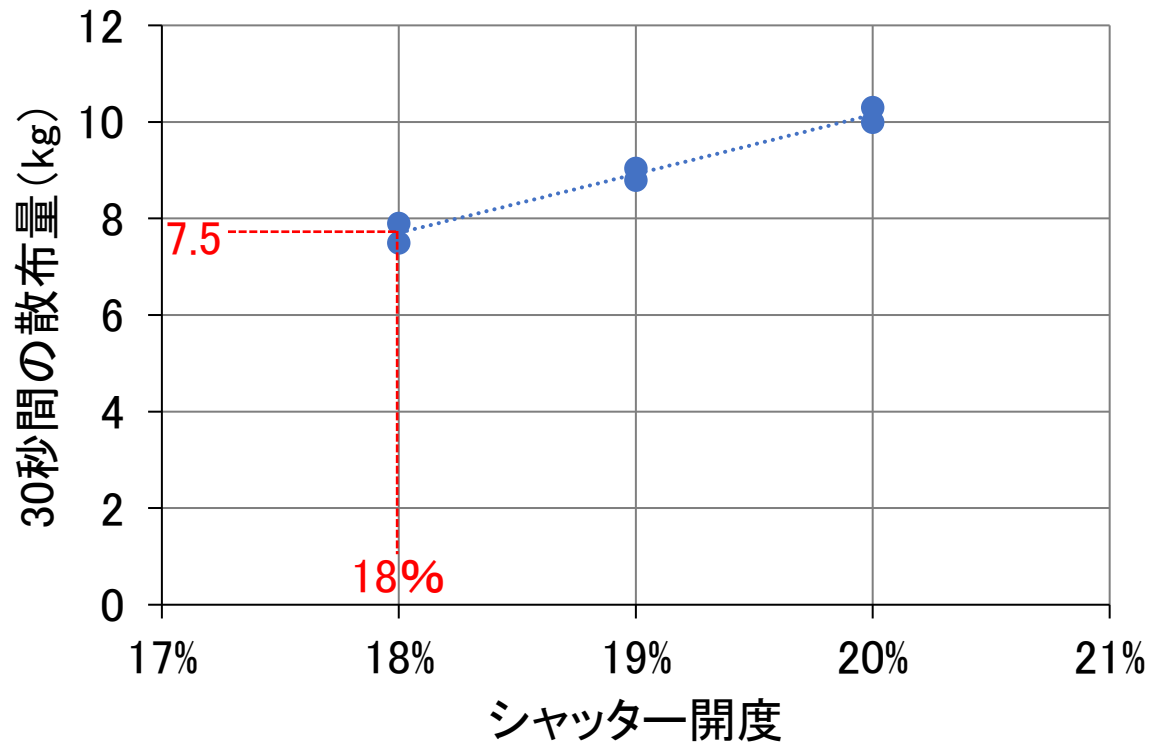


図3-30　Agras T25, T50における稲わら分解資材(ワラ分解キング)とシャッター開度の関係

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, T25K, Agras T50を使用して散布した場合の機体設定を表3-22に示します。設定時のシャッター開度の目安は18%でしたが、後述する試験においてシャッター開度20%に設定した方が目標とする散布量に近い結果となりました。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3-22　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, T25K, Agras T50	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3-23に示します。

表3-23　稲わら分解資材散布での散布が可能な面積

機体	資材	散布量	粒剤タンク容量	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	20kg	19a
Agras T50			50kg	39a

注　散布前の資材充填量および散布中の資材補充量を, Agras T25、T25Kが20kg, Agras T50が40kgとし、残量1kgで補充した。

3） 散布経路

散布経路は(2)1キロ粒剤での3)と同様になるため, p24を確認してください。

目次に戻る

4） 散布後の清掃

散布後の清掃は（2）1キロ粒剤での4）と同様になるため，p25を確認してください。

5） 参考となる試験結果（R8.3更新）

作業時間（図3-31）

表3-22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2.2分となり同等でした。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。

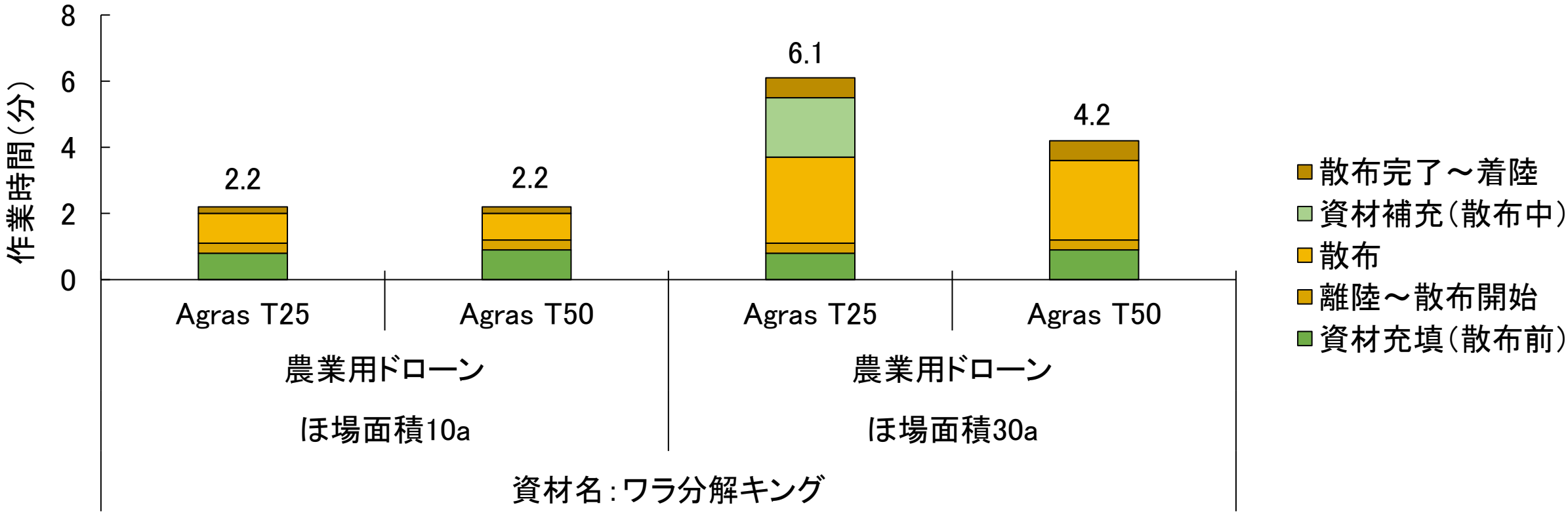


図3-31　農業用ドローンによる稲わら分解資材の散布に係る作業時間

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。
　2　ほ場面積10aは縦100m×横10m，30aは縦100m×横30mを想定。
　3　資材は20kgを1回の作業で補充した。
　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3-24）

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，散布量は、シャッター開度20%の場合、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，散布量は，シャッター開度18%の場合、10.0kg/10aの設定に対し7.9kg/10aとなり、シャッター開度20%の場合、10.0kg/10aとなり、シャッター開度20%で散布した方が設定値に近い結果となりました。

表3-24　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[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	シャッター開度	散布量[注3] 設定値	散布量[注3] 実測値
Agras T25	9.1%/10a	77a	20%	10.0kg/10a	9.3kg/10a
Agras T50	9.8%/10a	71a	18%	10.0kg/10a	7.9kg/10a
			20%	10.0kg/10a	10.0kg/10a

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
　2　バッテリー交換の目安は30%以下。
　3　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。



図3-32　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利用方法

（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, 粒剤を散布するためのテンプレートが使用できます。これは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。詳細やテンプレートの作成方法は, p26を参考にしてください。

2） 機体設定

高度化成777（窒素含有率17%）を17.6kg/10a（3.0Nkg/10a）の散布量で, Agras T25, T25K, Agras T50を使用して散布した場合の機体設定を表4-1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。

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, T25K, Agras T50	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を使用した場合の散布量とAgras T25, T25KもしくはAgras T50を使用した場合の散布中に資材補充が必要となる散布面積を表4-2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の塊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	資材名	散布量（現物）	粒剤タンク容量	一度の補充で散布可能な面積[注]
Agras T25, T25K	高度化成777	17.6kg/10a	20kg	10a
Agras T50			50kg	22a

注　散布前の資材充填量および散布中の資材補充量を, Agras T25及びT25Kで20kg, Agras T50で40kgとし, 残量1kgで補充した。

3） 散布経路

散布経路は（2）1キロ粒剤での3）と同様になるため, p24を確認してください。

4） 散布後の清掃

散布後の清掃は（2）1キロ粒剤での4）と同様になるため, p25を確認してください。

目次に戻る

5） 参考となる試験結果（R8.3更新）

作業時間（図4-2）

高度化成777を表4-1の条件で散布した場合の作業時間は，ほ場面積10aではAgras T25, T25Kが 2.4分で，Agras T50の2.6分よりもやや短くなります。一方，ほ場面積30aではAgras T25, T25Kが8.0分で，Agras T50の7.0分より長くなります。この要因は散布中に肥料補充を2回（Agras T50は1回）行うためです。また，農業用ドローンはブロードキャスターよりも作業時間が短くなりました。

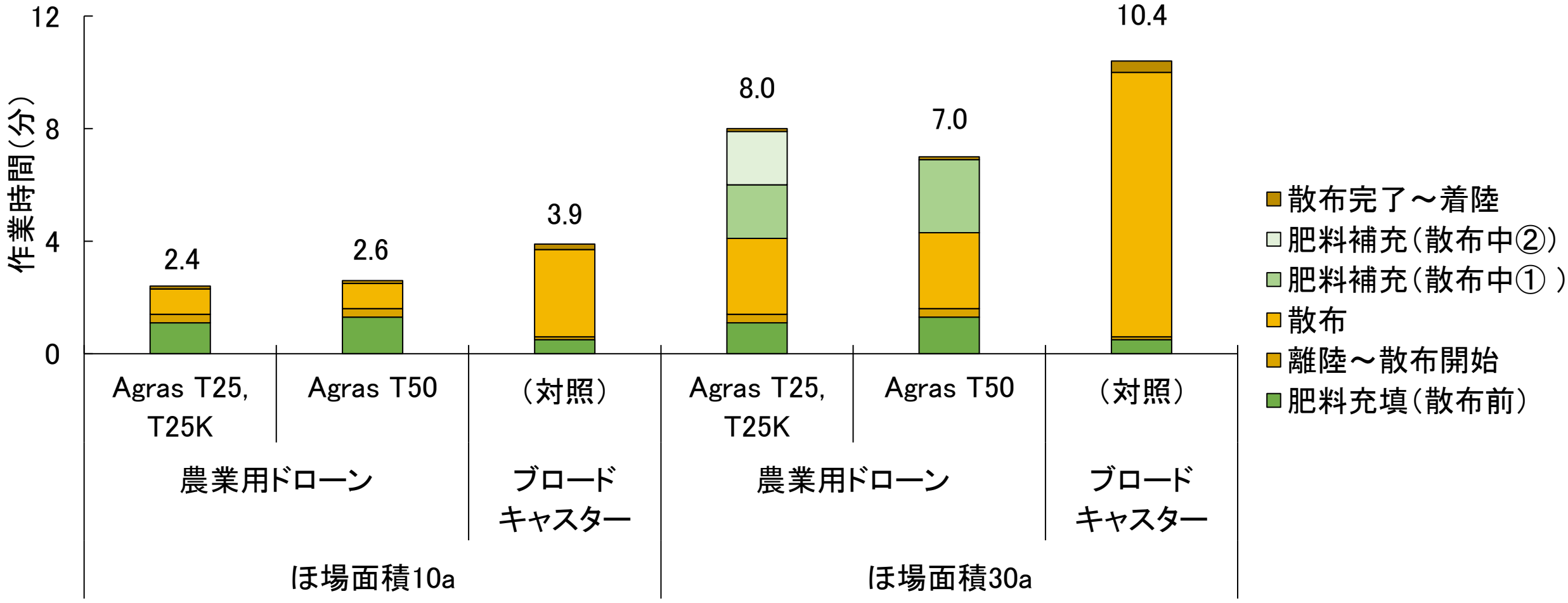


図4-2 農業用ドローンによる大豆作の基肥散布に係る作業時間

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。
2 ほ場面積10aは縦100m×横10m，30aは縦100m×横30mを想定
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。
4 肥料は1回の作業でAgras T25, T25Kは20kg，Agras T50は40kg，ブロードキャスターは60kgとした。
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）

Agras T25, T25Kの10a当たりのバッテリー消費率は11.2%で，バッテリー交換までの散布面積は62a，散布量は3.0Nkg/10aの設定に対し，2.8Nkg/10aとなりました。Agras T50の10a当たりのバッテリー消費率は17.7%で，バッテリー交換までの散布面積は39a 散布量2.8Nkg/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

機体名	バッテリー消費率[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	散布量[注3]	
			設定値	実測値
Agras T25, T25K	11.2%/10a	62a	3.0Nkg/10a	2.8Nkg/10a
Agras T50	17.7%/10a	39a		2.8Nkg/10a

注1 気温や風速の条件により増減する場合がある。
2 バッテリーの交換の目安は30%以下。
3 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。

目次に戻る

（2）土壌処理除草剤

1） 流量キャリブレーション

Agras T10, T25, T50やT10K, T25Kなどでは, 粒剤を散布するためのテンプレートが使用できます。これは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。詳細やテンプレートの作成方法は, p26を参考にしてください。

2） 機体設定

ラクサー粒剤を6.0kg/10aの散布量で, Agras T25, T25K, Agras T50, を使用して散布した場合の機体設定を表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, シャッター開度を速度連動にするためのテンプレートを作成する際, Agras T25では約33a, Agras T50では約67a分のラクサー粒剤を必要とします。これよりも散布面積が小さい場合は, シャッター開度を14.0%に設定して散布し, 実際の散布量を確認しながら調整してください。

表4-4 大豆作における除草剤（ラクサー粒剤）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
Agras T25, T25K, Agras T50	ラクサー粒剤	6.0kg/10a	全面散布	3m	15km/h	速度連動[注1] / 14.0%[注2]	600回転/分	6.0m

注1 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。
2 速度連動を使用しない場合の設定値, 実際の散布量を確認して調整すること。

ラクサー粒剤を散布する際は, 散布面積に対し6.0kg/10aになる重量を散布前に充填し, すべて散布するようにしてください。また, 散布前には農薬登録を確認してください。

3） 散布経路

散布経路は（2）1キロ粒剤での3）と同様になるため, p24を確認してください。

4） 散布後の清掃

散布後の清掃は（2）1キロ粒剤での4）と同様になるため, p25を確認してください。

目次に戻る

5） 参考となる試験結果（R8.3更新）

作業時間（図4-3）

ラクサー粒剤を表4-4の条件でAgras T25, T25Kにより散布した場合の作業時間は，シャッター開度が速度連動では，ほ場面積30aで5.7分でした。シャッター開度を固定値（14%）にした場合は5.8分で，速度連動と同程度でした。

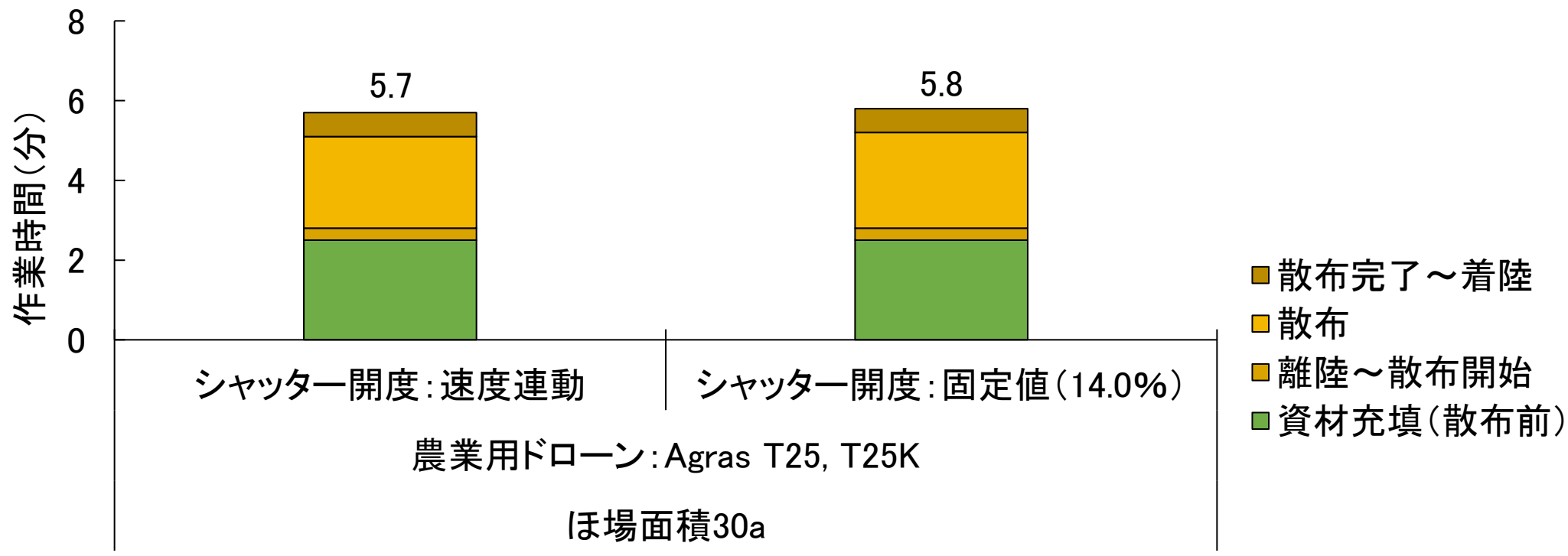


図4-3　農業用ドローンによる大豆作の除草剤散布に係る作業時間

注1　ラクサー粒剤の散布量は6.0kg/10aの設定とした。
　2　ほ場面積30aは縦100m×横30mを想定
　3　補充は1回の作業で20kg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4-5）

Agras T25, T25Kにおいて，シャッター開度を速度連動にした場合の10a当たりバッテリーの消費率は10.9%で，バッテリー交換までの散布面積は64a，散布量は6.0kg/10aの設定に対し，5.6kg/10aとなりました。シャッター開度を固定値（14.0%）にした場合の10a当たりのバッテリー消費率は10.4%で，バッテリー交換までの散布面積は67a，散布量は5.2kg/10aとなりました

表4-5　大豆作の基肥散布でのバッテリー消費率と実散布量

機体名	シャッター開度	バッテリー消費率[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	散布量	
				設定値	実測値
Agras T25, T25K	速度連動	10.9%/10a	64a	6.0kg/10a	5.6kg/10a
	固定値（14.0%）	10.4%/10a	67a		5.2kg/10a

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
　2　バッテリーの交換の目安は30%以下。

(3)病害虫防除・抑制技術

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。 設定方法はp31を参考にしてください。

2） 機体設定

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4-6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。液滴サイズはAgras T25, T25K, Agras T50で使用可能な機能です。50～500μmの間で設定でき、サイズが大きいほどドリフトしにくくなる一方、薬剤が付着しにくくなります。弊所ではドリフトと付着性のバランスを考慮し、190μmに設定して試験しました。この設定でもドリフトする場合はサイズをより大きくするなど、散布時の状況に合わせて調整してください。

表4-6 大豆作の液剤散布における散布(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	散布行程	飛行速度	飛行高度	散布幅	液滴サイズ
Agras T10	アディオン乳剤, プレパゾンフロアブル5, プランダム乳剤25, キラップフロアブルなど	0.8L/10a[注]	全面散布	18km/h	2.0m	5.0m	―
Agras T30, T30K					2.5m	7.5m	―
Agras T25, T25K, Agras T50					2.5m	7.5m	190um

注 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。

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4-7に示します。基本的に, 散布(噴霧)量0.8L/10aと同様の設定とし, 散布(噴霧)量のみ変更します。ただし, 散布(噴霧)量を増加すると, Agras T10の飛行速度は13km/hが上限となります。

表4-7 大豆作の液剤散布における散布(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	散布行程	飛行速度	飛行高度	散布幅	液滴サイズ
Agras T10	サンカラー[注1]	1.6L/10a[注2]	全面散布	13km/h[注3]	2.0m	5.0m	―
Agras T30, T30K				18km/h	2.5m	7.5m	―
Agras T25, T25K, Agras T50					2.5m	7.5m	190um

注1 「サンカラー」は亜リン酸を主成分とする葉面散布肥料であり、大豆の黒根腐病に対する被害軽減効果を確認している(R4 青森県指導参考資料)。
2 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。
3 散布量1.6/10aとすると, 飛行速度の上限が13km/hとなる。

目次に戻る

機体ごとの液剤の補充が必要となる面積を表4-8に示します。粒剤や肥料などと異なり，散布量が少ないため，補充が必要な面積が大きくなります。

表4-8　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 T50		40L	500a
Agras T10, T10K	1.6L/10a	8L	50a
Agras T25, T25K		20L	125a
Agras T30, T30K		30L	187a
Agras T50		40L	250a

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

散布経路は（5）病害虫防除（水稲作）での3）と同様になるため，p32を確認してください。

4）　散布後の清掃

散布後の清掃は（5）病害虫防除（水稲作）での4）と同様になるため，p32を確認してください。

5）　参考となる試験結果（R8.3更新）

散布量0.8L/10aの場合の作業時間（図4-6）

表4-6の条件により，Agras T10, T25, T30,T50でｱﾃﾞｨｵﾝ乳剤を0.8L/10aの散布量で散布した場合の作業時間は，散布幅が同じ7.5mのAgras T25, T30, T50では2.1～2.2分/10aで，散布幅が5.0mのAgras T10では2.7分/10aでした。Agras T10, T25, T50でﾌﾟﾚﾊﾞｿﾝﾌﾛｱﾌﾞﾙ5を0.8L/10aの散布量で散布した場合の作業時間は，Agras T25, T50では2.0～2.2分/10aで，散布幅が5.0mのAgras T10では2.6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。

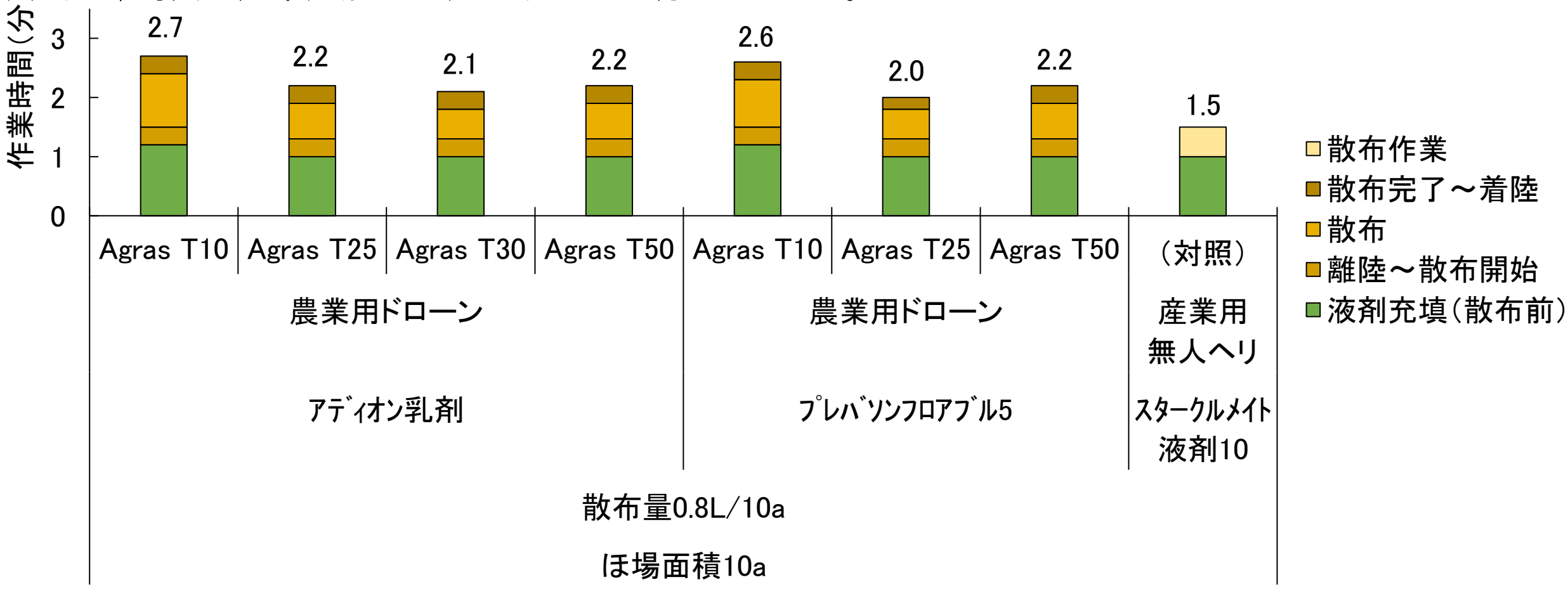


図4-6　農業用ドローンによる大豆作の液剤散布に係る作業時間

注1　ほ場面積10aは縦100m×横10m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Agras T10のみ8L，それ以外は20Lの充填量とした。
　4　作業人数は全て3名とした。
　5　散布作業は、離陸～散布開始、散布、散布完了までの合計時間を示す。

散布量1.6L/10aの場合の作業時間（図4-7）

表4-7の条件により，Agras T10, T25, T30, T50でサンカラーを1.6L/10aの散布量で散布した場合，ほ場面積10aの作業時間は，散布幅が同じ7.5mのAgras T25, T30, T50では2.1～2.2分/10aで，散布幅が5.0mのAgras T10では2.6分/10aでした。ほ場面積60aで散布した場合の作業時間は，Agras T25, T30, T50では5.1～5.3分/10aでした。Agras T10はタンク容量が小さいため，50a以上を散布すると散布中の補充が必要となり，散布幅が5.0mと短いため9.5分/10aでした。

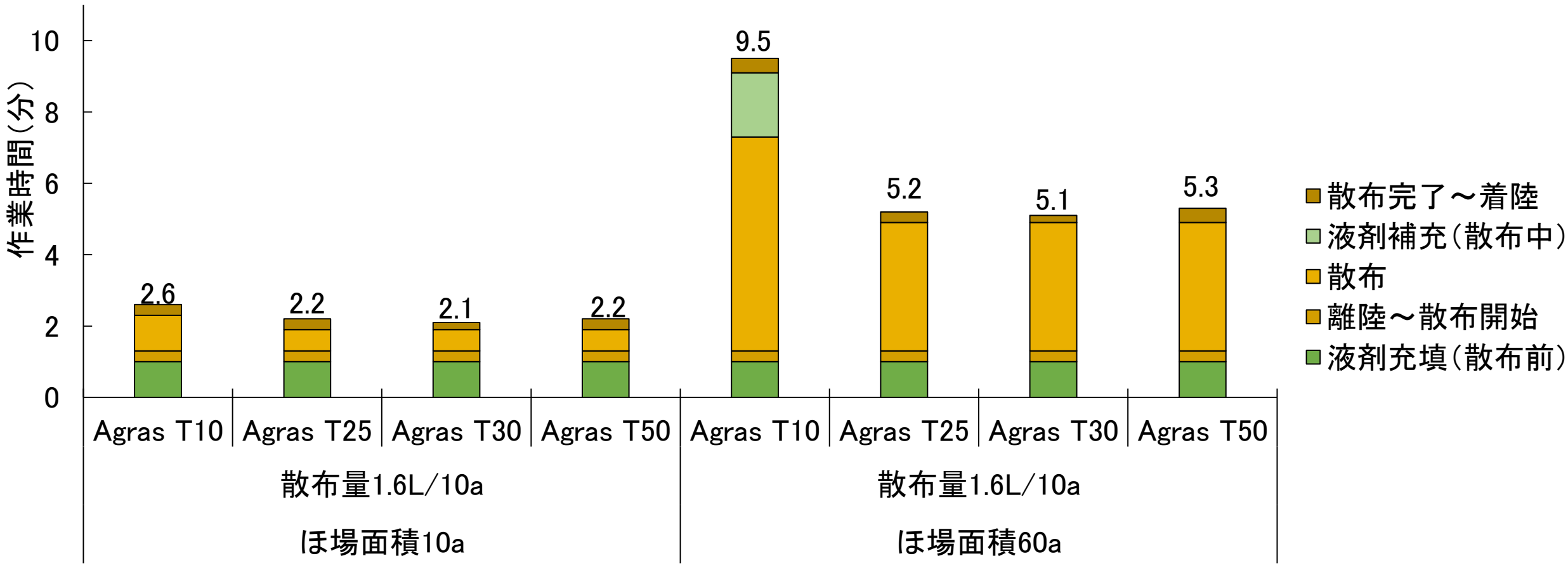


図4-7　農業用ドローンによる大豆作の液剤散布に係る作業時間

注1　ほ場面積10aは縦100m×横10m，60aは縦100m×横60mを想定。
　2　液剤はAgras T10のみ8L，それ以外は20Lの充填量とした。
　3　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4-9）

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Agras T10が13.1%で，バッテリー交換までの散布の目安は53a，Agras T25, T30は4.1%で170a，Agras T50は5.4%で129a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Agras T10が14.1%で，バッテリー交換までの散布の目安は49a，Agras T25, T30は4.1%で170a，Agras T50は5.4%で120aとなります。散布（噴霧）量は0.8L/10a，1.6L/10aいずれも設定どおりとなりました。

表4-9　大豆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	機体名	バッテリー消費率[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	散布（噴霧）量[注3]	
				設定値	実測値
0.8L/10a	Agras T10	13.1%/10a	53a	0.8L/10a	0.8L/10a
	Agras T25	4.1%/10a	170a		0.8L/10a
	Agras T30	4.1%/10a	170a		0.8L/10a
	Agras T50	5.4%/10a	129a		0.8L/10a
1.6L/10a	Agras T10	14.1%/10a	49a	1.6L/10a	1.6L/10a
	Agras T25	4.1%/10a	170a		1.6L/10a
	Agras T30	4.1%/10a	170a		1.6L/10a
	Agras T50	5.4%/10a	129a		1.6L/10a

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
　2　バッテリーの交換の目安は30%以下。
　3　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。

5　小麦作での農業用ドローンの利用方法

（1）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, 粒剤を散布するためのテンプレートが使用できます。これは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。詳細やテンプレートの作成方法は, p26を参考にしてください。

2） 機体設定

尿素（窒素含有率46%）を4.3kg/10a（2.0Nkg/10）の散布量で, Agras T25, T25K, Agras T50を使用して散布した場合の機体設定を表5-1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下さい。

表5-1　小麦作における追肥での機体設定

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, T25K, Agras T50	尿素	4.3kg/10a	2.0Nkg/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

尿素を使用した場合の散布量と, Agras T25, T25K, Agras T50を使用した場合の散布中に資材補充が必要となる散布面積を表5-2に示します。

また, 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の塊となってしまうことがあります。開封してから日数が経過し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5-2　小麦作における基肥散布での散布可能な面積

機体	資材名	散布量（現物）	粒剤タンク容量	一度の補充で散布可能な面積[注]
Agras T25, T25K	尿素	4.3kg/10a	20kg	44a
Agras T50			50kg	90a

注　散布前の資材充填量および散布中の資材補充量を, Agras T25及びT25Kで20kg, Agras T50で40kgとし, 残量1kgで補充した。

3） 散布経路

散布経路は（2）1キロ粒剤での3）と同様になるため, p24を確認してください。

4） 散布後の清掃

散布後の清掃は（2）1キロ粒剤での4）と同様になるため, p25を確認してください。

目次に戻る

5） 参考となる試験結果（R8.3更新）

作業時間（図5-2）

表5-1の条件によるAgras T25とAgras T50での追肥に係る作業時間は，ほ場面積10aではAgras T25が2.5分，Agras T50が2.5分となり同等でした。一方，散布面積1haでは，Agras T25が散布中の補充2回で15.1分，Agras T50も散布中の補充2回ですが，うち1回はバッテリー交換のみだったことから作業時間が短くなり13.3分となりました。

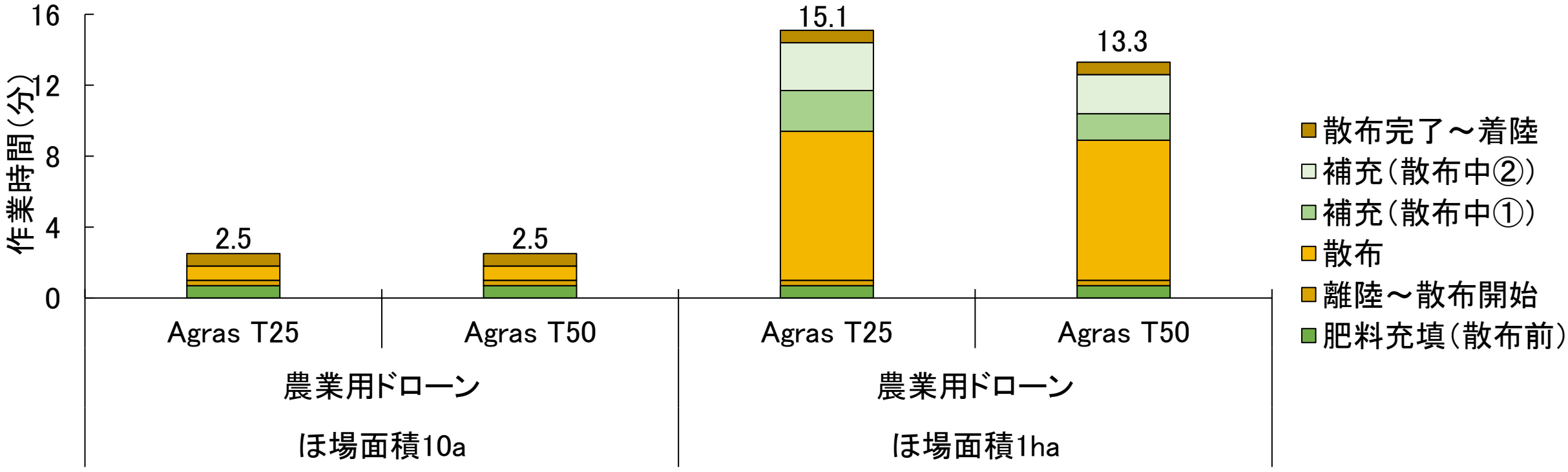


図5-2 農業用ドローンによる小麦作の追肥に係る作業時間

注1 使用した肥料は尿素で，施肥窒素量2.0Nkg/10a（現物4.3kg/10a）の設定とした。
2 ほ場面積10aは縦100×横10m，1haは縦100×横100mを想定
3 肥料は，Agras T25の場合は20kgを，Agras T50の場合は40kgを1回の作業で補充した。
4 補充（散布中①）について，Agras T25は肥料補充，Agras T50はバッテリー交換のみ行った。
5 補充（散布中②）について，いずれの機体も肥料補充とバッテリー交換を行った。
6 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5-3）

Agras T25による散布では，10a当たりのバッテリー消費率は16.6%/10aで，バッテリー交換の目安は42a，散布量は2.0Nkg/10aの設定に対し，1.9Nkg/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27.9%/10a，バッテリー交換の目安は25a，散布量は2.0Nkg/10aの設定に対し，1.7kg/10aとなりました。

表5-3 小麦作の追肥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[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注2]	散布量[注3]	
			設定値	実測値
Agras T25	16.6%/10a	42a	2.0Nkg/10a	1.9Nkg/10a
Agras T50	27.9%/10a	25a	2.0Nkg/10a	1.7Nkg/10a

注1 気温や風速の条件により増減する場合がある。
2 バッテリーの交換の目安は30%以下。
3 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。設定方法はp31を参考にしてください。

2） 機体設定

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5-4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下さい。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。液滴サイズはAgras T25, T25K, Agras T50, で使用可能な機能です。50～500μmの間で設定でき、サイズが大きいほどドリフトしにくくなる一方、薬剤が付着しにくくなります。弊所ではドリフトと付着性のバランスを考慮し、190μmに設定して試験しました。この設定でもドリフトする場合はサイズをより大きくするなど、散布時の状況に合わせて調整してください。

表5-4 小麦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	散布行程	飛行速度	飛行高度	散布幅	液滴サイズ
Agras T10, T10K	チルト乳剤、ランマンフロアブル、トップジンMゾルなど	0.8L/10a[注]	全面散布	18km/h	2.0m	5.0m	―
Agras T25, T25K, Agras T50					2.5m	7.5m	190um

注 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。

散布（噴霧）量0.8 L/10aの場合の機体ごとの液剤の補充が必要となる面積を表5-5に示します。粒剤や肥料などと異なり，散布量が少ないため，補充が必要な面積が大きくなります。

表5-5 小麦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 T50		40L	500a

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

散布経路は（5）病害虫防除（水稲作）での3）と同様になるため，p32を確認してください。

4） 散布後の清掃

散布後の清掃は（5）病害虫防除（水稲作）での4）と同様になるため，p32を確認してください。

作業時間（図5-5）

表5-4の条件により，散布量0.8L/10aの液剤をAgras T25で散布した場合の作業時間は，6.9～7.8分/haでした。また，対照のブームスプレーヤーは70.9分/haでした。

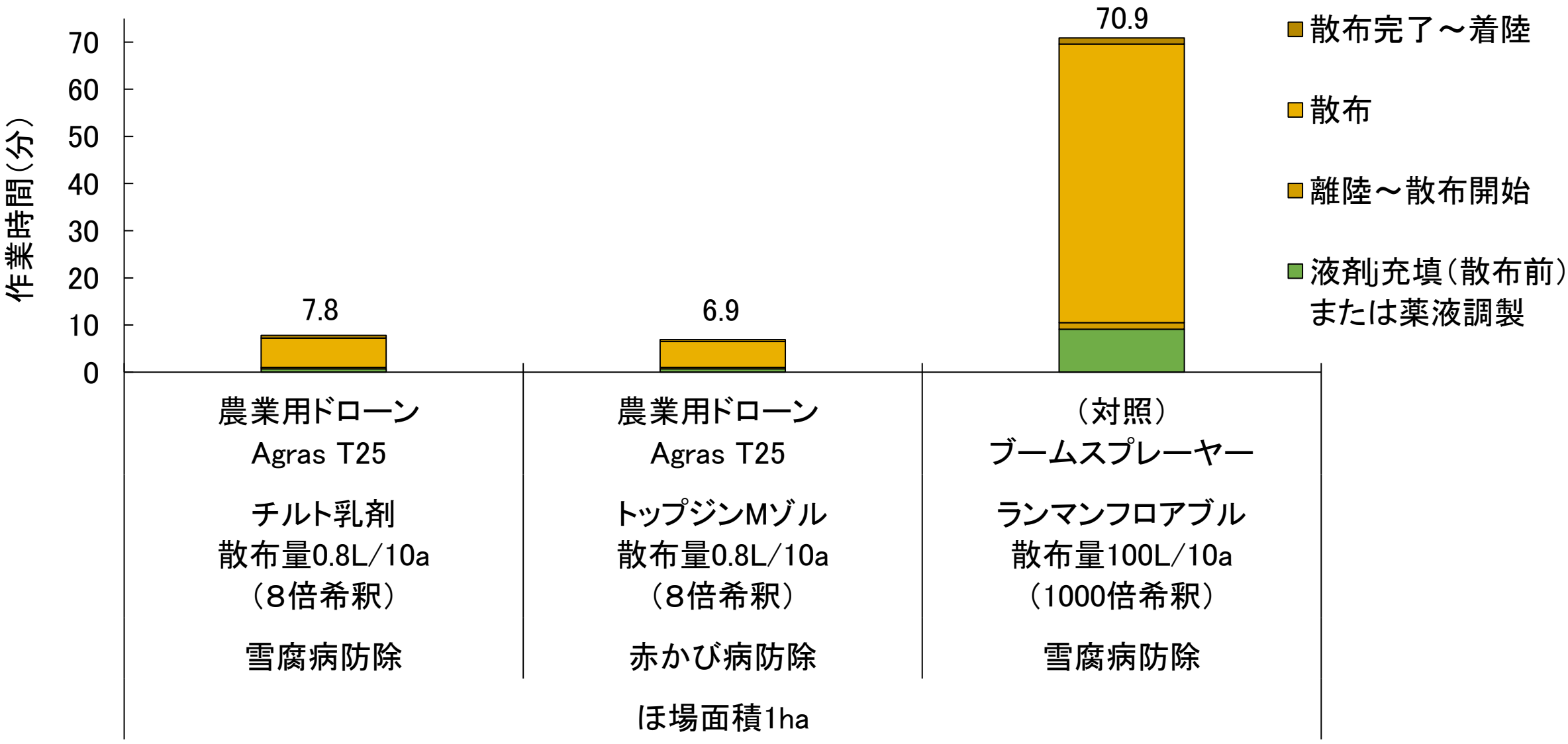


図5-5　農業用ドローンによる小麦作の液剤散布に係る作業時間

注1　ほ場面積1haは縦100m×横100mを想定。
　2　ブームスプレーヤー（M社製）はタンク容量600Lのものを，散布幅10m，作業速度4.0km/h
　　の条件で作業した。
　3　農業用ドローンの散布前充填量は20Lとした。
　4　液剤補充（散布前）または薬液調製は，農業用ドローンは希釈済の薬液を充填する時間，ブームス
　　プレーヤーはタンク内で薬液を調製する時間を示す。
　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5-6）

Agras T25によるチルト乳剤の散布では，1ha当たりのバッテリー消費量は57.7%で，バッテリー交換までの散布の目安は121aとなります。散布（噴霧）量は設定どおりとなりました。

Agras T25によるトップジンMゾルの散布では，1ha当たりのバッテリー消費量は32.3%で，バッテリー交換までの散布の目安は216aとなります。散布（噴霧）量は設定どおりとなりました。

表5-6　小麦作の液剤散布でのバッテリー消費率と実散布量

作業名	薬剤名	機体名	バッテリー消費率[注1]	バッテリー交換までの散布面積[注3]	散布（噴霧）量[注4]	
					設定値	実測値
雪腐病防除	チルト乳剤	Agras T25	57.7%/ha	121.3a	0.8L/10a	0.8L/10a
赤かび病防除	トップジンMゾル		32.3%/ha	216.7a		0.8L/10a

注1　気温や風速の条件により増減する場合がある。
　2　散布日は、チルト乳剤が11月25日、トップジンMゾルが6月9日。
　3　バッテリーの交換の目安は30%以下。
　4　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。

6　導入に適した散布面積の試算

目次に戻る

（1）水稲作

1）　損益分岐点面積

水稲作において，農業用ドローンを施肥・農薬散布に体系利用した際の損益分岐点面積（ha/年）を試算しました（図6-1）。Agras T10は「一発処理除草剤（自己拡散型），中後期除草剤（1キロ粒剤）の散布，穂いもち防除，カメムシ防除の4種の作業に使用した」，Agras T25，Agras T50は「上記4種に加え，基肥，追肥，ケイ酸質資材散布，稲わら分解資材散布を含む8種の作業に使用した」という条件です。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経費が安くなる年間当たりの散布面積を示しています。

損益分岐点面積は，Agras T10は10.0ha/年，Agras T25は8.8ha/年，Agras T50は9.6ha/年と試算されました。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。

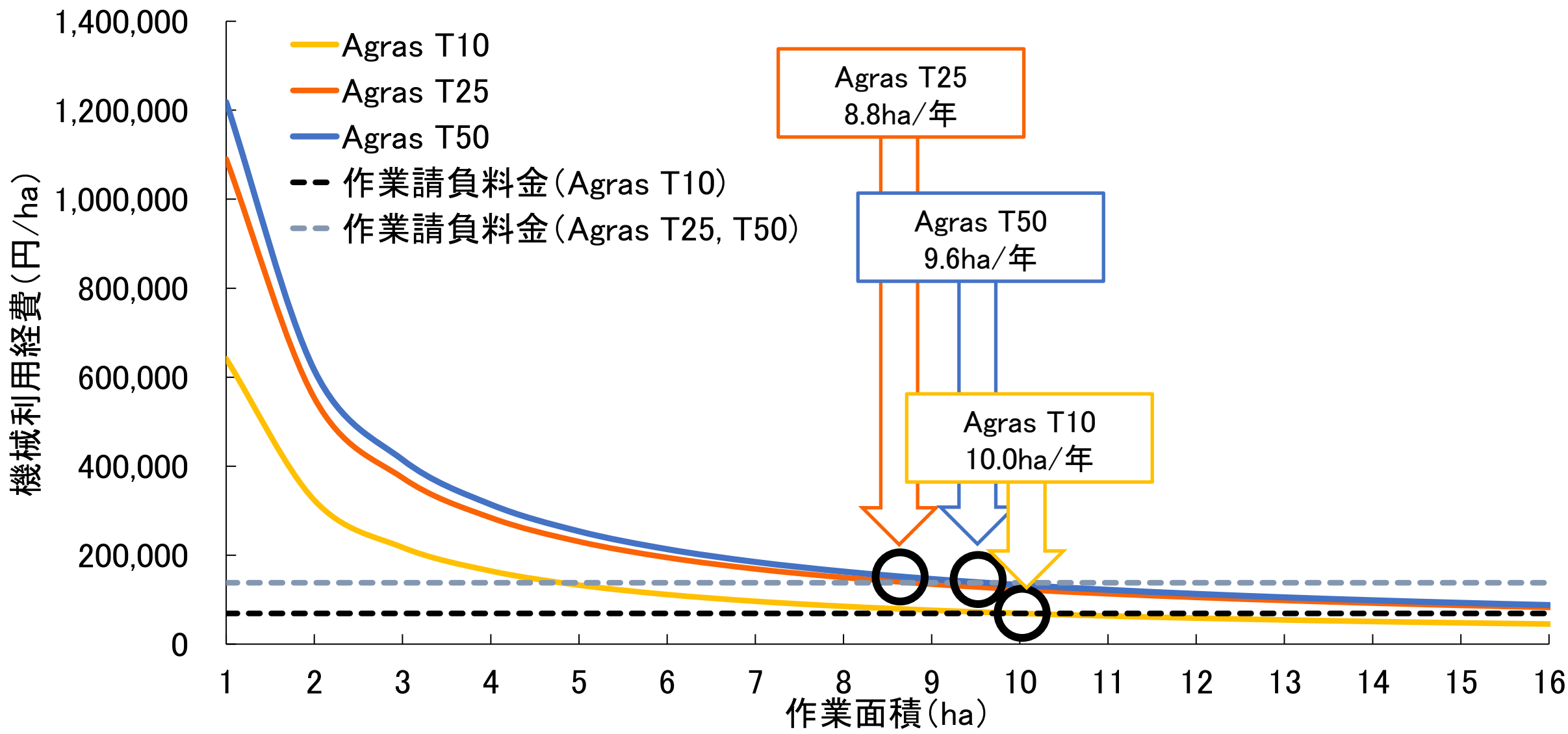


図6-1　利用面積と機械利用経費の関係性（体系利用）

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（図6-2同様）。
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減価償却費20%，修理費5%，資本利子4%とした（図6-2同様）。
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の目安単価より）として試算した（図6-2同様）。
4　労費は「令和6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（図6-2同様）。
5　作業請負料金は「令和6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（図6-2同様）。
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（図6-2同様）。

また，水稲作で農業用ドローンを，生産現場で広く行われる作業に使用した際の損益分岐点面積（ha/年）を試算しました（図6-2）。Agras T10は「一発処理除草剤（自己拡散型）の散布，中後期除草剤（1キロ粒剤）の散布，穂いもち防除，カメムシ防除の4種の作業に使用した」，Agras T25，Agras T50は「上記4種に加え，追肥を含む5種の作業に使用した」という条件です。

損益分岐点面積は，Agras T10は10.0ha/年，Agras T25は13.3ha/年，Agras T50は14.9ha/年となり，Agras T25とAgras T50は作業項目が減少した分，体系利用する条件より損益分岐点面積が大きい試算となります。

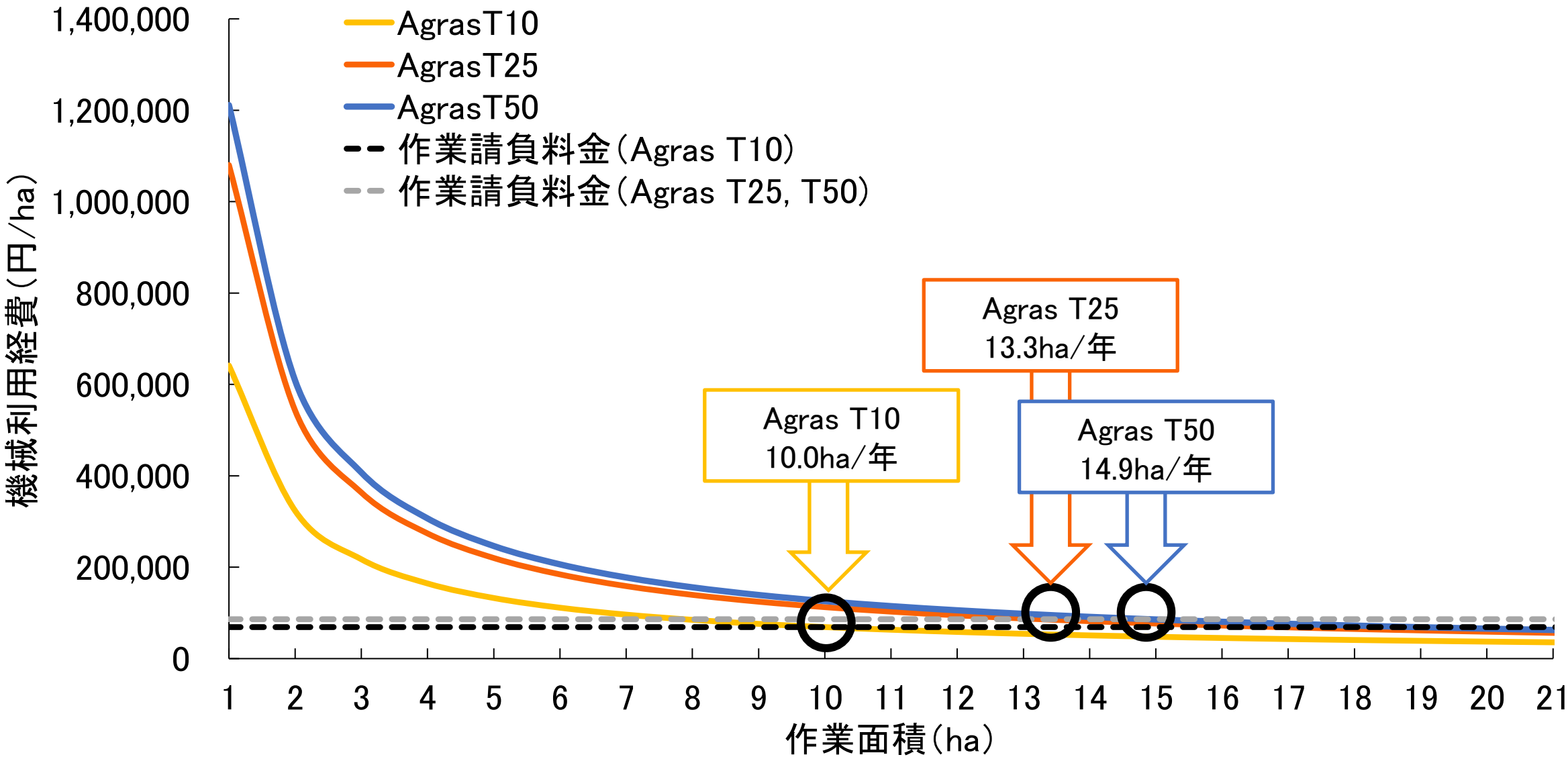


図6-2　利用面積と機械利用経費の関係性（除草剤散布，追肥，病害虫防除）

目次に戻る

2） 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（自己拡散型）の散布，中後期除草剤（1キロ除草剤）の散布，追肥，穂いもち防除，カメムシ類防除の５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6-3）。作業条件は，一発処理除草剤（自己拡散型）の散布が散布適期とした田植え翌日から７日間のうち，降雨や休日などにより，散布できる日数を４日間のうち１回散布，中後期除草剤は落水状態で処理する剤を想定し，中干し期間の開始日の前後２日の５日間のうち３日間の散布可能日で１回散布，追肥は出穂の進度の最盛期の平年値25～20日前の６日間のうち３日間の散布可能日で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７日間のうち３日間の散布可能日で１回散布，カメムシ類は穂揃期から穂揃７日後の14日間のうち７日間の散布可能日で２回散布としました。

Agras T10の最大作業可能面積は,一発処理除草剤（自己拡散型）の散布が308.0ha/年，中後期除草剤（1キロ除草剤）の散布が57.8ha/年，穂いもち防除が52.5ha/年，カメムシ類防除が61.3ha/年の試算となりました。

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。

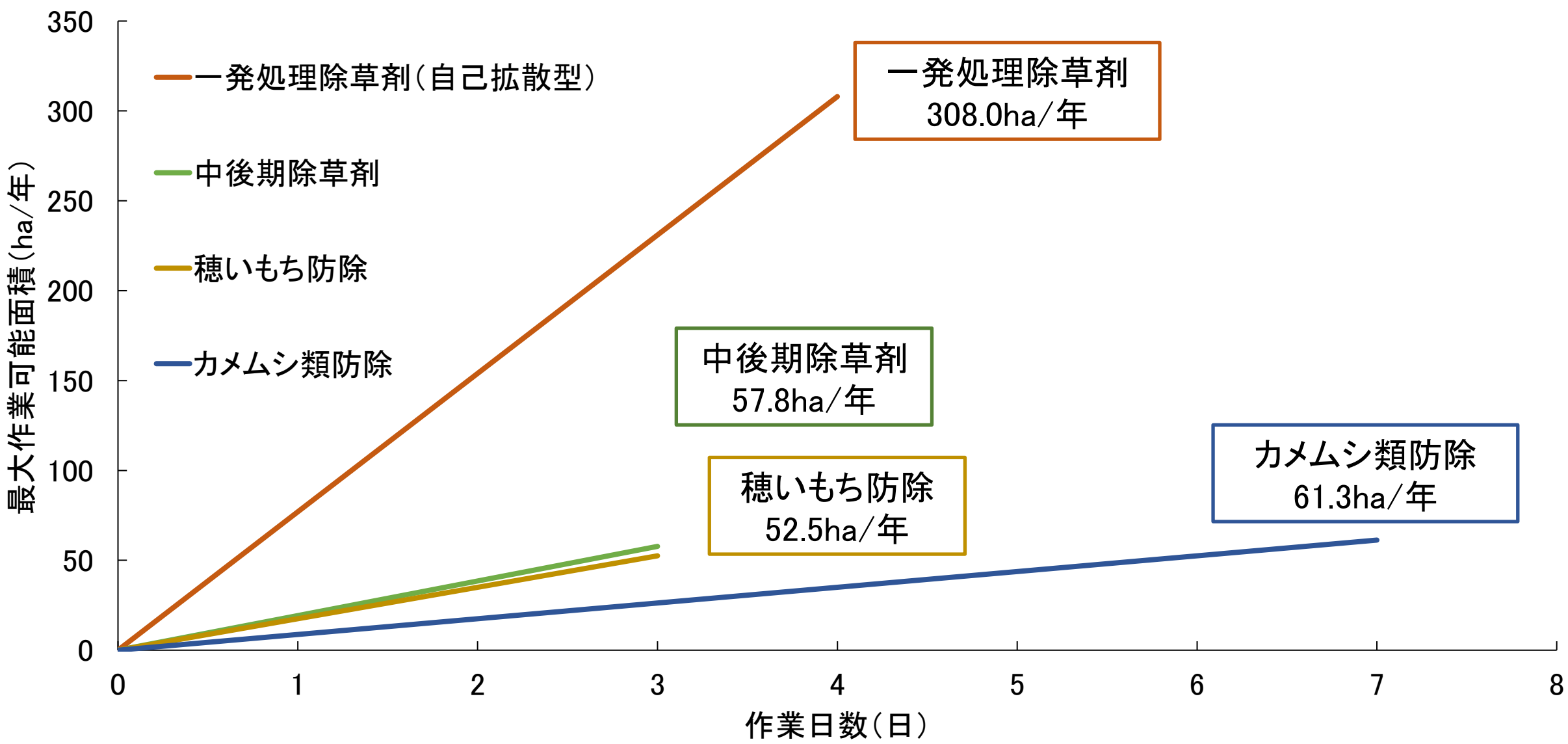


図6-3 作業日数と散布面積の関係性（Agras T10）

注 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，資材充填時間，バッテリー交換時間の実測値から算出した作業損失時間より試算した（図6-4，5同様）。

Agras T25の最大作業可能面積は,一発処理除草剤（自己拡散型）の散布が513.3ha/年, 中後期除草剤（1キロ除草剤）の散布が64.2ha/年, 追肥が44.4ha/年, 穂いもち防除が96.3ha/年, カメムシ類防除が112.3ha/年の試算となりました。

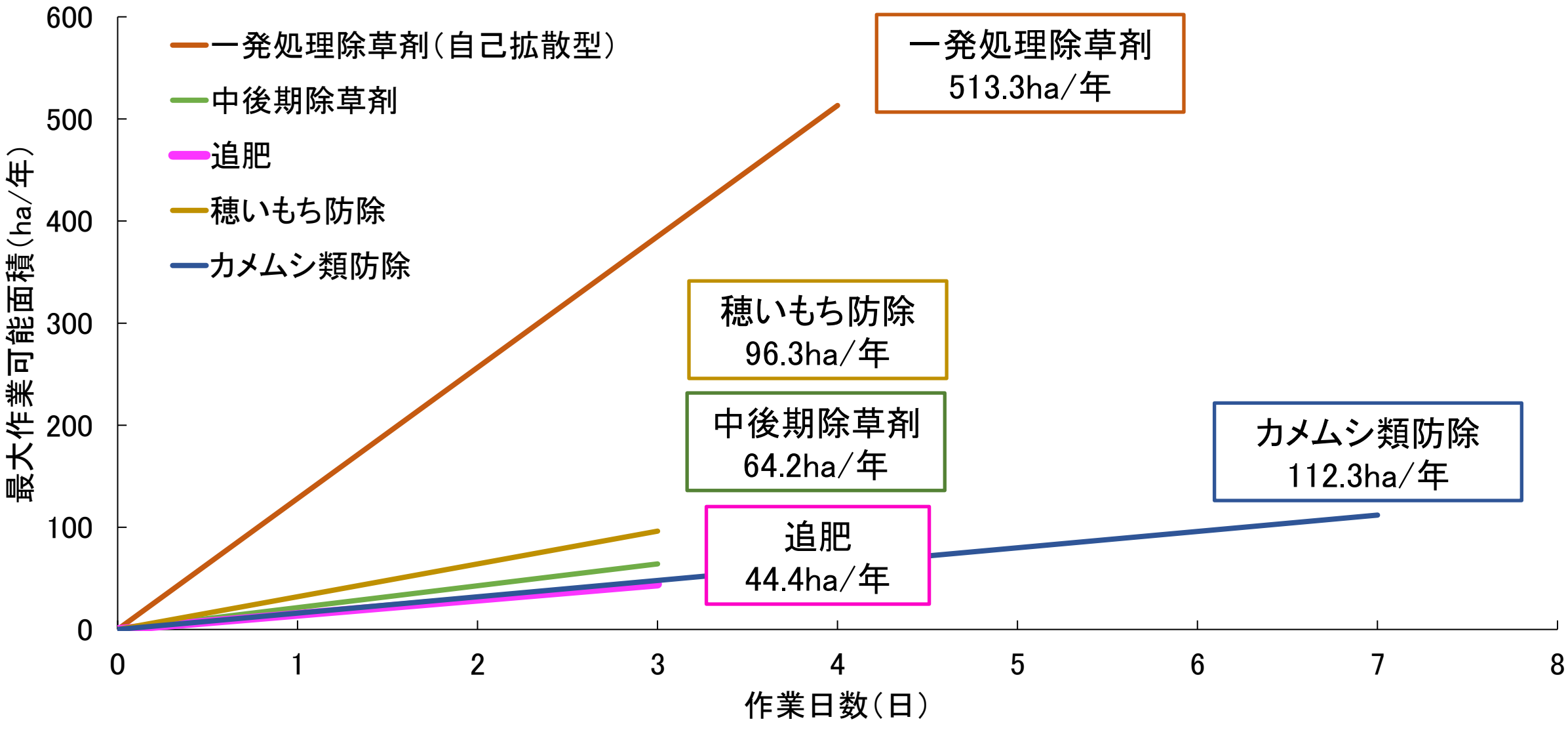


図6-4　作業日数と散布面積の関係性（Agras T25）

Agras T50の最大作業可能面積は,一発処理除草剤（自己拡散型）の散布が513.3ha/年, 中後期除草剤（1キロ除草剤）の散布が64.2ha/年, 追肥が48.1ha/年, 穂いもち防除が88.8ha/年, カメムシ類防除が103.7ha/年の試算となりました。

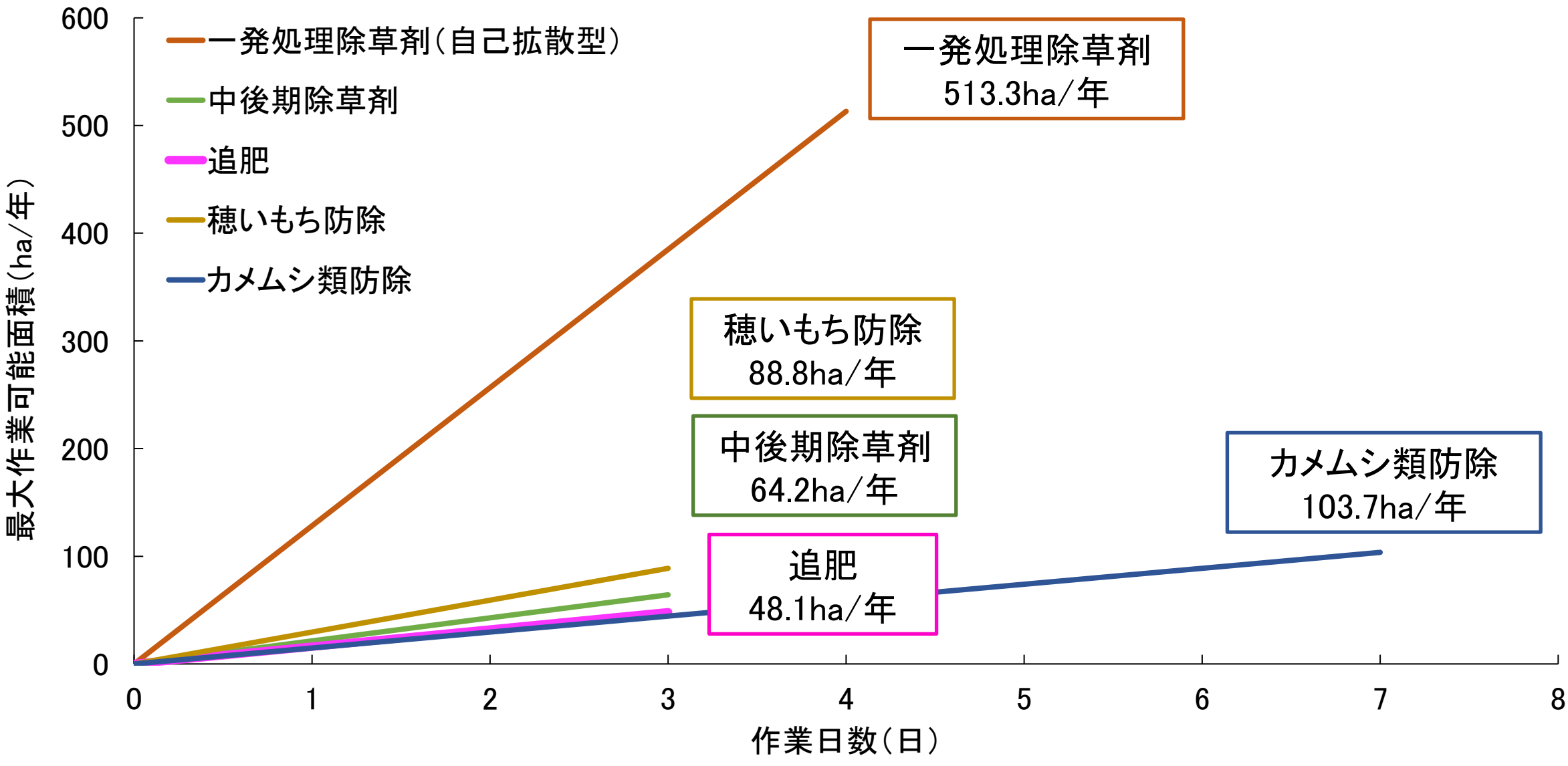


図6-5　作業日数と散布面積の関係性（Agras T50）

目次に戻る

3） 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（p54）と最大作業可能面積（p55, 56）で示した数値の試算表を表6-1, 6-2に示します。Agras T10を「一発処理除草剤（「自己拡散型」）の散布, 中後期除草剤（1キロ除草剤）の散布, 穂いもち防除, カメムシ防除の４種の作業に使用した」, Agras T25, Agras T50を「上記４種に加え, 追肥を含む５種の作業に使用した」という条件で用いる場合, 試算したいずれの機体においても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るべき面積（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6-1　経済性評価（Agras T10, Agras T25）

対象機種				Agras T10				Agras T25				
大きさ、能力		液剤タンク 粒剤タンク		搭載量8L 搭載量10kg				搭載量20L 搭載量20kg				
				粒剤散布		液剤散布		粒剤散布			液剤散布	
			作業名	初中期一発処理除草剤（自己拡散型）	中後期除草剤	穂いもち防除	カメムシ類防除	初中期一発処理除草剤（自己拡散型）	中後期除草剤	追肥	穂いもち防除	カメムシ類防除
			供試資材	豆つぶ剤	バサグラン・エアー	ラブサイドフロアブル	スタークルメイト液剤10	FG剤	バサグラン・エアー	硫安（窒素含有21%）	ラブサイドフロアブル	スタークルメイト液剤10
			散布量	250g/10a	1.0kg/10a	0.8L/10a	0.8L/10a	200g/10a	1.0kg/10a	2.0Nkg/10a	0.8L/10a	0.8L/10a
最大作業可能面積	作業能率		h/ha	0.05	0.20	0.22	0.22	0.03	0.18	0.26	0.12	0.12
	作業回数		回	1	1	1	2	1	1	1	1	2
	作業時間		h/ha	0.05	0.20	0.22	0.44	0.03	0.18	0.26	0.12	0.24
	作業時間合計		h/ha	0.05	0.20	0.22	0.44	0.03	0.18	0.26	0.12	0.24
	作業期間（始）		月日	6月1日	6月28日	7月31日	8月6日	6月1日	6月28日	7月10日	7月31日	8月6日
	作業期間（終）		月日	6月7日	7月2日	8月5日	8月19日	6月7日	7月2日	7月15日	8月5日	8月19日
	作業可能日数率		%	62	64	65	56	62	64	60	65	56
	作業可能日数		日	4	3	3	7	4	3	3	3	7
	作業可能時間		h	15	12	12	27	15	12	12	12	27
	最大作業可能面積（①）		ha	308.0	57.8	52.5	61.3	513.3	64.2	44.4	96.3	112.3
損益分岐点面積	固定費	本体一式	千円	2,091				3,603				
		固定比率	%	29.0				29.0				
		保障、点検料など	千円	30				30				
		計	千円	636				1,075				
	変動費	ﾊﾞｯﾃﾘｰ充電単価	円/kwh	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
		ﾊﾞｯﾃﾘｰ使用量	kwh/ha	0.07	0.31	0.43	0.43	0.12	1.19	1.21	0.69	0.69
		ﾊﾞｯﾃﾘｰ使用費	円/ha	2	10	13	13	4	37	38	21	21
		労賃	円/h	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228
		小計	円/ha	297	1,191	1,315	2,607	183	1,124	1,594	743	1,447
		合計	円/ha	5,411				5,091				
	作業請負料金	各作業別	円/ha	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240
		合計	円/ha	68,960				86,200				
	損益分岐点面積（②）		ha	10.0				13.3				
①-②			ha	298.0	47.8	42.5	51.3	500.0	50.9	31.1	83.0	99.0

備考

1　初中期一発処理除草剤（自己拡散型製剤）の散布幅は、一辺100m圃場を1行程のみ散布する想定とした（令和6年度農林総合研究所試験成績概要集、令和7年）（表6-2同様）。

2 粒剤散布の作業期間は、初中期一発処理除草剤は田植の進度終わりの平年値（田植進ちょく状況（6月5日現在）、青森県「農林水産力」強化本部、令和7年）の3日後から7日間とした。中後期除草剤は落水状態で処理する剤を想定し、中干し期間の開始日（出穂の進度の最盛期（8月5日現在水稲出穂状況、青森県「農林水産力」強化本部、令和7年）の平年値34日前）の前後2日とした。追肥は出穂の進度の最盛期の平年値25～20日前（8月5日現在水稲出穂状況、青森県「農林水産力」強化本部、令和7年）とした。稲わら分解資材は稲刈の進度の終わり平年値（稲刈進ちょく状況（10月10日現在）、青森県「農林水産力」強化本部、令和7年）の翌日から7日間とした（表6-2同様）。

3　液剤散布の作業期間は、穂いもち防除は出穂の進度の始め（8月5日現在水稲出穂状況、青森県「農林水産力」強化本部、令和7年）からカメムシ類防除開始日前までとした。カメムシ類防除は出穂の進度の最盛期を起算日とし、稲作改善指導要領（青森県、令和6年）に従った（表6-2同様）。

4　AgrasT10での追肥は散布中の補充回数が非常に多くなり現実的な作業効率でないため、評価項目から除外した。

5　作業可能日数率は作業期間において、2016から2025年までの青森、弘前、八戸、五所川原、十和田、むつアメダスより降水量10mm以上もしくは平均風速3.0m/s以上を作業不可日として算出し、年平均に換算した（表6-2同様）。

6　本体一式は液剤装置付きドローン本体1台、充電器1台、バッテリー6個、粒剤散布装置1台を購入したものとした（表6-2同様）。

7　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%で試算した（表6-2同様）。

8　バッテリー充電単価はバッテリー容量から電気料金の単価を 31 円/kwh（全国家庭電気製品公正取引協議会の目安単価より）として試算した（表6-2同様）。

9　バッテリー消費量は、ほ場面積10a（縦100m×横10m）あたりのバッテリー消費率を用いて試算した（表6-2同様）。

10　労賃は「令和6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(トラクター、田植機、コンバインの平均値)の日賃金を時給換算し、青森県最低賃金（令和7年 12 月現在）を補助者の時給とし、オペレータ(時給 1,170 円)×１人+補助者(時給1,029 円)×２人=3,228 円/時となり、それを作業能率から1ha 当たりに換算した（表6-2同様）。

11　作業請負料金は「令和6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)」の防除(個人)の県平均賃金を参照した（表6-2同様）。

目次に戻る

表6-2　経済性評価（Agras T50）

対象機種			Agras T50				
大きさ、能力	液剤タンク 粒剤タンク		搭載量40L 搭載量50kg				
	作業名		粒剤散布			液剤散布	
			初中期一発処理除草剤（自己拡散型）	中後期除草剤	追肥	穂いもち防除	カメムシ類防除
	供試資材		FG剤	バサグラン・エアー	硫安（窒素含有21%）	ラブサイドフロアブル	スタークルメイト液剤10
	散布量		200g/10a	1.0kg/10a	2.0Nkg/10a	0.8L/10a	0.8L/10a
最大作業可能面積	作業能率	h/ha	0.03	0.18	0.24	0.13	0.13
	作業回数	回	1	1	1	1	2
	作業時間	h/ha	0.03	0.18	0.24	0.13	0.26
	作業時間合計	h/ha	0.03	0.18	0.24	0.13	0.26
	作業期間（始）	月日	6月1日	6月28日	7月10日	7月31日	8月6日
	作業期間（終）	月日	6月7日	7月2日	7月15日	8月5日	8月19日
	作業可能日数率	%	62	64	60	65	56
	作業可能日数	日	4	3	3	3	7
	作業可能時間	h	15	12	12	12	27
	最大作業可能面積（①）	ha	513.3	64.2	48.1	88.8	103.7
損益分岐点面積	固定費 本体一式	千円	4,055				
	固定比率	%	29.0				
	保障、点検料など	千円	30				
	計	千円	1,206				
	変動費 バッテリー充電単価	円/kwh	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
	バッテリー使用量	kwh/ha	0.12	1.17	1.77	0.80	0.80
	バッテリー使用費	円/ha	4	36	55	25	25
	労賃	円/h	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228
	小計	円/ha	183	1,064	1,508	808	1,571
	合計	円/ha	5,134				
	作業請負料金 各作業別	円/ha	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240
	合計	円/ha	86,200				
	損益分岐点面積（②）	ha	14.9				
①-②		ha	498.4	49.3	33.2	73.9	88.8

目次に戻る

（2）大豆作

1） 損益分岐点面積

大豆作において，農業用ドローンを農薬散布に体系利用した際の損益分岐点面積（ha/年）を試算しました（図6-6）。「黒根腐病防除,食用性害虫防除，紫斑病と子実吸汁性カメムシ類の同時防除，マメシンクイガと子実吸汁性カメムシ類の同時防除の４種の作業に使用した」という条件です。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経費が安くなる年間当たりの散布面積を示しています。

損益分岐点面積は，Agras T10は10.0ha/年，Agras T25は16.3ha/年，Agras T50は17.5ha/年と試算されました。これらの面積が農業用ドローンを大豆作で利用する場合の導入の目安になります。

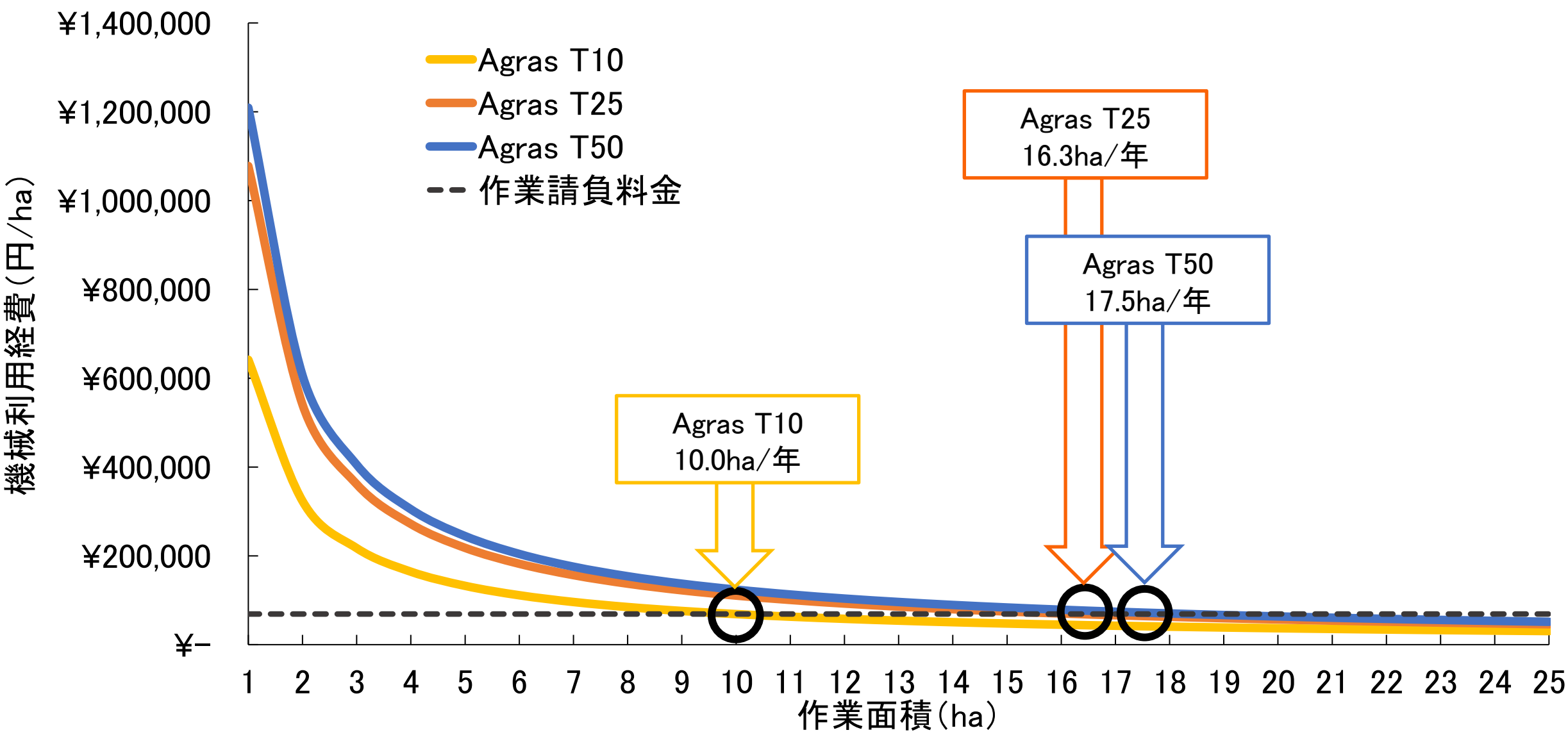


図6-6 利用面積と機械利用経費の関係性

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減価償却費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の目安単価より）として試算した。
4 労費は「令和6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6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） 最大作業可能面積

大豆作において,黒根腐病防除, 食用性害虫防除, 紫斑病・子実吸汁性カメムシ類防除, マメシンクイガ・子実吸汁性カメムシ類防除の4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6-7）。作業条件は,黒根腐病防除が6葉期から食葉性害虫防除の作業期間（始）前までの11日間のうち, 降雨や休日などにより, 散布できる日数を7日間のうち1回散布, 食葉性害虫防除が令和7年度農作物病害虫防除指針のウコンノメイガの項目より7月下旬から8月上旬の21日のうち13日の散布可能日で1回散布としました。紫斑病・子実吸汁性カメムシ類防除は令和7年度農作物病害虫防除指針の紫斑病の項目より大豆開花期後20～40日, マメシンクイガ・子実吸汁性カメムシ類防除は令和7年度農作物病害虫防除指針のマメシンクイガの項目より8月第5半旬から9月第1半旬までを作業期間とし, 紫斑病防除とマメシンクイガ防除で作業期間の一部が重複することから, 各作業項目が同じ作業日数になるようにして, それぞれ12日間のうち7日間の散布可能日で1回散布としました。

Agras T10の最大作業可能面積は, 黒根腐病防除が103.7ha/年, 食用性害虫防除が238.3ha/年,紫斑病・子実吸汁性カメムシ類防除が141.8ha/年,マメシンクイガ・子実吸汁性カメムシ類防除が141.8ha/年の試算となりました。

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。

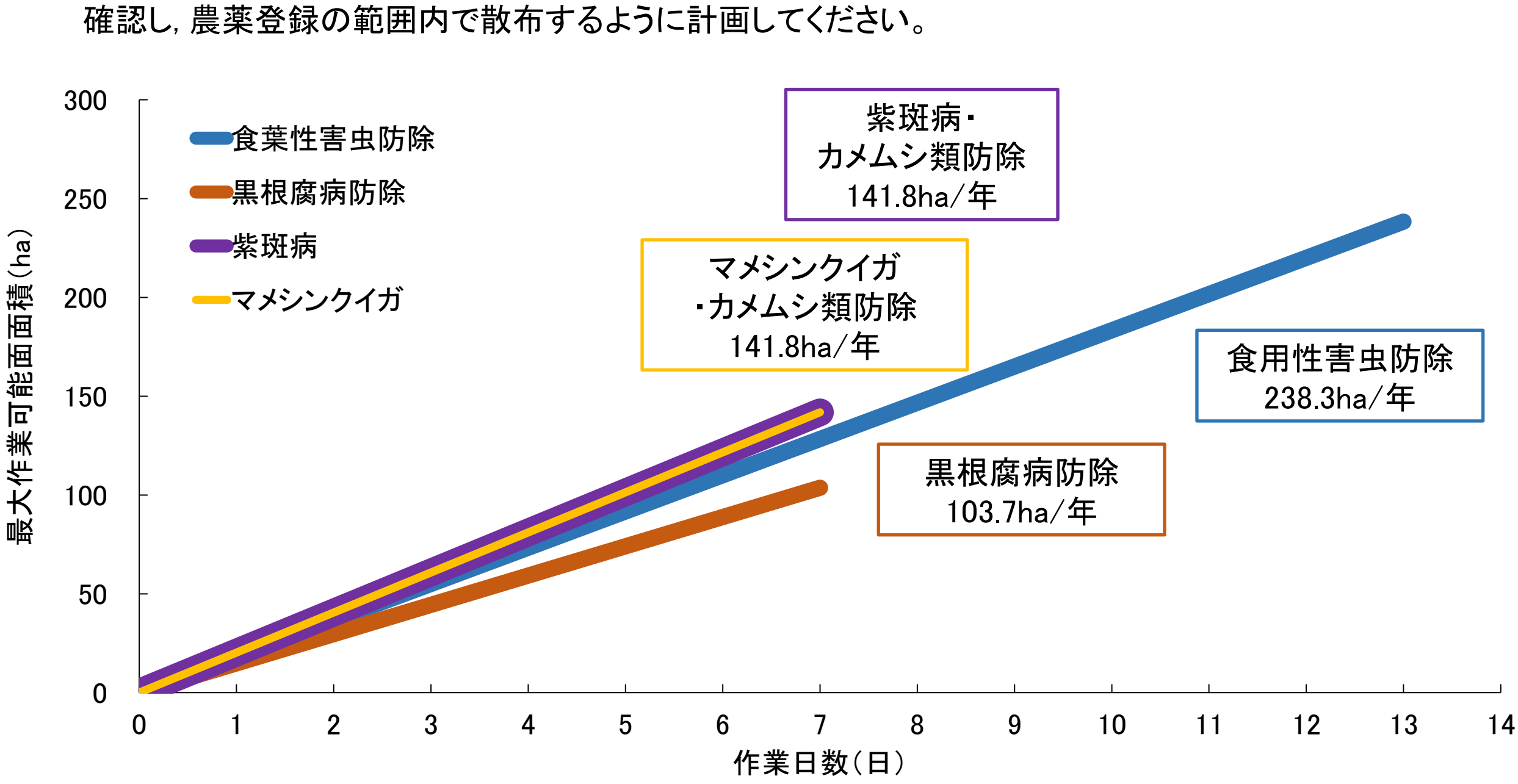


図6-7 作業日数と散布面積の関係性（Agras T10）

注 ドローンの大豆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, 資材充填時間, バッテリー交換時間の実測値から算出した作業損失時間より試算した（図6-8, 9同様）。

Agras T25の最大作業可能面積は,黒根腐病防除が207.3ha/年, 食用性害虫防除が385.0ha/年,紫斑病・子実吸汁性カメムシ類防除が245.0ha/年,マメシンクイガ・子実吸汁性カメムシ類防除が245.0ha/年の試算となりました。

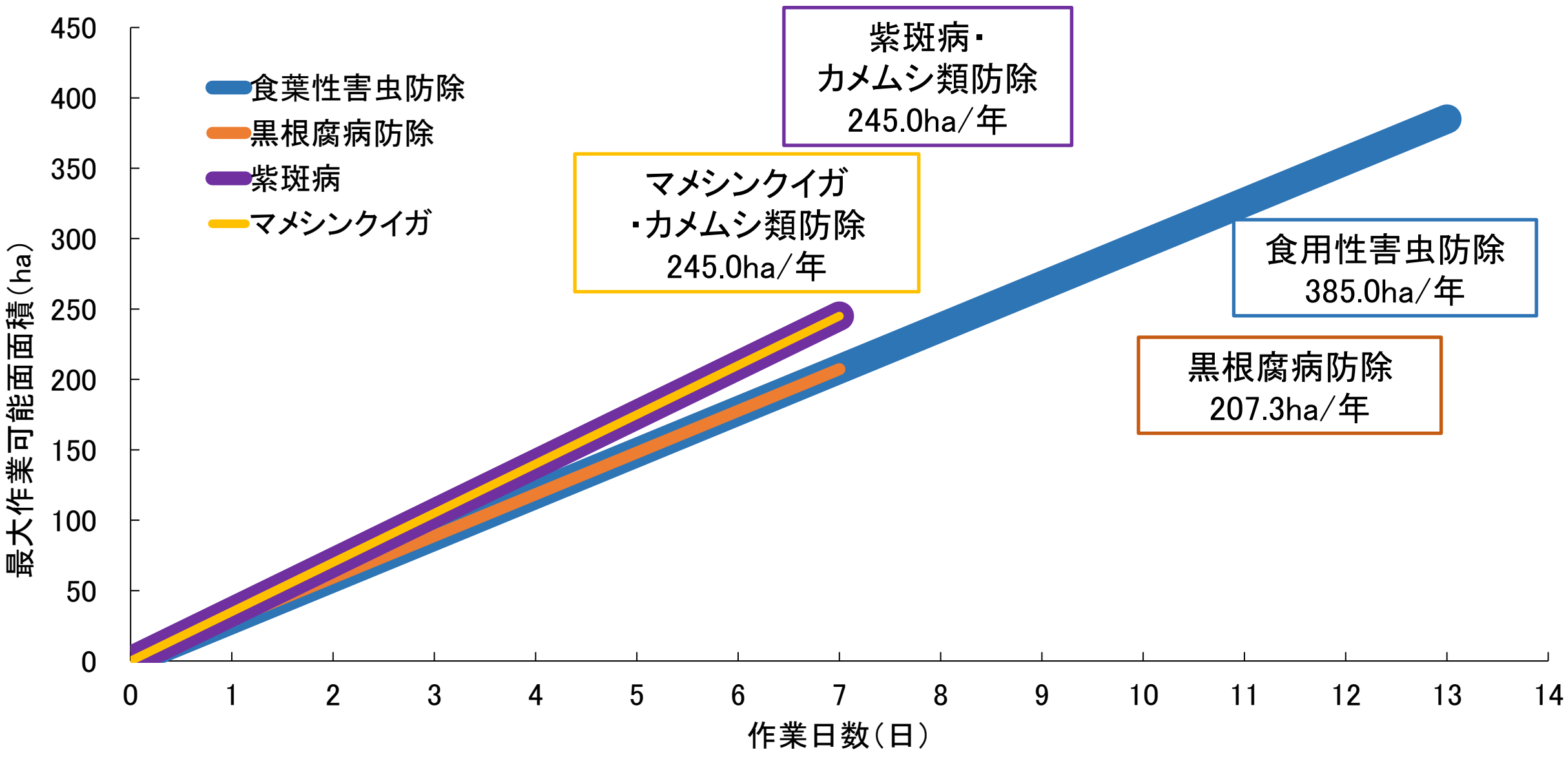


図6-8　作業日数と散布面積の関係性(Agras T25)

Agras T50の最大作業可能面積は,黒根腐病防除が207.3ha/年, 食用性害虫防除が385.0ha/年,紫斑病・子実吸汁性カメムシ類防除が207.3ha/年,マメシンクイガ・子実吸汁性カメムシ類防除207.3ha/年の試算となりました。

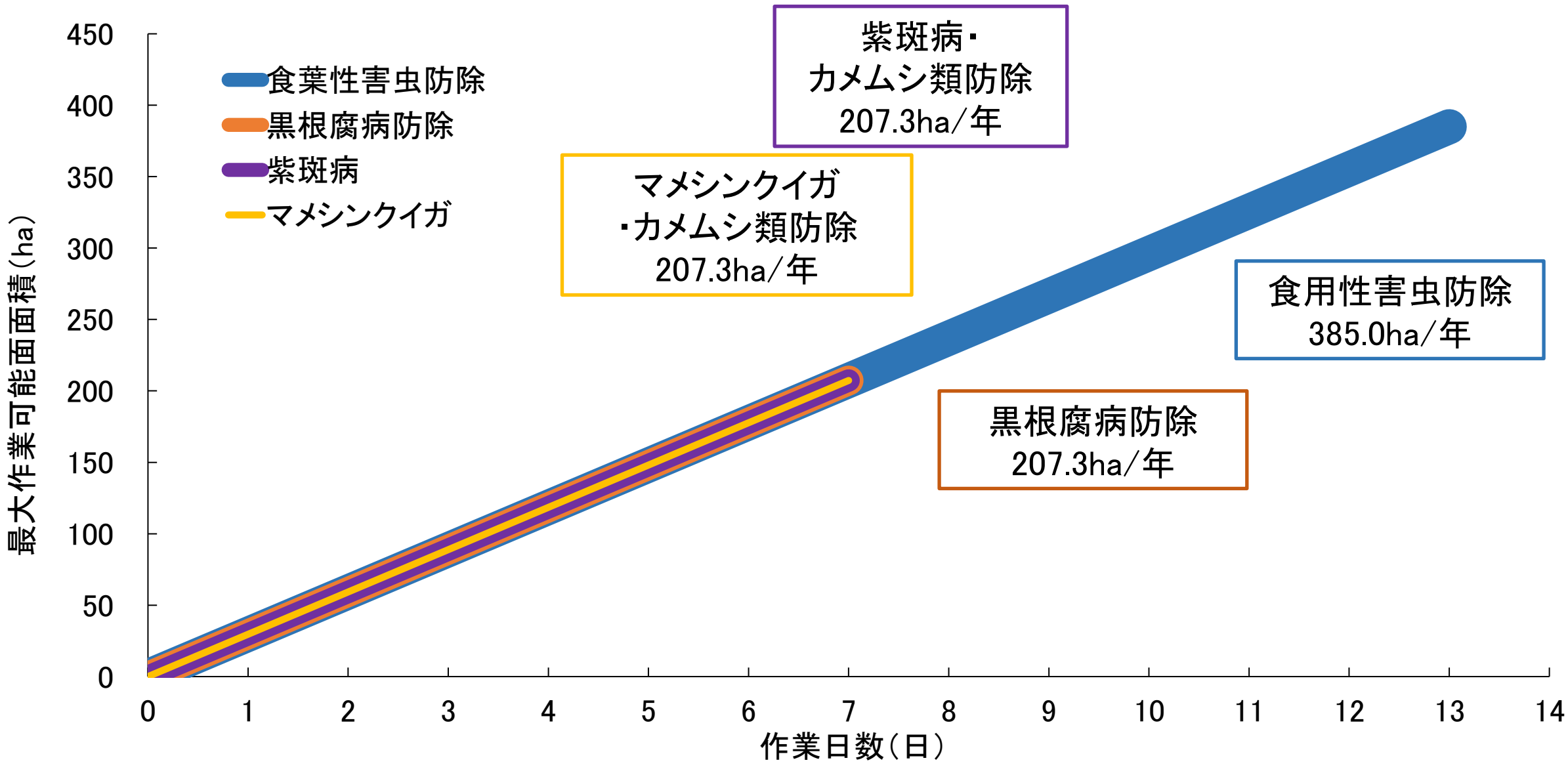


図6-9　作業日数と散布面積の関係性(Agras T50)

目次に戻る

3） 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（p59）と最大作業可能面積（p60, 61）で示した数値の試算表を表6-3, 6-4に示します。「黒根腐病防除, 食用性害虫防除, 紫斑病・子実吸汁性カメムシ類防除, マメシンクイガ・子実吸汁性カメムシ類防除の4種の作業に使用した」という条件で用いる場合, 試算したいずれの機体においても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るべき面積（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6-3 経済性評価（Agras T10, Agras T25）

対象機種			Agras T10				Agras T25			
大きさ、能力	液剤タンク 粒剤タンク		搭載量8L 搭載量10kg				搭載量20L 搭載量20kg			
	作業		液剤散布				液剤散布			
			黒根腐病防除	食葉性害虫防除	紫斑病・子実吸汁性カメムシ類防除	マメシンクイガ・子実吸汁性カメムシ類防除	黒根腐病防除	食葉性害虫防除	紫斑病・子実吸汁性カメムシ類防除	マメシンクイガ・子実吸汁性カメムシ類防除
	供試資材		ｻﾝｶﾗｰ	ｱﾃﾞｨｵﾝ乳剤	ﾌﾟﾗﾝﾀﾞﾑ乳剤25+ｷﾗｯﾌﾟﾌﾛｱﾌﾞﾙ	ﾌﾟﾚﾊﾟｿﾞﾝﾌﾛｱﾌﾞﾙ5+ｽﾀｰｸﾙﾒｲﾄ液剤10	ｻﾝｶﾗｰ	ｱﾃﾞｨｵﾝ乳剤	ﾌﾟﾗﾝﾀﾞﾑ乳剤25+ｷﾗｯﾌﾟﾌﾛｱﾌﾞﾙ	ﾌﾟﾚﾊﾟｿﾞﾝﾌﾛｱﾌﾞﾙ5+ｽﾀｰｸﾙﾒｲﾄ液剤10
	散布量		1.6L/10a	0.8L/10a	0.8L/10a	0.8L/10a	1.6L/10a	0.8L/10a	0.8L/10a	0.8L/10a
最大作業可能面積	作業能率	h/ha	0.26	0.21	0.19	0.19	0.13	0.13	0.11	0.11
	作業回数	回	1	1	1	1	1	1	1	1
	作業時間	h/ha	0.26	0.21	0.19	0.19	0.13	0.13	0.11	0.11
	作業時間合計	h/ha	0.26	0.21	0.19	0.19	0.13	0.13	0.11	0.11
	作業期間（始）	月日	7月10日	7月21日	8月13日	8月25日	7月10日	7月21日	8月13日	8月25日
	作業期間（終）	月日	7月20日	8月10日	8月24日	9月5日	7月20日	8月10日	8月24日	9月5日
	作業可能日数率	%	64	62	58	58	64	62	58	58
	作業可能日数	日	7.0	13.0	7.0	7.0	7.0	13.0	7.0	7.0
	作業可能時間	h	27	50	27	27	27	50	27	27
	最大作業可能面積	ha	103.7	238.3	141.8	141.8	207.3	385.0	245.0	245.0
損益分岐点面積（単作）	固定費	本体一式	千円	2,091			3,603			
		固定比率	%	29.0			29.0			
		保障、点検料など	千円	30			30			
		計	千円	636			1,075			
	変動費	ﾊﾞｯﾃﾘｰ充電単価	円/kwh	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
		ﾊﾞｯﾃﾘｰ使用量	kwh/ha	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
		ﾊﾞｯﾃﾘｰ使用費	円/ha	19	15	16	16	20	18	20	20
		労賃	円/h	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228	3,228
		小計	円/ha	1,560	1,260	1,145	1,145	799	796	682	682
		合計	円/ha	5,110				2,958			
	作業請負料金	各作業別	円/ha	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240	17,240
		合計	円/ha	68,960				68,960			
	損益分岐点面積（単作）		ha	10.0				16.3			
①-②			ha	93.7	228.3	131.8	131.8	191.0	368.7	228.7	228.7

備考

1 大豆の作業期間は、黒根腐病防除が大豆作況試験の平年値より6葉期から食葉性害虫防除の作業期間（始）前まで、食葉性害虫防除が令和7年度農作物病害虫防除指針のウコンノメイガの項目から引用し、紫斑病・子実吸汁性カメムシ類防除は令和7年度農作物病害虫防除指針の紫斑病の項目から大豆開花期を7月24日として試算し、マメシンクイガ・子実吸汁性カメムシ類防除は令和7年度農作物病害虫防除指針のマメシンクイガの項目から引用し、8月21日から9月2日まで作業期間が重複するため、各作業項目が同じ作業日数になるようにした（表6-4同様）。

2 基肥の作業期間は大豆の播種作業が6月第1半旬から開始されるとし5月下旬と想定したが、当該時期が水稲移植、小麦作の追肥、赤かび病防除と作業重複するため、経営評価から除外した（表6-4同様）。

3 作業期間は雪腐病防除は令和7年度 農作物病害虫防除指針の雪腐病の項目から、赤かび病防除は令和7年度 農作物病害虫防除指針の紫斑病の項目から小麦作況試験の開花期の平年値をもとに試算した。追肥は1回目を小麦作況試験の消雪日の平年値から幼穂形成期の平年値まで、2回目を止葉抽出期の平年値から出穂期の平年値までとした（表6-4同様）。

4 作業可能日数率は作業期間において、2016から2025年までの青森、弘前、八戸、五所川原、十和田、むつアメダスより降水量10mm以上もしくは平均風速3.0m/s以上を作業不可日として算出し、年平均に換算した（表6-4同様）。

5 本体一式は液剤装置付きドローン本体1台、充電器1台、バッテリー6個、粒剤散布装置1台を購入したものとした（表6-4同様）。

6 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%で試算した（表6-4同様）。

7 バッテリー充電単価はバッテリー容量から電気料金の単価を 31 円/kwh（全国家庭電気製品公正取引協議会の目安単価より）として試算した（表6-4同様）。

8 バッテリー消費量は、ほ場面積10a（縦100m×横10m）あたりのバッテリー消費率を用いて試算した（表6-4同様）。

9 労賃は「令和6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(トラクター、田植機、コンバインの平均値)の日賃金を時給換算し、青森県最低賃金（令 和7年 12 月現在）を補助者の時給とし、オペレータ(時給 1,170 円)×1人+補助者(時給1,029 円)×2人=3,228 円/時となり、それを作業能率から1ha 当たりに換算した（表6-4同様）。

10 作業請負料金は「令和6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)」の防除(個人)の県平均賃金を参照した（表6-4同様）。

目次に戻る

表6-4　経済性評価（Agras T50）

対象機種			Agras T50			
大きさ、能力	液剤タンク 粒剤タンク		搭載量40L 搭載量50kg			
			液剤散布			
	作業名		黒根腐病 防除	食葉性害虫 防除	紫斑病 子実吸汁性 カメムシ類防除	マメシンクイガ 子実吸汁性 カメムシ類防除
	供試資材		ｻﾝｶﾗｰ	ｱﾃﾞｨｵﾝ乳剤	ﾌﾟﾗﾝﾀﾞﾑ乳剤25 +ｷﾗｯﾌﾟﾌﾛｱﾌﾞﾙ	ﾌﾟﾚﾊﾟｿﾞﾝﾌﾛｱﾌﾞﾙ5 +ｽﾀｰｸﾙﾒｲﾄ液剤10
	散布量		1.6L/10a	0.8L/10a	0.8L/10a	0.8L/10a
最大作業可能面積	作業能率	h/ha	0.13	0.13	0.13	0.13
	作業回数	回	1	1	1	1
	作業時間	h/ha	0.13	0.13	0.13	0.13
	作業時間合計	h/ha	0.13	0.13	0.13	0.13
	作業期間(始)	月日	7月10日	7月21日	8月13日	8月25日
	作業期間(終)	月日	7月20日	8月10日	8月24日	9月5日
	作業可能日数率	%	64	62	58	58
	作業可能日数	日	7.0	13.0	7.0	7.0
	作業可能時間	h	27	50	27	27
	最大作業可能面積	ha	207.3	385.0	207.3	207.3
損益分岐点面積（単作）	固定費	本体一式	千円	4,055		
		固定比率	%	29.0		
		保障、点検料など	千円	30		
		計	千円	1,206		
	変動費	ﾊﾞｯﾃﾘｰ充電単価	円/kwh	31.0	31.0	31.0	31.0
		ﾊﾞｯﾃﾘｰ使用量	kwh/ha	0.8	0.8	0.8	0.8
		ﾊﾞｯﾃﾘｰ使用費	円/ha	26	25	25	25
		労賃	円/h	3,228	3,228	3,228	3,228
		小計	円/ha	810	808	808	808
		合計	円/ha	3,235			
	作業請負料金	各作業別	円/ha	17,240	17,240	17,240	17,240
		合計	円/ha	68,960			
	損益分岐点面積（単作）		ha	17.5			
①-②			ha	189.8	367.5	189.8	189.8

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
FAX：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