

SOLUTION ソリューションレポート REPORT

2024

5月

MAY

福井県坂井市



生育診断に基づくドローンでの 施肥管理の実証

近年の温暖化の影響で、水稻の登熟期間にこれまでにない高温が続くなど、気象の変化が激しくなっており、稲の栽培にはよりきめ細かな管理が必要になっていますが、施肥管理においては、今では一般的になった一括肥料よりも、必要な時期に必要な量を追肥する分施肥系の方が、気象や生育に応じた管理には適しています。

一方で、追肥量の判断には知識と経験が必要となるため、福井県では、新規就農者など栽培経験の浅い農業者でも施肥診断が可能な「空撮画像(センシングドローン)を活用した生育診断に基づく施肥管理の実証」に取り組みました。

全国農業システム化研究会実証課題 (期間2023年4月～9月)

空撮画像を活用した 生育診断に基づく施肥管理の実証

目的

- ①センシングドローンを用いたハナエチゼンの生育量推定モデル
ドローンの空撮画像から得られるデータから生育量を推定
- ②T30Kを活用したハナエチゼンの分施肥栽培による現地実証調査
現地実証【稲(ハナエチゼン)栽培による分施肥栽培】
- ③散布用ドローンを活用した大粒尿素散布にかかる最適条件

1 センシングドローンを用いたハナエチゼンの生育量推定モデル

■センシングドローンを用いた施肥診断技術

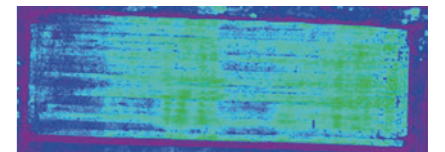
マルチスペクトルカメラで撮影した画像から得られる植生指数は植物の生育量の違いを詳細に可視化することが可能です。画像から穂肥量の診断ができないかと思索し、2021年～2023年にかけて研究を行いました。



■実証に使用した機械について



画像から生育量の診断を可能にするセンシングドローン



▲空撮画像データ(参考)2021年6月25日撮影



空撮画像から得られる植生指数などのデータを用いて、ハナエチゼンの幼穂形成期の生育量式を作成し、必要となる穂肥量(表1)の設定を行いました。

■ハナエチゼンの生育量に応じた適正穂肥量指標

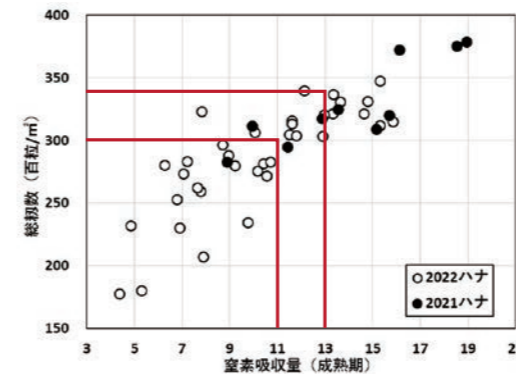
ハナエチゼンの収量目標を 600 kg /10a とすると籾数は 30,000 粒/m²以上が必要です。一方で 33,000 粒/m²を超えると倒伏の危険性が高まるため、適正籾数は 30,000～33,000 粒/ m²であることが分かりました。その適正籾数を確保するための成熟期の稲体の窒素吸収量の目標は 11～13g/m²です。(図1)
成熟期の窒素吸収量を適正值(11～13g/m²)とするための穂肥量について幼穂形成期の窒素吸収量ごとに図示しました(図2)。
この図を基に、幼穂形成期の窒素吸収量および生育量(草丈×莖数×SPAD)ごとの適正な穂肥量を(表1)に整理しました。



(表1) 生育量に応じた適正穂肥量(ハナエチゼン)

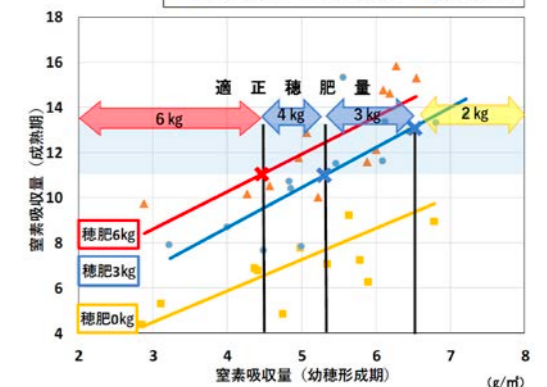
幼穂形成期窒素吸収量	幼穂形成期生育量 (草丈×莖数×SPAD)	穂肥量 (N kg/10a)
4.5kg/10a以下	110万以下	6kg/10a
4.5～5.5kg/10a	110万-130万	4kg/10a
5.5～6.5kg/10	130万-150万	3kg/10a
6.5kg/10a以上	150万以上	2kg/10a

(図1)



成熟期の窒素吸収量と総籾数の関係(2021、2022 ハナエチゼン)

(図2)



穂肥量ごとの幼穂形成期および成熟期の窒素吸収量(2022 ハナエチゼン)

⚠ 注意

ドローンの肥料散布においては飛散防止カバーを付けても、プロペラに傷や欠けが発生する可能性があります。ご留意の上、運用いただきますようお願いいたします。

■令和5年度全国農業システム化研究会 現地実証調査～福井県～	
課題名	空撮画像を活用した生育診断に基づく施肥管理の実証
担当機関	福井県農業試験場
対象作物	水稻(品種:ハナエチゼン)
実施場所(担当農家)	福井県坂井市坂井町(田中農園株式会社)
実証期間	2023年4月～10月
要約	ドローンを活用した水稻の適正穂肥量診断技術の確立による所得向上の実証

実証担当者の声

福井県農業試験場
次世代技術研究部スマート農業研究グループ*

主任研究員
藤田 純代 様

*2024年4月現在:福井県 福井米戦略課 市場戦略グループ所属



空撮画像を活用した生育診断に基づく 施肥管理の実証の調査結果

スマート農業を活用した精密な施肥管理を検証

生育期間中の施肥作業は非常に労力を伴うものの、激しい気象の変化に対応するためには、生育量に応じたきめ細やかな施肥管理が必要となる中で、近年ではスマート農業の発展により効率で省力化が可能な施肥管理が可能となっています。

そこで、令和5年度の全国農業システム化研究会において、2種類のドローン(センシングドローンと散布用ドローン)を活用した施肥管理技術の実証を行いました。



2 T30Kを活用したハナエチゼンの分施肥による現地実証調査

■実証に用いたドローン



大容量で粒剤散布が可能な、
クボタ農業用ドローン
T30K

1の生育量推定モデルを基に、2023年に分施肥の経営評価の現地実証を行いました。

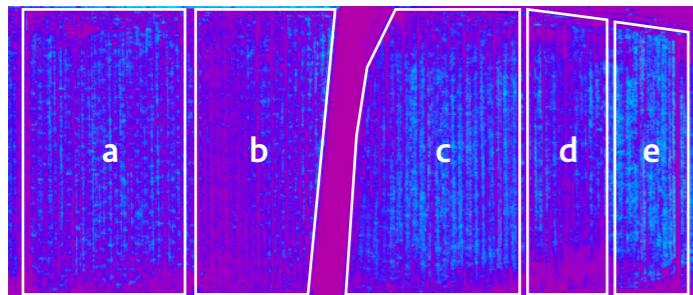


POINT!

(表2) 現地実証の施肥設計

	施肥設計 (Nkg/10a)			
	鶏糞	基肥	穂肥量	合計
実証区(分施肥)	1.56kg	5kg	4~6kg (施肥診断により決定)	10.56~12.56kg
慣行区(一括肥料)	1.56kg	9kg	0kg	10.56kg

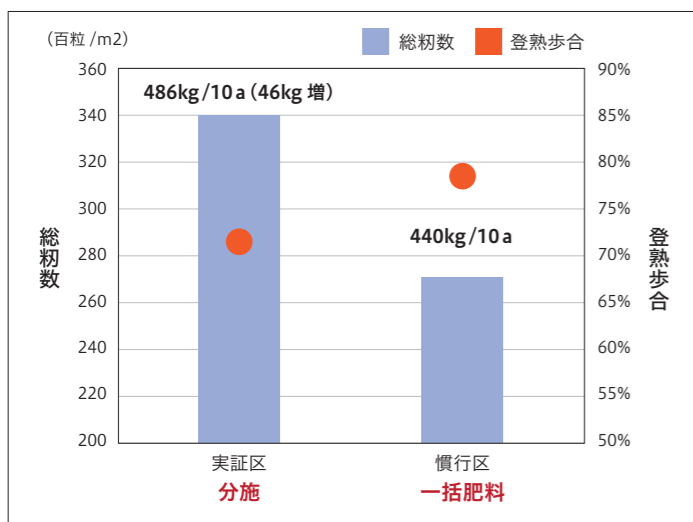
(図4) 空撮[センシングドローン]による穂肥量診断



■生育量推定モデルを用いた推定生育量と穂肥診断 ※(表1)参照

	幼穂形成期推定生育量 (草丈×莖数×SPAD)	穂肥量 (N kg/10a)
a	849,710	6kg/10a
b	747,145	6kg/10a
c	1,010,164	6kg/10a
d	971,682	6kg/10a
e	1,212,476	4kg/10a

(図5) 現地実証の実収



空撮方法	高度45m、ラップ率80%で飛行
空撮に要する時間	15分/ha (高度100mでは3分/ha)
画像解析	KSASのリモートセンシング機能を活用(植生指数はQGISで数値化)
穂肥量診断	生育量推定モデルにより生育量を推定し施肥量決定

※実証農家の付近には空港があるため空域制限がかかり、高度45m以下で撮影しているため、1ha15分の所要時間がかかっています。通常100mの高度1ha3分で作成が可能。

POINT! 2023年産の福井県のハナエチゼンは初期生育が悪く、莖数・穂数・粒数不足でかなり収量が低下しました。しかしながら生育量推定モデルを基に分施肥を行った実証区では粒数が確保できたため慣行区より1割程度増収しています。登熟歩下が低下して収量レベルは低いですが一括肥料に比べて分施肥が高かった結果となっています。(図5) 収量増加による売上増加および一括肥料による経費削減効果が大きく影響し、売上総利益は10aあたり12,800円増加しました。(表3)



(散布用ドローン使用面積:141ha(水稲64ha、大麦53ha、大豆24haの経営体で実証)

(表3) センシングに基づく分施肥体系による経営評価

	実証区(分施肥)	慣行区(一括肥料)	差額(実証区-慣行区)	備考	
売上高	105,318	95,271	10,047	単価13,000円/俵	
生産原価	原材料(うち肥料費)	32,248(9,717)	36,478(13,947)	-4,230	
	労務費(労働時間)	18,609(9.15h/10a)	17,669(8.68h/10a)	940	実証区にセンシング時間0.05h/10a穂肥散布時間0.42h/10a加算
	生産経費(うち減価償却費)	40,590(12,915)	39,873(12,198)	717	実証区にセンシングドローン、散布用ドローンの減価償却費加算
売上総利益	13,871	1,251	12,620		

※労務費の時給は1,800円で試算センシング用ドローンは作業者1名、穂肥追肥は作業者3名とした

※散布用ドローンの減価償却費は導入経費4,060円を7年償却し、水稲、大麦、大豆の作付面積の合計141haで使用すると仮定し、10aあたりの経費を算出

3 散布用ドローンを活用した大粒尿素散布にかかる最適条件

大粒尿素はコーティングが無く、高温多湿条件下(30℃、湿度75%)では1分後から吸湿が始まり、3分後には肥料の表面がベタつくようになり、5分後には肥料が固着します(図6)。ドローンで施肥する場合、肥料が吸湿すると作業が困難になり、機械の損傷に繋がります。最悪の場合散布ができなくなります。そこで、水稲の穂肥期間内における最適条件をまとめました。



POINT!

(図6) 大粒尿素の吸湿の様子

高湿度条件下			低湿度条件下
1分後	3分後	5分後	5分後

穂肥散布期間(6月20日~7月25日)の過去3年間(2021~2023)の気象データから肥料が吸湿しにくい最適な条件を調べました。気温が上がれば相対的に湿度は下がるので、最適な条件は降雨のない日かつ午前9時から午後6時までの時間帯が最適条件であることが分かりました。(表4)

POINT!



(表4) 福井県における穂肥期間(6月20日~7月25日)の最適時間

	降雨なし 日数	散布可能日 割合	最適条件日割合(%)													
			6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	
2021	22	61	0	27	59	82	95	100	100	100	100	100	100	91	91	91
2022	21	58	10	24	57	86	86	95	100	100	100	100	95	100	100	95
2023	23	64	13	30	61	83	96	100	100	100	100	100	100	100	100	95
平均	22	61	8	27	59	83	92	98	100	100	100	100	98	98	97	94

POINT!



ドローンによる大粒尿素の効果的な作業時間を基に、ドローン1台あたりの作業可能面積を算出しました。1日あたりの作業可能面積は12ha程度で期間内可能日数から1台あたり36ha程度散布可能です。(表5)

(表5) ドローンによる水稲穂肥(ハナエチゼン)の作業可能面積

ほ場 作業量	1日あたりの 作業時間	実作業 時間	1日 あたりの 作業可能 面積	作業可能日数				作業可能 面積
				適期 作業期間	作業日数	可能日数率	可能日数	
2ha/h	9時間(A)	6時間(B)	12ha	幼穂形成期 前後5日	5日	60%	3日	36ha

A: 散布可能時間 午前9時~午後6時 B: 実作業時間 6時間(散布前後の準備清掃時間2時間、休憩1時間を除く)

クボタ担当者の声

株式会社北陸近畿クボタ
福井事務所 福井営業部
課長兼ソリューション推進部担当課長
坪田 英和



株式会社北陸近畿クボタ
坂井営業所
稲木 大介



ドローンでの肥料散布の
実証調査で提案の幅が
広がりました

ドローンでの肥料散布の指標作成を目指しました

防除剤や除草剤などは、粒剤でも液剤でも規格が明示されていますが、肥料は大きさも比重もバラバラです。品目や栽培毎に使用している肥料が違うため、データを取りながら、明確な指標を作り、普及につなげることを目標に掲げ、実証調査に協力しました。また、使用前に講習会を実施するなど安全対策をしっかりと行いました。



▲安全の講習会を行う坪田課長

お客様のニーズに応えたドローンの提案を展開しています

今回は施肥の実証ということもあり積載量が多いT30Kを使用しています。T30Kは、肥料の散布幅が4~10mで、最大積載量が30kgのドローンとなっており、1バッテリーで2haの連続作業が行える高能率タイプです。

また、2024年にはより安全に、使いやすくなったT25Kが発売されました。吐出量が増えた為、今まで使用できなかった、液剤や粒剤も使用できるようになり、よりお客様のニーズに応えたドローンとなっています。

1台で(散布)・(測量)が可能!
クボタ農業用ドローン
T25K



2024年発売

ドローンはマルチユースを実現したスマート農機になりました

福井県ではドローンの普及率が高いですが、およそ99%の方が防除や除草剤での活用です。私達もそうだったのですが、ドローンでの肥料散布は難しいイメージがありました。しかしながら、全国農業システム化研究会現地実証調査で普及の方と一緒に調査を行い、ドローンでの肥料散布が実証されたことで、お客様への提案の幅が広がったと感じています。

様々な作業がこなせるマルチユース型の機械需要は高く、施肥作業ができるのであればドローンは農家の皆様の要望に応えた機械となり、今後お客様の経営の課題解決に繋がっていくことを期待しています。