

委託試験成績（平成29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、新規開始																																																						
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、ドローン空撮によるマルチスペクトル画像から正規化植生指数 NDVI を、RGB 画像から植被率を取得し、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、地上からも携帯型センサーにより NDVI、デジタルカメラ撮影による RGB 画像から植被率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	主任研究員 船生岳人																																																						
<p>1. 試験場所 場内水田ほ場 B4（愛知県安城市池浦町）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(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</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア 供試品種 「きぬあかり」</p> <p>イ 1区面積 48 m² (6.0m×8.0m)</p> <p>ウ 茎立期の生育状況の作出 以下、(ア)～(ウ)の組み合わせることにより異なる生育状況を作成した。</p> <p>(ア) 播種時期</p> <p>A 平成29年11月7日 (播種量：8.3g/m²)</p> <p>B 平成29年11月22日 (播種量：9.3g/m²)</p> <p>(イ) 窒素施肥</p> <table border="1"> <tr> <td>① 播種時</td> <td>0g/m²</td> <td>追肥</td> <td>0g/m²</td> <td>合計</td> <td>0g/m²</td> </tr> <tr> <td>② 播種時</td> <td>0g/m²</td> <td>追肥</td> <td>4g/m²</td> <td>合計</td> <td>4g/m²</td> </tr> <tr> <td>③ 播種時</td> <td>0g/m²</td> <td>追肥</td> <td>6g/m²</td> <td>合計</td> <td>6g/m²</td> </tr> <tr> <td>④ 播種時</td> <td>8g/m²</td> <td>追肥</td> <td>0g/m²</td> <td>合計</td> <td>8g/m²</td> </tr> <tr> <td>⑤ 播種時</td> <td>8g/m²</td> <td>追肥</td> <td>4g/m²</td> <td>合計</td> <td>12g/m²</td> </tr> <tr> <td>⑥ 播種時</td> <td>8g/m²</td> <td>追肥</td> <td>6g/m²</td> <td>合計</td> <td>14g/m²</td> </tr> <tr> <td>⑦ 播種時</td> <td>16g/m²</td> <td>追肥</td> <td>0g/m²</td> <td>合計</td> <td>16g/m²</td> </tr> <tr> <td>⑧ 播種時</td> <td>16g/m²</td> <td>追肥</td> <td>4g/m²</td> <td>合計</td> <td>20g/m²</td> </tr> <tr> <td>⑨ 播種時</td> <td>16g/m²</td> <td>追肥</td> <td>6g/m²</td> <td>合計</td> <td>22g/m²</td> </tr> </table> <p>※播種時期 Aは平成30年1月12日、Bは平成30年1月31日に追肥を実施した。</p> <p>(ウ) 条間</p> <p>I 0.2m</p> <p>II 0.3m</p> <p>エ 試験スケジュール NDVI 等測定日 平成30年3月6日（11月7日播種）、3月23日（11月22日播種）</p> <p>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。</p> <p>(ア) 空中からのドローン空撮による NDVI・植被率の取得 測定高：15m、調査規模：3条×1m</p> <p>(イ) 地上からのセンサーによる NDVI 値及びデジタルカメラによる植被率の取得 測定高：1m、調査規模：3条×1m、画像解析ソフト（フリーソフト Lia32）</p>		① 播種時	0g/m ²	追肥	0g/m ²	合計	0g/m ²	② 播種時	0g/m ²	追肥	4g/m ²	合計	4g/m ²	③ 播種時	0g/m ²	追肥	6g/m ²	合計	6g/m ²	④ 播種時	8g/m ²	追肥	0g/m ²	合計	8g/m ²	⑤ 播種時	8g/m ²	追肥	4g/m ²	合計	12g/m ²	⑥ 播種時	8g/m ²	追肥	6g/m ²	合計	14g/m ²	⑦ 播種時	16g/m ²	追肥	0g/m ²	合計	16g/m ²	⑧ 播種時	16g/m ²	追肥	4g/m ²	合計	20g/m ²	⑨ 播種時	16g/m ²	追肥	6g/m ²	合計	22g/m ²
① 播種時	0g/m ²	追肥	0g/m ²	合計	0g/m ²																																																		
② 播種時	0g/m ²	追肥	4g/m ²	合計	4g/m ²																																																		
③ 播種時	0g/m ²	追肥	6g/m ²	合計	6g/m ²																																																		
④ 播種時	8g/m ²	追肥	0g/m ²	合計	8g/m ²																																																		
⑤ 播種時	8g/m ²	追肥	4g/m ²	合計	12g/m ²																																																		
⑥ 播種時	8g/m ²	追肥	6g/m ²	合計	14g/m ²																																																		
⑦ 播種時	16g/m ²	追肥	0g/m ²	合計	16g/m ²																																																		
⑧ 播種時	16g/m ²	追肥	4g/m ²	合計	20g/m ²																																																		
⑨ 播種時	16g/m ²	追肥	6g/m ²	合計	22g/m ²																																																		

(ウ) 生育調査

草丈、茎数、葉色、乾物重、窒素濃度、植物体窒素吸収量

3. 試験結果と考察

(1) 茎立ち期の生育と NDVI 値及び植被率との関係

地上において NDVI センサーで取得した NDVI 値と茎立ち期生育との関係を図 1 に示した。草丈、茎数、草丈*茎数、草丈*茎数*葉色と NDVI 値との決定係数は大きく、最も大きかったのは、草丈*茎数であった。葉色との関係性は低かった。

地上においてデジタルカメラで取得した植被率と茎立ち期生育との関係を図 2 に示した。NDVI 値とは異なり、葉色に加えて草丈も植被率との関係性は低かった。茎数、草丈*茎数、茎数*葉色、草丈*茎数*葉色との決定係数は大きかった。最も決定係数が大きかったのは草丈*茎数*葉色であったが、60%超えてくるとばらつきが大きくなる傾向であった。

ドローンで取得した NDVI 値と茎立ち期生育との関係性のうち、茎数、葉色、草丈*茎数、茎数*葉色、草丈*茎数*葉色で決定係数が大きく、そのうち草丈*茎数*葉色で最も大きかった(図 3)。一方で草丈との関係性は低かった(図 3)。また、NDVI 値は、地上での NDVI センサーで取得したものと比べて、全体的に 0.1 ポイントほど低くなった。

ドローンで取得した植被率は、どの生育との決定係数においても 0.6 を下回っていた(図 4)。

(2) 新たな茎立ち期における生育診断指標

愛知県では昨年、きぬあかりの生育に応じた施肥法を提示した。これは、植物体窒素吸収量によって生育を 4 段階に分類し、窒素吸収量と高い相関がある「草丈*茎数*葉色」をもとに茎立ち期追肥量を判断するものである。しかしながら、生育調査(草丈、茎数、葉色)には、熟練した技術、多大な時間を要するため、より簡易な手法が求められる。そこで、(1)の結果をもとに、以下の 4 つの指標を候補とした。

- ① 地上において NDVI センサーで取得した NDVI 値(図 5)
- ② ①の NDVI 値と葉色 SPAD 値の積(図 6)
- ③ 地上においてデジタルカメラで取得した植被率(図 7)
- ④ ドローンにより取得した NDVI 値(図 8)

窒素吸収量による分類とこれらの指標での分類が一致した割合は、①80.5%、②86.1%、③83.3%、④72.2%であった。これは単年度結果であり、次年度も継続して検討する必要があると考えられた。

4. 主要成果の具体的データ

(1) 茎立ち期の生育と NDVI 値及び植被率との関係

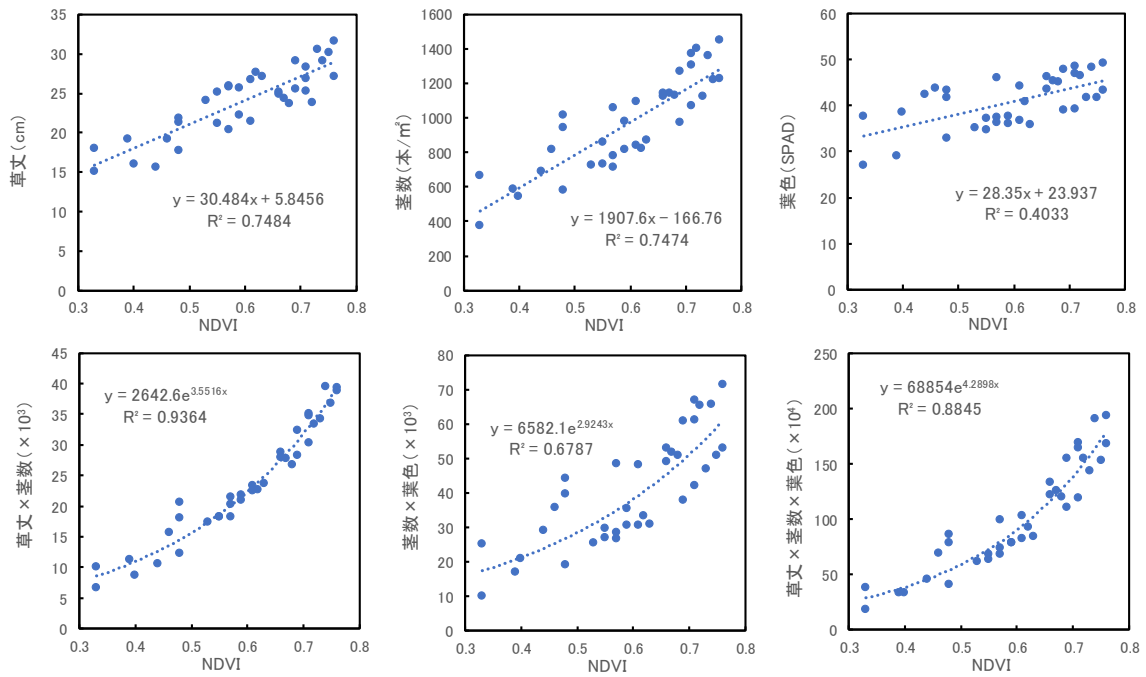


図1 センサーで取得した茎立ち期のNDVI値と生育との関係

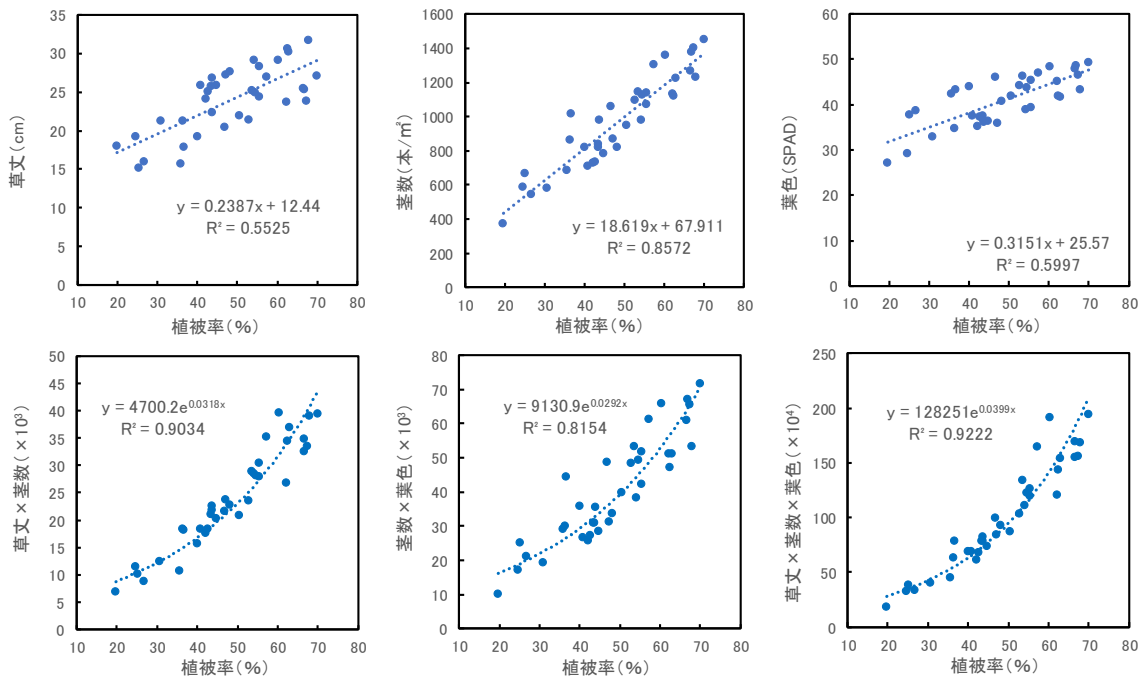


図2 デジタルカメラで取得した植被率と茎立ち期の生育との関係

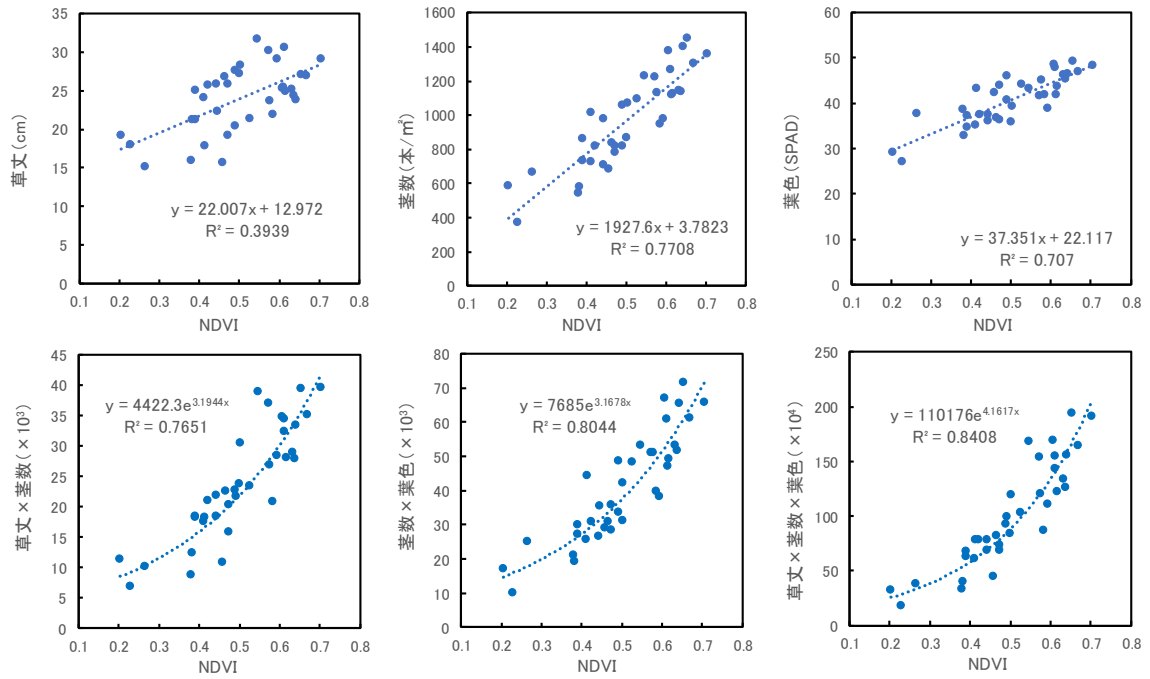


図3 ドローンで取得した NDVI 値と茎立ち期生育との関係

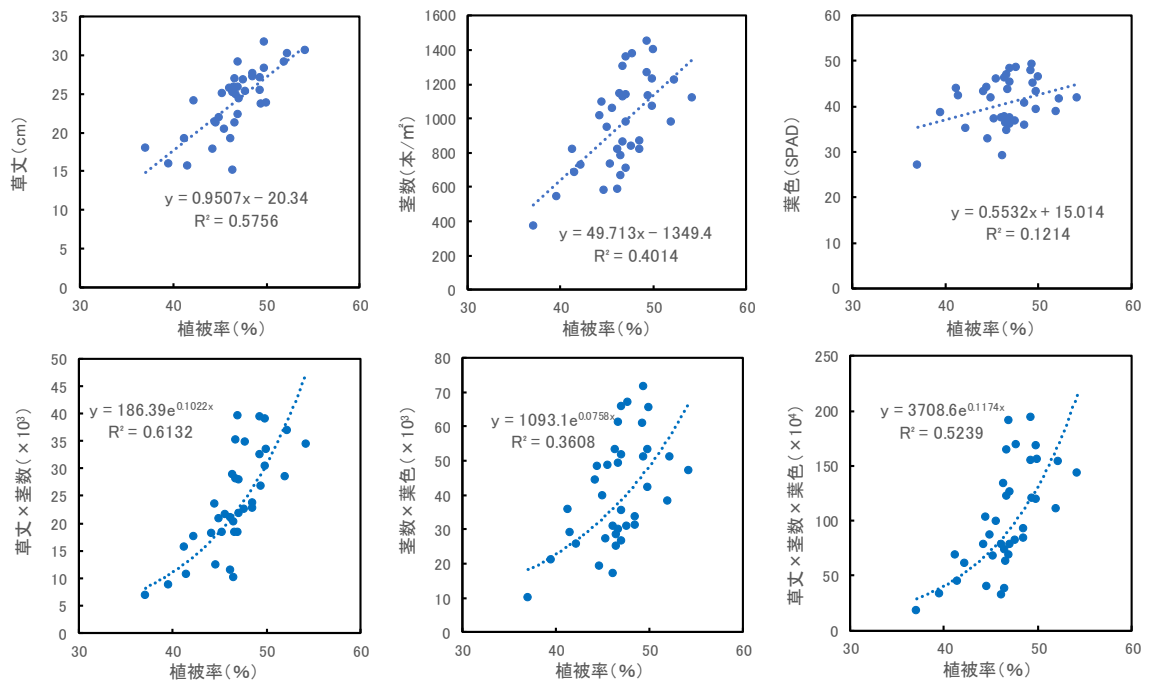


図4 ドローンで取得した植被率と茎立ち期生育との関係

(2) 新たな茎立ち期の生育診断指標の探索

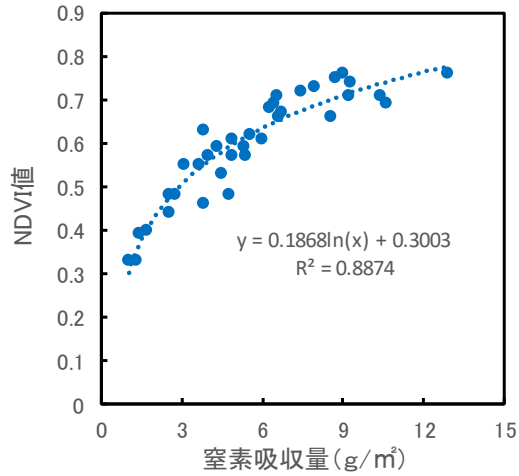


図5 茎立ち期の窒素吸収量と地上で取得したNDVI値との関係

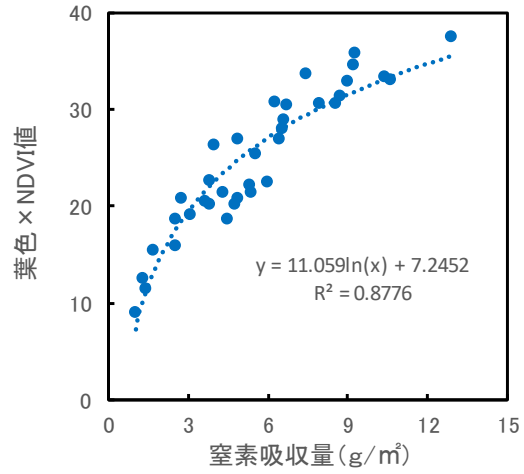


図6 茎立ち期の窒素吸収量と葉色 × NDVI値との関係

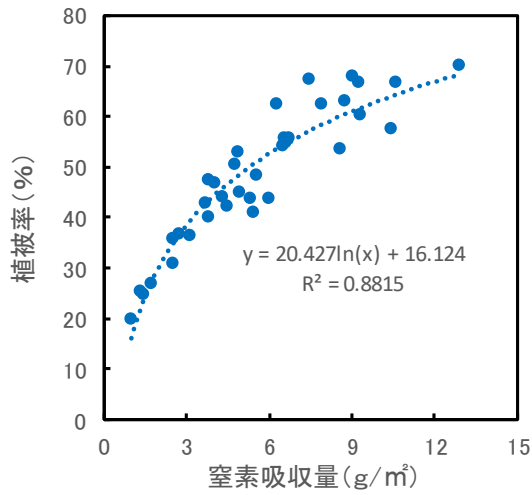


図7 茎立ち期の窒素吸収量と地上で取得した植被率との関係

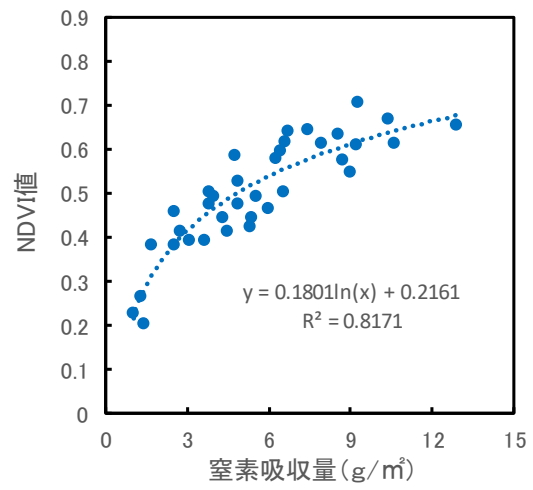


図8 茎立ち期の植物体窒素吸収量とドローンで取得したNDVI値との関係

5. 経営評価

地上でのセンサーによる NDVI 値計測、デジタルカメラによる画像取得、ドローンでの空撮に要した時間は、1区当たり14～16秒しかかからなかった。本試験での生育調査（草丈10株/区、茎数1m×3条/区、葉色10株/区）では、1区当たり約200秒も要していた。センサー、デジタルカメラ、ドローンを活用することにより、生育調査にかかる労力を大幅に削減できることが示された。

6. 利用機械評価

生育調査において労力を大幅に削減できることから、有用性は高いと考えられた。

7. 成果の普及

普及指導員への情報提供。

8. 問題点と次年度の計画

- (1) 年次変動の確認
- (2) 硬質小麦品種「ゆめあかり」での検討