

委託試験成績（平成30年度）

担当機関 部・室名	愛知県農業総合試験場 作物研究部・水田利用研究室
実施期間	平成29年度～平成30年度、継続
大課題名	V 情報処理等先端技術の活用による高生産システムの確立
課題名	リモートセンシングによる小麦の生育調査法の開発
目的	播種時期、窒素施肥及び条間の組み合わせにより茎立期に様々な生育状況を作成した上で、ドローン空撮により正規化植生指数 NDVI と RGB 画像を取得し、従来の生育調査値（草丈、茎数、葉色など）との相関を解析する。また、地上からも NDVI と RGB 画像を取得してそれぞれの調査値との相関を解析し、新たな生育調査法開発の資とする。
担当者名	主任 尾賀 俊哉

1. 試験場所

場内水田ほ場 A2（愛知県安城市池浦町）細粒質普通疑似グライ土

2. 試験方法

(1) 供試機械

マルチスペクトル及びRGBカメラを搭載したドローン

ドローン：INSPIRE2（DJI JAPAN 株式会社製）

マルチスペクトルカメラ：RedEdge-m（MicaSense 社製）

(2) 試験条件

ア 供試品種 「きぬあかり」「ゆめあかり」

イ 1区面積

「きぬあかり」97.5 m²（6.5m×15.0m）

「ゆめあかり」80.0 m²（8.0m×10.0m）

ウ 栽培概要

以下、（ア）～（ウ）の組み合わせにより様々なグラデーションを付けた生育状況を作成した。

（ア）播種時期

「きぬあかり」

A 平成30年11月21日（播種量：20cm:9.79g/m², 30cm:9.63 g/m²）

「ゆめあかり」

B 平成30年11月21日（播種量：30cm:10.5 g/m²）

C 平成30年11月28日（播種量：20cm:9.33g/m²）

D 平成30年12月14日（播種量：20cm:13.1g/m², 30cm:14.3 g/m²）

（イ）窒素施肥（9通り）

「きぬあかり」

「ゆめあかり」

区番	「きぬあかり」			「ゆめあかり」				
	基肥	追肥	計	区番	基肥	肥効調整型肥料	追肥	計
	gN/m ²	gN/m ²	gN/m ²		gN/m ²	gN/m ²	gN/m ²	gN/m ²
①	0.0	0.0	0.0	①	0.0	11.2	0.0	11.2
②	0.0	4.0	4.0	②	0.0	11.2	4.0	15.2
③	0.0	6.0	6.0	③	0.0	11.2	6.0	17.2
④	8.0	0.0	8.0	④	4.8	11.2	0.0	16.0
⑤	8.0	4.0	12.0	⑤	4.8	11.2	4.0	20.0
⑥	8.0	6.0	14.0	⑥	4.8	11.2	6.0	22.0
⑦	16.0	0.0	16.0	⑦	9.6	11.2	0.0	20.8
⑧	16.0	4.0	20.0	⑧	9.6	11.2	4.0	24.8
⑨	16.0	6.0	22.0	⑨	9.6	11.2	6.0	26.8

※追肥時期はA：1/10、B：1/10、C：1/31、D：3/1に実施。基肥及び追肥は硫安(N=21)を使用。

(ウ) 条間 (2 通り)

I 20cm II 30cm ※m²あたり播種量は条間によらず一定とする。

エ 撮影及び調査スケジュール

「きぬあかり」

11/21 播種(条間 20cm) 茎立期直前：3月1日, 茎立期：3月12日

「ゆめあかり」

11/21 播種(条間 30cm) 茎立期：3月12日

11/28 播種(条間 30cm) 茎立期：3月19日

12/14 播種(条間 20, 30cm) 茎立期直前：3月19日, 茎立期：3月25日

オ 調査内容

以下、(ア)～(ウ)の間でそれぞれの調査値の相関を解析する。

(ア) 空中からのドローンによる NDVI・RGB 画像の取得

測定高：22.5m (直下を測定)

(イ) 地上からのセンサーによる NDVI 及び RGB カメラによる RGB 画像の取得

NDVI：Greenseeker handheld (以後、GS、ニコン・トリンブル株式会社製)

RGB：デジタルカメラ(カシオ計算機株式会社製 EX-ZR3100) 解析：lia32(フリーソフト)

測定高：1m (直下を測定)

(ウ) 生育調査

草丈、茎数、葉色(SPAD コニカミノルタジャパン株式会社製)、植物体乾物重、

植物体窒素吸収量(株式会社ジェイ・サイエンス・ラボ製 JM1000CN)

3. 試験結果

試験方法の通り、試験区を設置した。

(1) きぬあかり

- ・茎立期の生育とドローンによる NDVI 及び植被率との関係を図 1 及び 2 に示した。NDVI では草丈、草丈×茎数、茎数×葉色に高い相関が見られた。一方、植被率は全ての調査項目が NDVI 程高い相関は見られなかった。
- ・ドローンによる NDVI 又は植被率、地上からの GS による NDVI 又はカメラによる植被率と生育指標値との相関を図 3 から 5 に示した。愛知県ではきぬあかりの生育に応じた施肥法が既に提示されている(愛知農総試 2017 農業の新技术 no. 112)。これは、茎立期の生育指標値によって生育を 4 段階に分類し、それに応じて施肥行うこととしている。それぞれと生育指標値との相関を見ると、ドローンによる NDVI、GS による NDVI、デジタルカメラによる植被率の順に高い相関が見られた。ドローンによる植被率は他程の高い相関は見られなかった。
- ・茎立期における追肥窒素量を判断する生育状況を 4 つに区分する境界である生育指標値は 60 万、100 万、140 万であり、それに対してドローンによる NDVI は 0.41、0.52、0.59、GS による NDVI では 0.45、0.57、0.65、植被率では 0.31、0.45、0.55 となった(図 3～5)。
- ・生育状況をドローンや GS による NDVI 又はカメラによる植被率によって 4 つに区分すると、生育指標値による区分との一致率は 82.9%、80.0%、77.1%とドローンによる NDVI が最も高くなった。

(2) ゆめあかり

- ・茎立期の生育とドローンによる NDVI 及び植被率との関係を図 7 及び 8 に示した。NDVI では草丈、草丈×茎数、草丈×葉色、茎数×葉色に高い相関が見られた。一方、植被率は NDVI 程高い相関は見られなかった。
- ・ゆめあかりは生育に応じた施肥法がまだ確立されていないが、窒素吸収量及び生育指標値はドローンや GS による NDVI 又はカメラによる植被率と生育状況は高い相関が見られた。一方ドローンによる植被率は他の方法程は高い相関は見られなかった(図 9～12)。

4. 主要成果の具体的データ

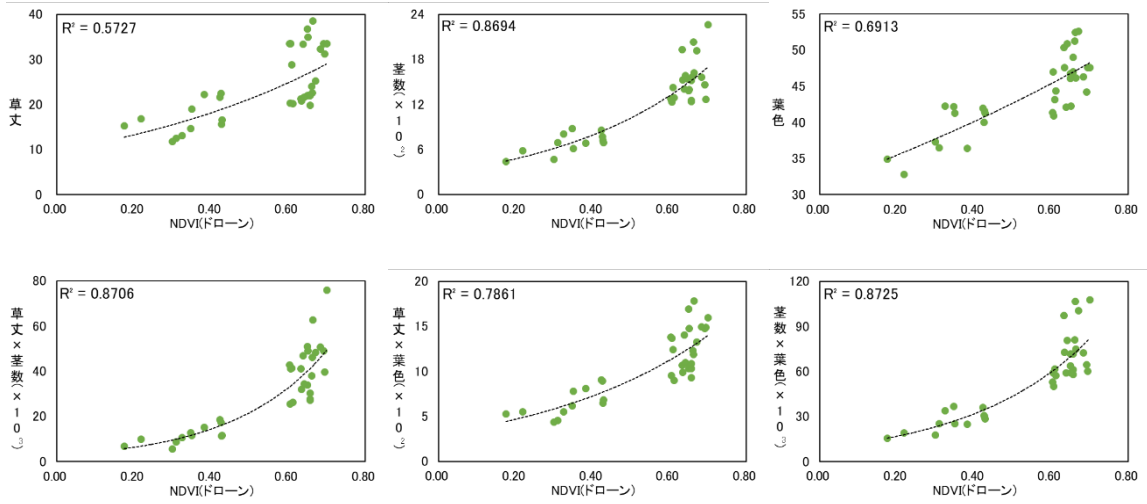


図1 ドローンによる NDVI と茎立期の生育状況との関係(きぬあかり)

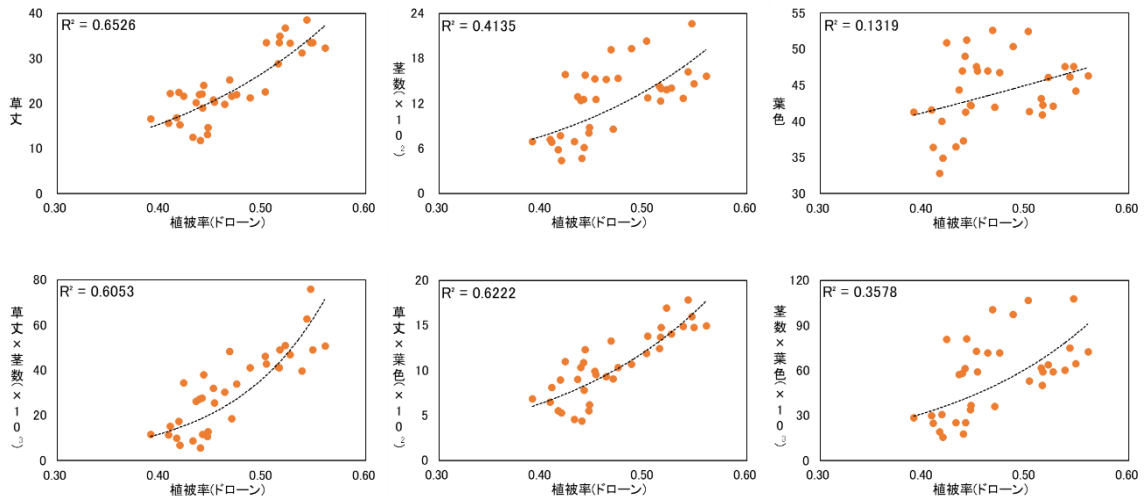


図2 ドローンによる植被率と茎立期の生育状況との関係(きぬあかり)

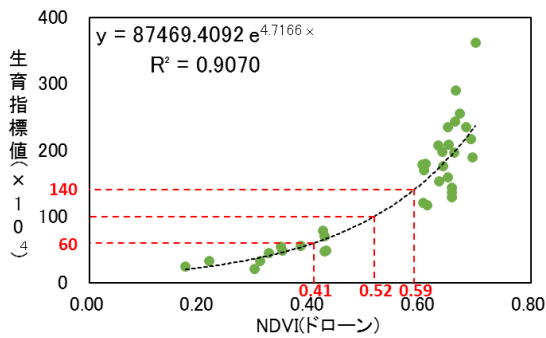


図3 ドローンによる NDVI と生育指標値 (きぬあかり)

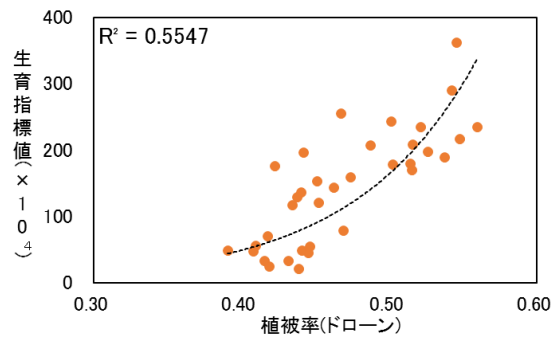


図4 ドローンによる植被率と生育指標値 (きぬあかり)

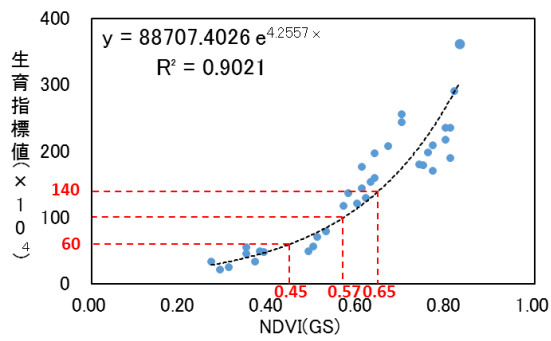


図5 GSによるNDVIと生育指標値
(きぬあかり)

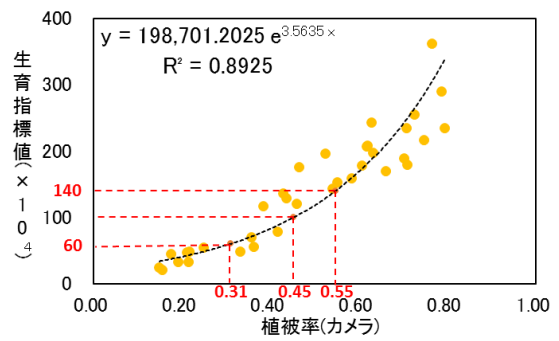


図6 カメラによる植被率と生育指標値
(きぬあかり)

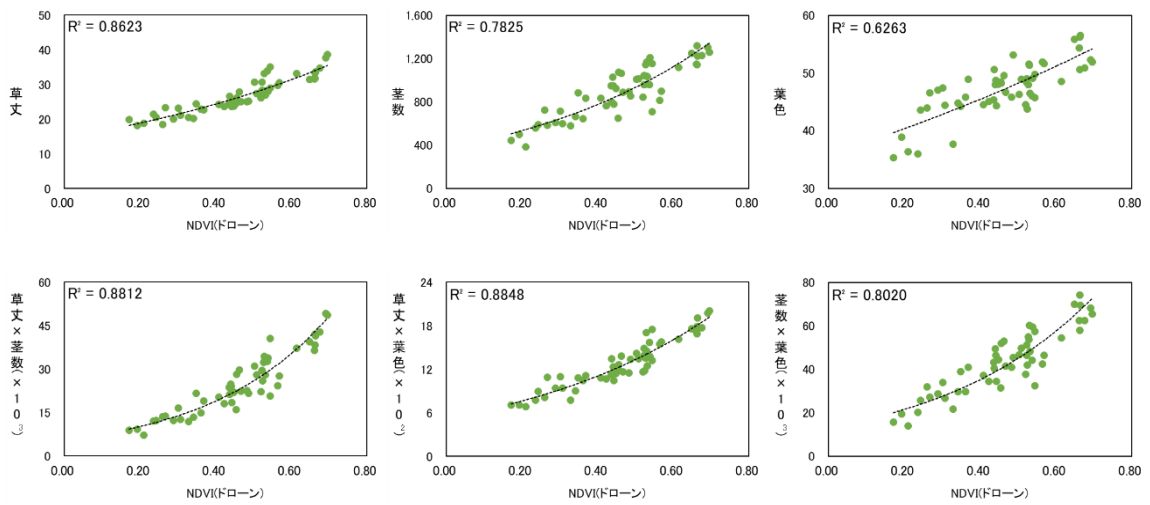


図7 ドローンによるNDVIと茎立期の生育状況との関係(ゆめあかり)

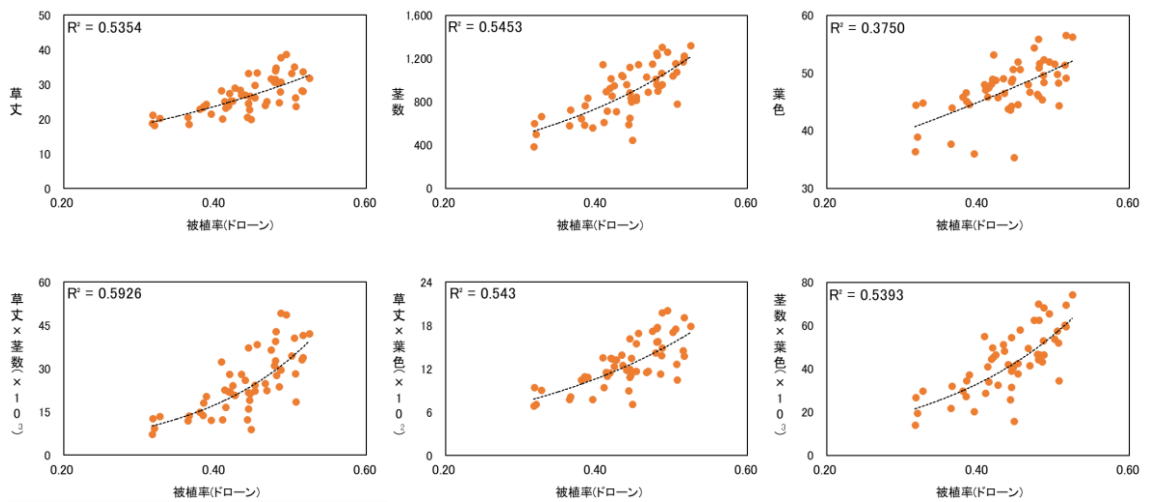


図8 ドローンによる植被率と茎立期の生育状況との関係(ゆめあかり)

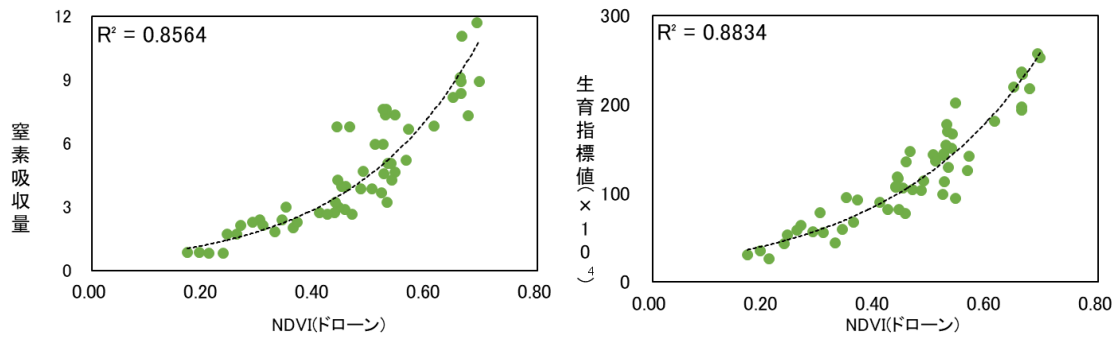


図9 ドローンによるNDVIと窒素吸収量及び生育指標値との関係(ゆめあかり)

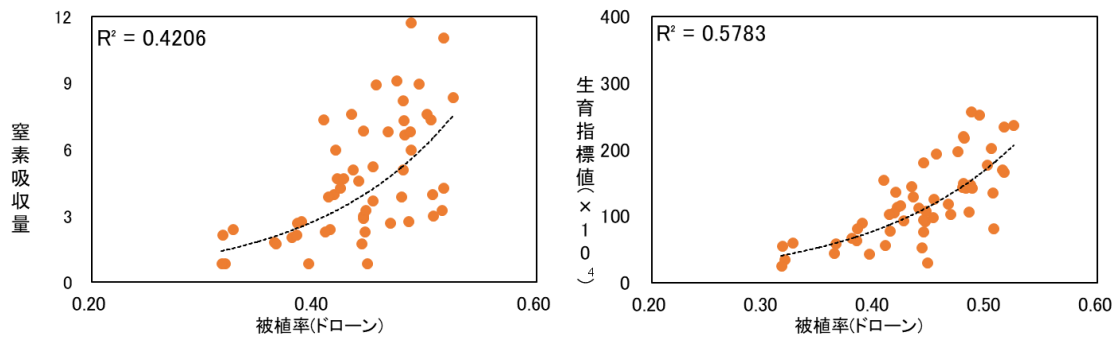


図10 ドローンによる植被率と窒素吸収量及び生育指標値との関係(ゆめあかり)

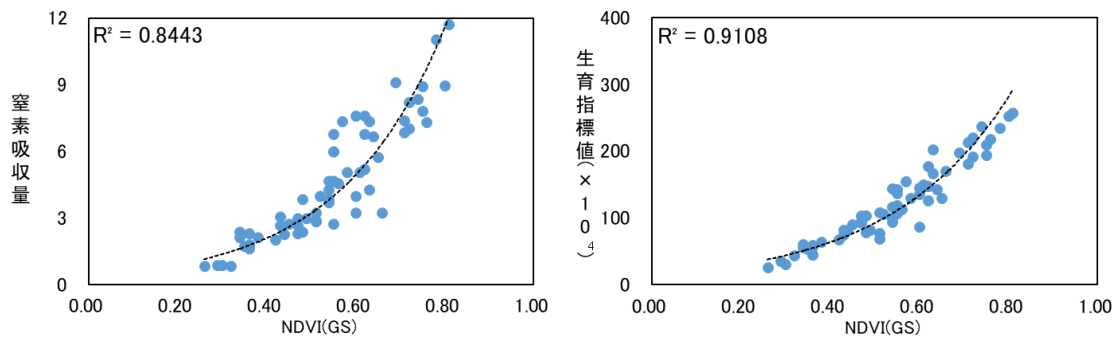


図11 GSによるNDVIと窒素吸収量及び生育指標値との関係(ゆめあかり)

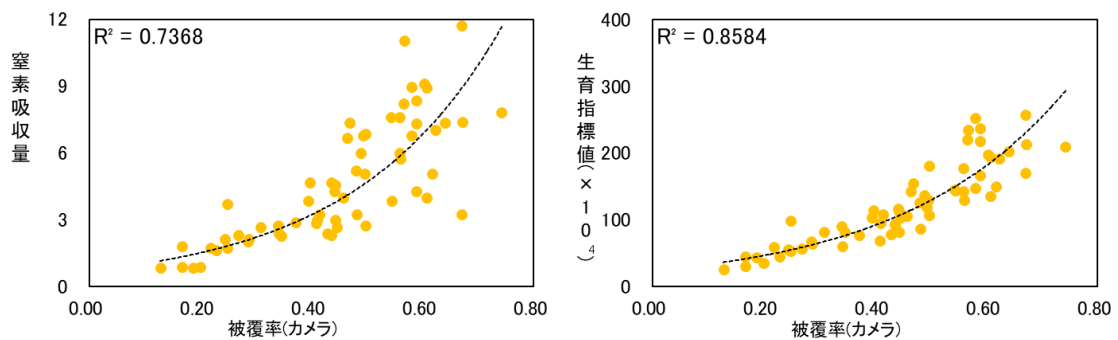


図12 カメラによる植被率と窒素吸収量及び生育指標値との関係(ゆめあかり)

表. 1 撮影に必要な時間及び機材について

	ドローン		GS	カメラ	生育調査
	NDVI	植被率	NDVI	植被率	
調査時間 ¹⁾	3~4分		3~5分	3~5分	73分30秒
解析時間 ¹⁾	数日		—	83分	—
必要なもの	ドローン カメラ		GS	デジタルカメラ PC	定規 葉緑素計 (SPAD)

1) 9区当りの測定時間. 移動時間含む

5. 経営評価

茎立期の生育状況を把握するには生育指標値を得る必要があるが、ドローンによる撮影は短時間で終了するため、その労力を大幅に削減することが可能となった(表1)。

6. 利用機械評価

ドローンを用いた撮影は広域に渡って撮影可能で短時間且つ省力的に生育状況を把握することが出来る。そのため、地域に渡って茎立期の生育状況を把握でき、収量及び品質が向上することが可能と考えられる。ただし、可変施肥機等に反映する場合には撮影してから追肥を行うまでの期間で得られたデータを迅速に解析する必要がある。

7. 成果の普及

特になし。

8. 考察

ドローンによる NDVI と生育指標値は高い相関が見られ、労力も大幅に削減できることから、「きぬあかり」や「ゆめあかり」の生育状況を把握するのに有用性が高いと考えられた。また、GS による NDVI やカメラによる植被率も高い相関が見られたため、生育状況の把握する手段として有用性が高いと考えられた。

9. 問題点と次年度の計画

データ件数が少ないため、今後活用するにはさらなる蓄積が必要と思われる。また、測定の際にはカメラ等統一した機材を用いて撮影を行う必要があると思われる。また、得られたデータを基に実証試験が必要と思われる。

本研究会では試験を継続しないが、愛知農総試としてはドローン又はGSによる小麦の茎立期における生育診断技術の開発を進めている。今後、この研究が次の研究に活かされている。

10. 参考写真

特になし