

5. リモートセンシング

(1) 技術概要

- ・GNSSを利用したドローンにマルチスペクトルカメラを搭載し（図1）、ほ場を撮影し、葉色や植被率等と相関の高いNDVI等を測定して生育診断し、ほ場内またはほ場間の生育量とそのバラツキを把握する技術である。
- ・水稻では幼穂形成期にセンシングをおこない、センシング結果を減数分裂期追肥の判断データとするのが、基本的な活用法である。
- ・植被率等、NDVI、窒素吸収量（植被率等×NDVI）等のセンシング結果はマップにより「見える化」して示され（図2）、対応するほ場管理システム（SMART ASSIST）で確認することができる。
- ・センシング結果と連動した無人ヘリコプターによる可変施肥技術により、生育量のばらつきに応じた追肥が可能となる。

(2) 導入メリット

- ・ほ場内またはほ場間の生育量とそのバラツキが生育診断結果はマップで「見える化」されることで、作物の生育やほ場の特徴などが組織内で情報共有され、肥培管理の改善等の検討に活用できる。
- ・センシング結果を基にした可変施肥により、ほ場内の生育量のばらつきに応じた施肥が可能となり、収量が高位安定化される。

(3) 留意点

- ・センシングの実施は気象条件に左右され、風や雨があると実施できないため、梅雨期と重なる水稻幼穂形成期では計画どおりにセンシングできない場合がある。
- ・センシング結果を基にした可変施肥マップ（図2）の作成に1週間程度を要するため、可変施肥等による追肥で適期を逃す可能性がある。
- ・無人ヘリコプターによる可変施肥では基準施肥量を設定し、5段階で可変施肥できるが、設定した基準施肥量が散布されるよう、最初に現地で試験散布し、調節する必要がある（図3）。
- ・可変施肥の散布幅は約5m（図4）で散布幅の範囲で施肥量を変えて散布するため、小区画ほ場では生育のばらつきに対応した精密な可変施肥は難しい場合がある。

(4) 実証結果等

イ センシングに基づく可変施肥による水稻増収

- ・沿岸部で大区画（1ha）ほ場を主に経営する実証モデル経営体A法人（仙台市）で、令和元年度に直播水稻においてセンシング（図5）及び可変施肥による追肥を実施した。
- ・慣行追肥のほ場では倒伏等が発生し、収量が低下したのに対し、可変施肥では倒伏発生を抑制し収量の高位平準化が図られた（図6）。

ロ センシングを活用した肥培管理の改善

・中山間地で、無人ヘリコプターによる可変施肥が困難な小区画（30～10a）ほ場を主に経営する実証モデル経営体D法人（栗原市）では、令和元年にリモートセンシング実施し、ほ場管理システム上でセンシング結果を確認（図7）、生育量の少ないほ場をリストアップして（図8）令和2年の基肥設計の改善を実施した。

・令和2年のセンシングで基肥改善ほの生育を確認し、生育量が十分なほ場はそのままの管理とし、生育量が少ないほ場で追肥を実施した結果、平均単収を実証開始前の480kg/10aから540kg/10aに向上させることができた。

ハ その他

・実証は業務の外部委託を想定して行った。10a当たりの委託費用は5,980円（リモートセンシング1,500円、可変施肥2,500円、肥料代1,980円（法人の立会人等の人件費除く））であり、慣行と比較して、概ね玄米30kg/10a以上の増収効果が見込まれる場合、技術導入の意義があると考えられる。

(5) 参考データ



図1 センシング用ドローン（上）と稲のNDVIマップ（下）



図2 稲のNDVIマップ（上）より作成された可変施肥マップ（下）



図3 可変施肥での施肥量調整

注) 基準施肥量が散布されたか肥料残量を秤量して確認・調製。



図4 可変施肥の散布幅

注) 可変施肥は無人ヘリコプターの散布幅5m単位で実施。

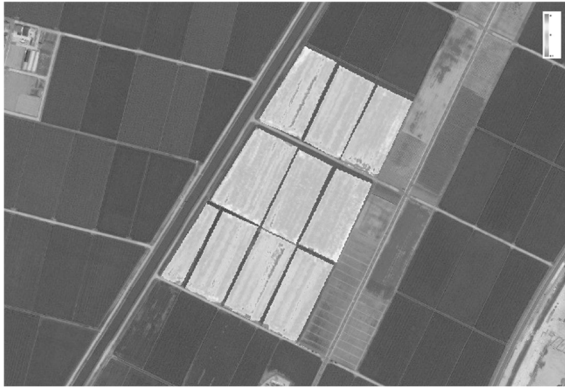


図5 A法人における水稲幼穂形成期のセンシング（NDVIマップ）



図7 D法人における水稲幼穂形成期のセンシング（NDVIマップ）

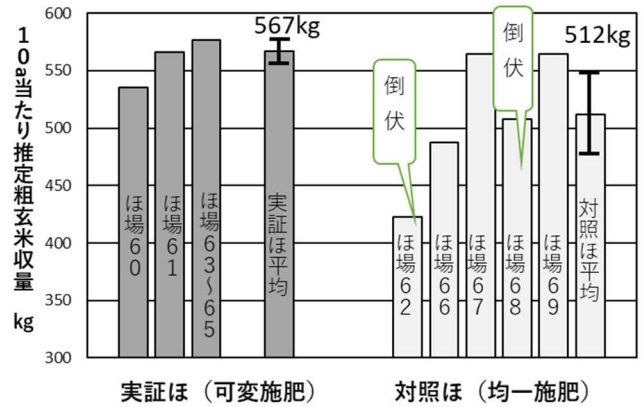


図6 A法人における可変施肥による収量向上
注) 幼穂形成期のセンシング結果に基づき減数分裂期に可変施肥（対照ほは均一追肥）



図8 D法人におけるセンシング結果基にした肥培管理改善ほの選定

注) ほ場管理システム画面よりセンシング結果を確認・リストアップ

参考：リモートセンシングの用語解説

○センシング

センサーなどによる計測情報を数値化して利用することをセンシングという。リモートセンシングでは、特定の波長の光をとらえることができるマルチスペクトルカメラで被写体の水稲等を撮影することでその反射光を解析し、NDVI（正規化植生指数）等の値を算出する。

○植被率

画面上に正方形の枠を設定し、その枠内で植物に覆われてる割合を示した数値を「植被率」と言う。枠内が全て植物で覆われていれば100%、植物が全くない場合は0%となる。水稲では茎数が増えるにつれ、植被率も上がる。

○NDVI

植物は赤色光を吸収し、緑色や近赤外線を反射する。葉色が濃いほど赤色光の反射が減少することから、赤色域と近赤外線の光の反射率の差を解析することで、植物の生育量を示す指標が得られ、これを NDVI（正規化植生指数）という。

○可変施肥マップ

NDVI マップ等を基に作成されるのが施肥マップである。施肥マップを基に、生育に応じた5段階の施肥レベルで可変施肥は行われる。

○基準施肥量

可変施肥を行う基準となる施肥量で、例えば基準施肥量を 2 kg/10a で設定した場合、可変施肥により 10a あたり総計 2kg の肥料が散布される。

6. 農薬散布用ドローン

(1) 技術概要

本県の農薬の空中散布は主に無人ヘリコプターにより行われているが、近年、GNSSを利用したマルチローター（ドローン）による散布が広まっている（図1）。

無人ヘリコプターと比較して、作業効率や大面積への対応は劣るが、機体が小型で廉価であり、労働負担の軽減や作業性の向上、コスト削減効果が期待される。

(2) 導入メリット

- ・無人ヘリコプターと異なり、操縦資格・免許が不要で、講習を受けることで誰でも操縦できるようになり、飛行を誘導する補助者無しでも飛行が可能となるので、少人数または農業者1人でも防除作業を行うことができる。
- ・無人ヘリより、作業効率や大面積への対応は劣るが、農業者自ら防除作業できるので、一般にスケジュール防除で運用される無人ヘリコプターに対し、病虫害の発生に合わせた適期防除が可能となる。
- ・防除面積がおおむね60ha以上となれば、従来の無人ヘリコプター（委託）より防除コストを削減できる（表1）。

(3) 留意点

- ・バッテリー駆動であるため、無人ヘリコプターと比較して稼働時間が短く、1日で大面積を防除する場合は予備バッテリーや充電設備の準備が必要である。
- ・ドローンによる農薬等の空中散布を行う際は、事前に航空法に基づく飛行の許可・承認を国土交通省に申請する。また、散布エリアを管轄する県の地方振興事務所農業振興部に実施計画書・実績報告書を提出する。
- ・その他、国の「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」、宮城県無人ヘリコプター及び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」や一般社団法人農林水産航空協会の「産業用マルチローター安全対策マニュアル」等を遵守し、危被害防止に努める必要がある。

(4) 実証結果等

- ・実証モデル経営体D法人（栗原市）では令和元年より農薬散布ドローンを導入、令和2年に農薬散布用ドローンの活用実態調査をおこなった。
- ・同法人では水稲63ha、大豆48haを経営しており水稲カメムシ防除と大豆病虫害防除に農薬散布用ドローンを活用、ドローン1機にオペレーター1名、補助員1名の体制で一日当たり最大約20haの防除を実施、延面積約100ha以上の防除を適期内に実施することができた。
- ・調査時の散布作業時間は1ha当たり20分程度であったが、連単ほ場であれば、作時間をさらに短縮できる可能性がある。
- ・また、農薬散布前に感水紙を設置し、散布後に回収して画像処理解析を行なった結

果、散布精度に問題がないことも確認できた（図2）。

・同法人では農薬散布用ドローンの導入前の病害虫防除は無人ヘリの防除委託で行っており、農薬散布費用の試算を行った結果、従来の無人ヘリ防除より低コスト化できたことを確認した（表1）。

(5) 参考データ



図1 農薬散布用ドローンによる大豆防除（D法人（栗原市））

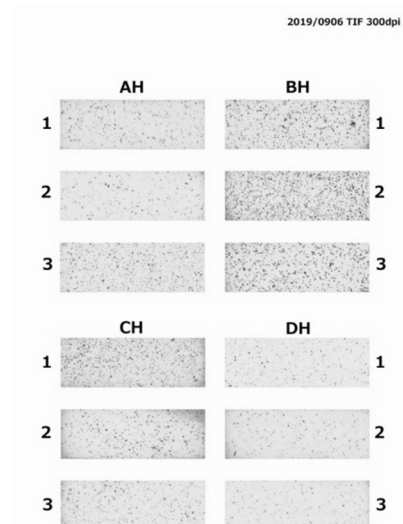


図2 感水紙による散布精度の解析（宮城県栗原農業改良普及センター）

表1 農薬散布費用の試算（農業振興課）

防除面積 (ha)	散布費用 (円)	
	農薬散布用ドローン	無人ヘリ
15	2,465	1,100
30	1,512	
60	1,036	
100	846	

注1) 農薬散布用ドローンの散布費用は、D法人における導入ドローン（付属品含む）の減価償却費（償却期間7年）と防除に従事する社員（2人体制）の当該時間分の給与の合計額を基に算出。

注2) 無人ヘリの散布費用は地域の共同防除料金を基に、農薬費を除く散布料金分として設定。