

委託試験成績（平成29年度）

担当機関名 部・室名	愛知県農業総合試験場 作物研究部・作物研究室
実施期間	平成29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開発
課題名	NDVI 測定と可変施肥機を活用した「愛知123号」の良食味米生産技術の開発
目的	本県育成の「愛知123号」は夏期の高温でも白未熟粒の発生が少なく、良食味の品種であり、日本穀物検定協会の「特A」評価を得る栽培技術の開発を進めている。生産者の大規模化が進み、効率的な管理作業が必要とされており、また、産地として品質が均一な良食味米を生産するためには、ICTを活用した省力的な栽培技術の開発が必要である。ドローンに測定器を搭載してほ場上空からNDVI 値を測定することで、水稻生育を可視化し、さらに無人ヘリによる可変施肥と組み合わせることで、品質が均一な「愛知123号」の良食味米を省力的に生産する技術を開発する。
担当者名	作物研究部作物研究室 主任 森崎耕平

【試験1】生育および品質とNDVI 値の関係

1. 試験場所

愛知県農業総合試験場作物研究部水田ほ場 C14 10a

2. 試験方法

(1) 供試機械名 ドローン、NDVI センサー

(2) 試験条件

ア 供試品種 「愛知123号」

イ 栽培等の概要

- ・移植日 4月26日
- ・栽植密度 21.2株/m<sup>2</sup> (坪70株)
- ・穂肥施用日 7月4日 (出穂18日前頃)
- ・出穂期 7月20日～24日
- ・成熟期 8月21日～28日 (黄化率約80%となった日)
- ・NDVI 測定日 6月30日 (幼穂形成期)、8月4日 (穂揃期)、8月18日 (成熟前)

(3) 試験区の構成

基肥窒素量		穂肥窒素量
kg/10a		kg/10a
$\begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 4 \\ 6 \end{bmatrix}$	×	$\begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix}$

3. 試験結果と考察

(1) 幼穂形成期の生育とNDVI 値の関係

草丈、茎数、草丈×茎数×葉色とNDVI 値には相関がみられ、最も相関が高かったのは草丈×茎数×葉色であった。草丈×茎数×葉色が70×10<sup>4</sup>以上となった場合に回帰曲線の傾きがやや緩やかとなった(図1～3)。一方、葉色との関係性は低かった(図4)。NDVI 値が草丈×茎数×葉色の代替となり得る可能性はあり、NDVI 値による適正穂肥量の検討は可能であると考えられた。しかし、同程度の草丈×茎数×葉色でもNDVI 値の幅は0.1程度あるため、生育とNDVI 値の関係性については継続して検討する必要があると考えられた。

(2) 幼穂形成期の NDVI 値と適正穂肥量の関係

草丈×茎数×葉色と蛋白含量の関係性は、NDVI 値と蛋白含量の関係性と同じ傾向であった(図 5、6)。

「愛知 123 号」の玄米蛋白質含量(以下、蛋白含量)は、7.5%以下を目標値として設定している。蛋白含量が 7.5%以下となったのは、穂肥窒素量 0 kg/10a(以下、穂肥 N0)の区においては、NDVI 値が 0.37~0.63 で、穂肥窒素量 2kg/10a(以下、穂肥 N2)の区においては、NDVI 値が 0.42~0.58 で、穂肥窒素量 4kg/10a(以下、穂肥 N4)の区においては、NDVI 値が 0.35~0.54 であった。しかし、NDVI 値が 0.5 および 0.54 で穂肥 N4 とした場合、蛋白含量 7.5%を超えるリスクが高いため、穂肥 N4 とするのは NDVI 値が 0.35 の場合とする必要があると考えられた(図 6)。

穂肥 N0 では、NDVI 値が 0.38 および 0.5 の場合、目標とする精玄米重 500kg/10a に達しなかった。穂肥 N2、穂肥 N4 は、全て精玄米重 500kg/10a 以上となった(図 7)。

以上のことから、NDVI 値が 0.35 以下の場合には穂肥 N4、0.35~0.6 の場合には穂肥 N2、0.6 以上の場合には穂肥 N0 とすることで、蛋白含量 7.5%以下を達成できる可能性があると考えられた。また、上記のように穂肥を施肥することで精玄米重 500kg/10a 以上が確保できると考えられた。しかし、単年度の試験結果であるため、来年度も継続して検討する必要がある。

(3) 穂揃期の生育と NDVI 値および玄米品質の関係

葉色と NDVI 値の関係性は幼穂形成期と同様に低かった(図 8)。また、NDVI 値と蛋白含量の関係性も低かった(図 9)。このことから、穂揃期の NDVI 値から蛋白含量を推定することは困難であると考えられた。

(4) 成熟前の生育と NDVI 値および収穫適期の関係

成熟前の穂数や葉色と NDVI 値の関係性は低かった(図 10、11)。「愛知 123 号」の収穫適期は成熟期頃(黄化初率約 80%となった頃)となっているが、NDVI 値と成熟期までの日数の関係性は低く、成熟前の NDVI 値から収穫適期を予測することは困難であると考えられた(図 12)。

4. 主要成果の具体的データ

(1) 幼穂形成期の生育と NDVI 値の関係

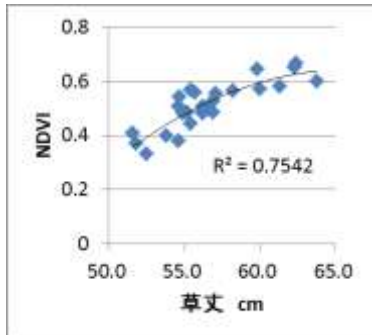


図 1 草丈と NDVI 値

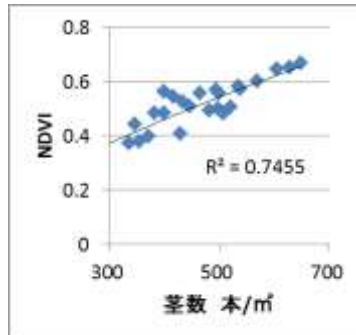


図 2 茎数と NDVI 値

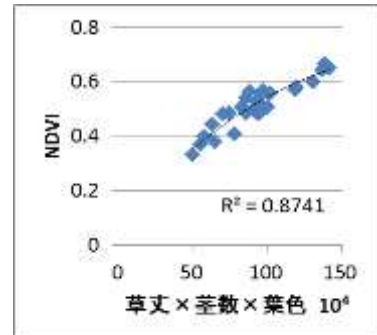


図 3 草丈×茎数×葉色と NDVI 値

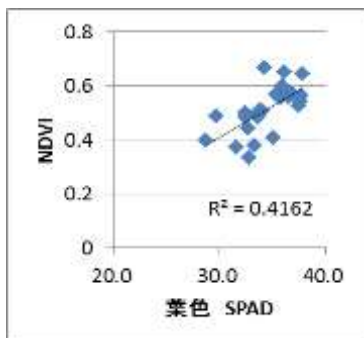


図 4 葉色と NDVI 値

(2) 幼穂形成期の NDVI 値と適正穂肥量の関係

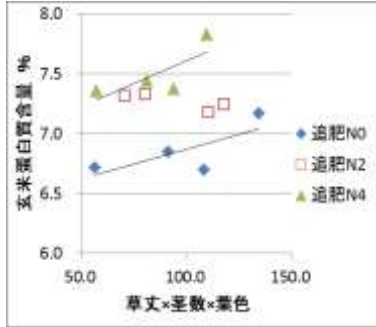


図5 草丈×茎数×葉色と蛋白質含量

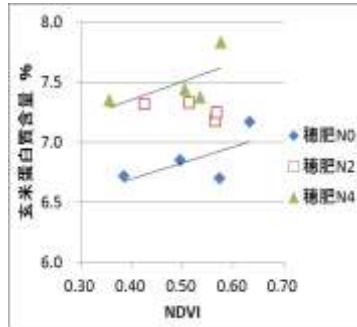


図6 NDVI 値と蛋白質含量

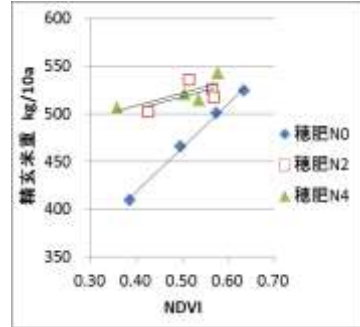


図7 NDVI 値と精玄米重

(3) 穂揃期の生育と NDVI 値および玄米品質の関係

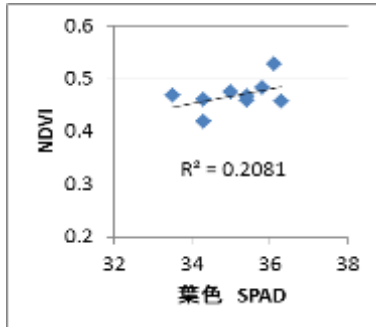


図8 葉色と NDVI 値

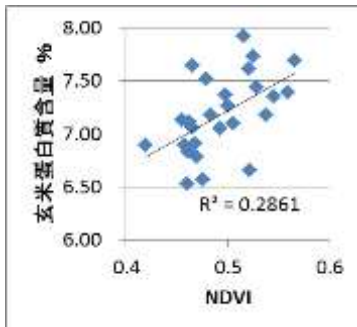


図9 NDVI 値と蛋白質含量

(4) 成熟前の生育と NDVI 値および収穫適期の関係

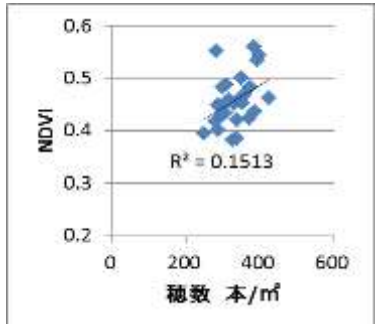


図10 穂数と NDVI 値

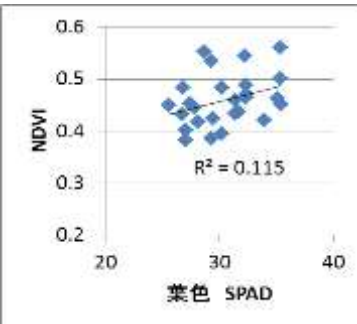


図11 葉色と NDVI 値

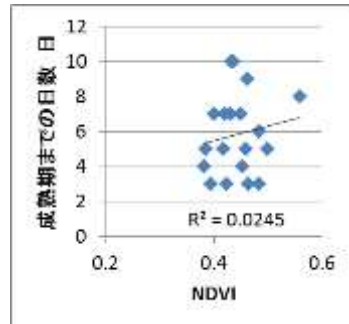


図12 NDVI 値と収穫までの日数

5. 利用機械評価

ドローンでの空撮に要した時間は10aのは場で発着を含めて3分弱であり、短時間でNDVI測定が可能であったことから、効率的な管理作業としての有用性は高いと考えられた。

6. 試験結果の要約

(1) 幼穂形成期の草丈×茎数×葉色とNDVI値に相関がみられ、NDVI値による適正穂肥量の検定は可能であると考えられた。

(2) 穂肥窒素量は、幼穂形成期のNDVI値が0.35以下の場合には4kg/10a、NDVI値が0.35~0.6の場合には2kg/10a、0.6以上の場合は無施用とすることで、玄米蛋白質含量7.5%以下、精玄米重500kg/10aを達成できる可能性があると考えられた。

(3) 穂揃期のNDVI値から蛋白質含量を推定することは困難であると考えられた。

(4) 成熟前のNDVI値から収穫適期を推定することは困難であると考えられた。

(5) これらの試験成績は単年のものであり、継続して検討する必要がある。

## 【試験2】可変施肥機による追肥作業時間と施肥精度の確認

### 1. 試験場所

愛知県農業総合試験場作物研究部水田ほ場 B6 10a

### 2. 試験方法

(1) 供試機械名 無人ヘリ、可変施肥機

(2) 試験条件

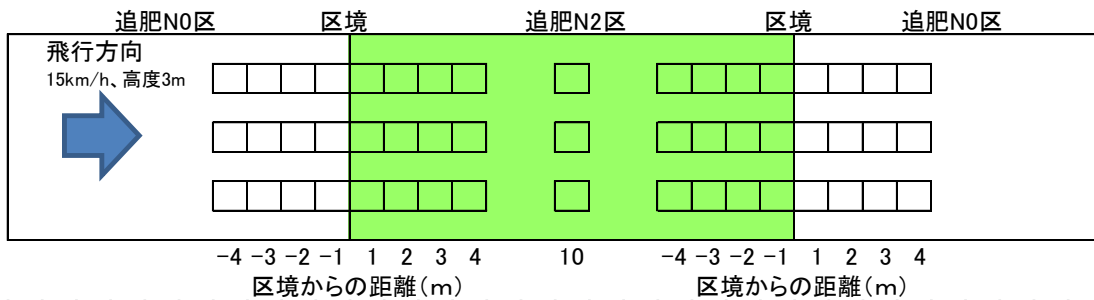
ア 供試品種 「コシヒカリ」

イ 栽培等の概要

- ・栽培方法 不耕起V溝直播栽培
- ・播種日 4月24日
- ・基肥窒素量 6kg/10a
- ・出穂期 8月8日
- ・可変施肥による追肥実施日 8月4日
- ・無人ヘリの飛行 速度約15km/h、高度約3m
- ・葉色の調査日 追肥前8月4日、追肥後8月10日
- ・葉色の調査方法 1条1mにおいて主茎10穂の止葉葉色を測定し、平均値を算出した。

(3) 試験区の構成

追肥無施用の区（以下、追肥N0区）と追肥窒素量2kg/10aを施用する区（以下、追肥N2区）を交互に設置した（各5m×20m）。可変施肥機の進行方向を正として、区境の-1～4mに葉色調査地点を設けた。



### 3. 試験結果

追肥施用の前後で葉色を比較したところ、区境1～2mで葉色がほとんど変化しなかった場所がみられた。このことから可変施肥機の施肥機の開度調節には1～2mの飛行距離を要すると考えられた。そのため、可変施肥機の現場適用に際しては、施肥マップの単位を10m×10m程度に設定する必要があると考えられた。また、飛行方向に対して左側の葉色が濃くなる傾向がみられた。そのため、可変施肥機による肥料散布量は、飛行方向に対して左側がやや多くなると考えられた(図)。

可変施肥機による追肥散布時間は離発着を含め約3分であった。背負い式動力噴霧器における追肥散布には約10分要するため、追肥散布時間は約7分削減可能であると考えられた。

### 4. 主要成果の具体的データ

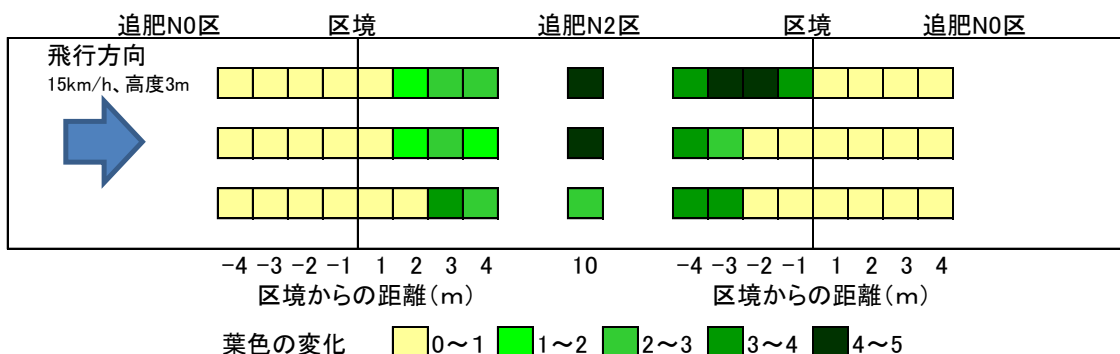


図 可変施肥機による追肥散布前後の葉色の変化

## 5. 経営評価

センシングと可変施肥の作業委託料金を 2,500 円/10a を設定した場合、センシングと可変施肥の作業委託によって所得向上となるには、作業委託した全ほ場の平均で 10a あたり 10kg 以上の増収（単価 250 円/kg で想定）または 312 円/60kg 以上の単価上昇（収量 480kg/10a で想定）が必要である。

## 6. 利用機械評価

無人ヘリによる可変施肥機は、10a あたり約 3 分程度の短時間で、ほ場内を踏み荒らすことなく追肥散布可能であるため、効率的な管理作業としての有用性は高いと考えられた。

## 7. 試験結果の要約

（1）可変施肥機は設定施肥量を散布するまでに 1～2m の飛行距離が必要であり、それを考慮した施肥マップ作成が必要であると考えられた。

（2）可変施肥機は進行方向に対して左側の肥料散布量がやや多くなる傾向がみられた。

（3）可変施肥による追肥は 10 a あたり約 3 分と短時間であった。

## 8. 問題点と次年度の計画

（1）幼穂形成期の生育と NDVI 値の関係、NDVI 値と適正穂肥量については継続して検討を行う。

（2）可変施肥機は進行方向に対して左側の肥料散布量がやや多くなる傾向がみられたことから、その施肥量の違いが「愛知 123 号」の蛋白含量に及ぼす影響を検討する。