

## 試験研究成果普及情報

部門	稲	対象	研究
課題名：無人ヘリコプタを利用した生育量計測技術の評価			
〔要約〕無人ヘリコプタに搭載したデジタルカメラによって計測した植生指数は、草丈、茎数、葉面積指数、乾物重を評価することが可能であり、幼穂形成期の植生指数は追肥の施用時期と窒素施用量を決定するのに有効である。			
キーワード	稲、リモートセンシング、植生指数		
実施機関名	主 査 農林総合研究センター 水稻・畑地園芸研究所 水稻温暖化対策研究室 協力機関 新稲作研究会、(株) ヤンマーヘリ&アグリ		
実施期間	2013年度～2014年度		

### [目的及び背景]

近年、気象変動の増大に伴って、年ごとの水稻の生育が大きく変化しており、安定生産のためには生育状況に応じた穂肥の施用量等を適宜判断することが必要となっている。特に作付期間が長く、管理する圃場が多い大規模経営体で重要性が高い。

本試験研究では、特定の波長域のみを抽出する分光撮影デジタルカメラ（作物生育量測定装置）を搭載した無人ヘリコプタによって植生指数（以下、NDVI）をリモートセンシングし、NDVI から推定される生育量が実際の生育量に即しているか検証する。また、NDVI から推定した穂肥の施用量が、収量及び品質に及ぼす影響を評価する。

### [成果内容]

- 1 移植時期 4/10～6/3（移植後 18～72 日）、基肥窒素施用量 0～6 kg/10a の試験区から平成 24 年 6 月 21 日に取得した NDVI 画像は、写真 1 のとおり。
- 2 水稻の草丈・茎数・葉面積指数・地上部乾物重が大きいほど、葉の分布状況を示す NDVI が大きくなっており（図 1）、有意（危険率 1%）な相関関係が認められた（表 1）。
- 3 稈長、籾数、精玄米重が大きいほど、幼穂形成期の NDVI が大きくなっており（図 2）、有意（危険率 1%）な正の相関関係が認められた（表 2）。特に、「コシヒカリ」では、幼穂形成期の NDVI が 0.75 以下だと籾数が 30 千粒/m<sup>2</sup>以下、精玄米重が 540kg/10a 以下となった、また、NDVI が 0.82 以上では全ての試験区で稈長が 90cm 以上となり、倒伏程度が 3（中）以上となった（図 2）。
- 4 移植時期・基肥窒素施用量の異なる「コシヒカリ」に対し、幼穂形成期の NDVI に基づいて追肥（NDVI ≤ 0.75 以下：出穂 18 日前に窒素 4 kg/10a、0.75 < NDVI < 0.82：出穂 18 日前に窒素 3.0kg/10a、NDVI ≥ 0.82：出穂 12 日前に窒素 1.5kg/10a）を施用し

た実証区と幼穂形成期の NDVI に関わらず出穂 18 日前に窒素 3.0kg/10a を施用した対照区を設けた。その結果、幼穂形成期の NDVI が 0.82 以上であった実証区では、出穂 18 日前に施用窒素 3 kg/10a を施用した対照区と比べ、稈長が短く、籾数が少なくなったことにより倒伏程度が軽微となり、登熟歩合が向上して精玄米重が増加した(表 3)。

5 一定の太陽高度が保たれている 9 時、11 時、13 時に撮影した画像から算出した各試験区の NDVI に差は認められなかった (図 3)。

6 以上より、NDVI により水稻の生育量を評価することができる。

[留意事項]

現在、作物生育量測定装置は、製造・販売する予定がない。このため、本技術を利用するためには、NDVI の取得が可能な別のデジタルカメラを利用する必要がある。

[普及対象地域]

[行政上の措置]

[普及状況]

[成果の概要]

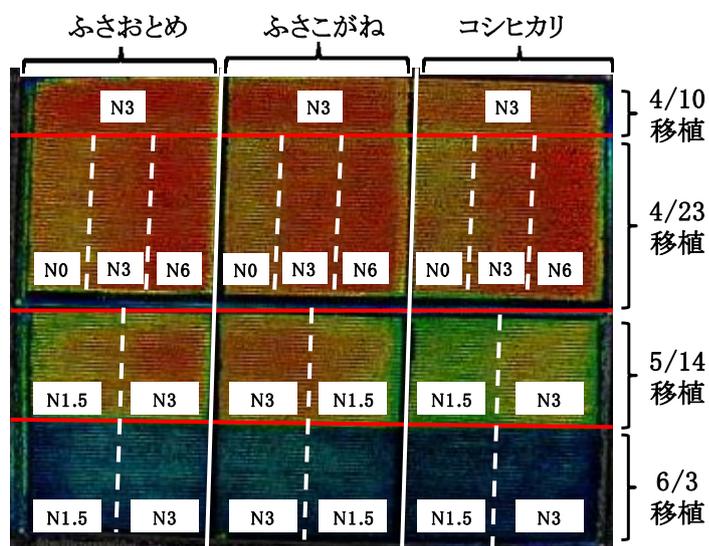


写真 1 生育量測定装置により取得した NDVI 画像

注 1) 上空 50m より撮影 (平成 24 年 6 月 21 日)

2) NDVI の域値ごとに青 (NDVI : 小) ~ 赤 (NDVI : 大) に色分け

3) N△ : 基肥窒素 △kg/10a 施用した試験区

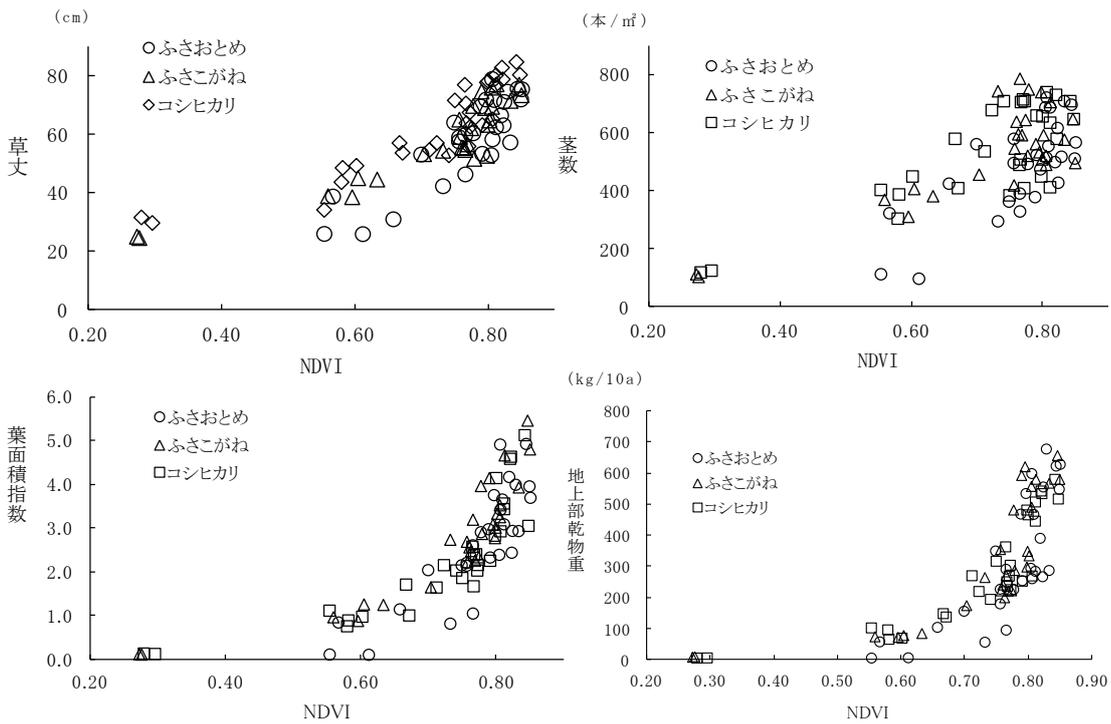


図1 NDVI と草丈、茎数、葉面積指数、地上部乾物重の関係

表1 NDVI と草丈、茎数、葉色、葉面積指数、地上部乾物重との相関係数（単相関）

品種	草丈	茎数	葉色 (SPAD値)	葉面積指数	地上部乾物重
ふさおとめ	0.86 **	0.73 **	0.29	0.83 **	0.76 **
ふさこがね	0.89 **	0.82 **	-0.15	0.83 **	0.74 **
コシヒカリ	0.88 **	0.80 **	-0.43	0.79 **	0.80 **

注1) \*\*は1%水準で有意であることを示す

2) 各品種 n=28(但し、葉色のみは n=26)

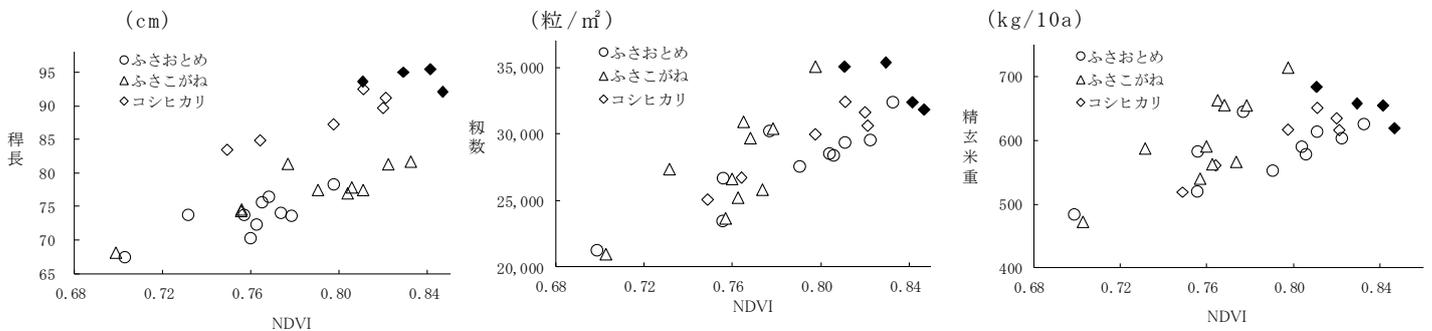


図2 幼穂形成期のNDVI と稈長、粒数、収量との関係

注1) いずれの試験区も窒素 3 kg/10a を出穂 22~16 日前に施用した

2) 収量は、粒厚 1.8mm 以上の精玄米重を示す

3) ◆は、倒伏程度 (0 : 無~ 5 : 甚の 6 段階評価) が 3 以上の試験区を示す

表2 幼穂形成期の NDVI と成熟期の稈長及び粒数との相関係数（単相関）

品種	稈長 (cm)	粒数 (千粒/m <sup>2</sup> )	精玄米重 (kg/10a)
ふさおとめ	0.81 **	0.85 **	0.73 **
ふさこがね	0.77 **	0.75 **	0.78 **
コシヒカリ	0.88 **	0.73 **	0.79 **

注1) \*\*は1%水準で有意であることを示す

2) 各品種 n=10

表3 追肥方法の違いが、「コシヒカリ」の稈長、粒数、倒伏程度、収量に及ぼす影響

基肥窒素量 (g/m <sup>2</sup> )	移植日 (月/日)	処理区	幼穂形成期 -4~+2日のNDVI	追肥窒素量 (kg/10a)	稈長 (cm)	粒数 (千粒/m <sup>2</sup> )	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	倒伏程度	収量 (kg/10a)	整粒粒比 (%)
0	4/23	実証区	0.73	4.0(18)	90	33.3	92.6	19.6	2.5	652	87
		対照区	0.75	3.0(18)	84	28.6	87.9	20.4	2.0	631	86
3	4/10	実証区	0.79	3.0(18)	88	32.3	90.0	20.7	2.5	637	79
		対照区	0.79	3.0(18)	92	36.6	89.6	20.2	3.5	662	76
	4/23	実証区	0.83	1.5(12)	94	37.8	91.0	21.2	3.0	640	76
		対照区	0.82	3.0(18)	97	39.8	85.3	19.3	4.0	577	73
6	4/23	実証区	0.84	1.5(12)	98	38.5	80.3	20.3	4.0	560	75
		対照区	0.84	3.0(18)	108	44.9	76.4	19.1	4.5	551	77

注1) 追肥窒素量の ( ) 内は追肥施用日 (出穂前日数) を示す

2) 倒伏程度は、0:無~5:甚の6段階評価、収量は、粒厚1.8mm以上の精玄米重

3) 整粒粒比は、穀粒判別器 (RGQI20A、サタケ) により測定

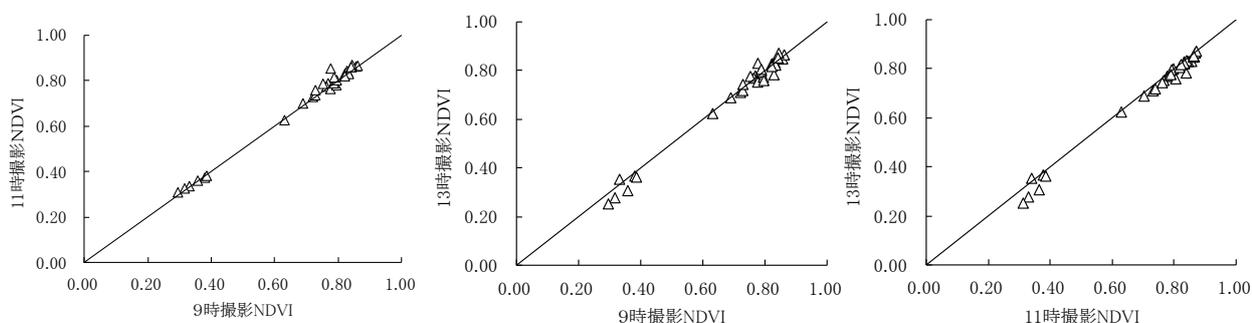


図3 異なった時間取得したNDVI相互の関係

注1) NDVIの取得日:平成26年6月21日

2) 撮影時の天候は、9時:晴れ、風速4.1m/s、11時:曇、風速4.3m/s、13時:晴、風速5.3m/sであった

[発表及び関連文献]

- 1 望月ら、正規化植生指数による水稻の生育評価と追肥判断指標としての有用性、日本作物学会紀事38(別1)、2014
- 2 得られた研究成果は、新稲作研究会ホームページにて公開している。

[その他]

- 1 NDVI：植生の分布状況や活性度を示す指標であり、可視域赤の反射率（R）と近赤外域の反射率（IR）より、下記の式により算出される。本試験では、中心波長：可視域赤 635nm、近赤外 820nm、半値幅：約 80nm で測定した。

$$\text{NDVI} = (\text{IR} - \text{R}) / (\text{IR} + \text{R})$$

- 2 新稲作研究会委託試験事業「無人ヘリコプタを利用した生育量の計測技術の評価（試験）」（平成 25・26 年度）