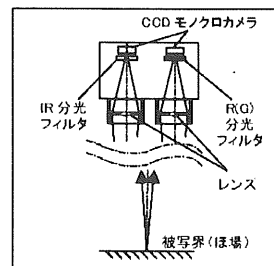


委託試験成績（平成23年度）

担当機関名 部・室名	石川県農業総合研究センター 育種栽培研究部 作物栽培グループ
実施期間	平成23年4月～24年3月
大課題名	I 大規模水田営農を支える省力・低コスト技術の確立
課題名	リモートセンシングによる水稻生育・品質予測技術の開発
目的	担い手生産者のための栽培状況データベースの開発は、生産規模拡大において重要な問題である。本研究では、無人ヘリを利用して、環境保全型農業を実践している圃場と慣行栽培圃場を対象に、ほ場診断技術を開発し大規模生産者へ情報をフィードバックすることを目的とした。
担当者名	森本英嗣
<p>1. 試験場所</p> <p>石川県金沢市 金沢市水稻請負部会 石川県金沢市 石川県農業総合研究センター試験圃場 石川県能美市 (有)たけもと農場</p> <p>2. 試験方法</p> <p>品種：コシヒカリ</p> <p>(1) 耕種概要</p> <p>1) 調査面積： 約10ha 移植日：2011年5月8日（コシヒカリ） 肥料名：(NPK成分)：BB コシー発くん特号（20 - 17 - 10） 慣行施肥量：元肥一発 40kg/10a 適正施肥区：元肥 40kg/10a を基準に田植時に EC を測定、その結果に応じて 30・20% の減肥を行った。結果として全体で 10% の減肥 全刈平均収量：530kg/10a（慣行区） 527kg/10a（適正施肥区）</p> <p>2) 空撮調査</p> <p>撮影時期：直播：最高分けつ期：7月12日 収穫適期：9月6日 供試機械：無人ヘリコプター（L18 高高度飛行可能タイプ） カメラ装置：2眼方式デジタルカメラ 画角：長辺方向 69.4度 短辺方向 54.2度 CCD 実効画素数：140万画素 中心波長：赤色 550nm、NIR820nm（ともにバンド幅 80nm）</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 150m 上空でホバリングしながら静止画撮影 イ. 作業効率：1.2ha/撮影 撮影時間：10分/撮影 ウ. 取得データ：NDVI（正規化植生指数） エ. 取得単位：1グリット 60×60cm</p>	



### 3. 試験結果

石川県農業総合研究センターで行った生育調査を中心に解析結果を報告する。

#### 1) リモートセンシング調査結果

##### (1) 幼穂形成期

慣行施肥区と適正施肥区の NDVI の平均はそれぞれ 0.69 と 0.67 と差は見られなかったが、NDVI のヒストグラムを図 1 に示すように慣行施肥区の方がバラツキ大であることが確認された (図 1 右)。また NDVI マップでの比較では慣行区において東西 (左右) で NDVI の差が大きく、適正施肥区では、圃場の縁周辺の NDVI が若干高い値を示していることがわかる (図 2 上段)。NDVI の標準偏差は、慣行施肥、適正施肥でそれぞれ 0.12 から 0.035 であり、慣行区に比べて 70%バラツキを低減できたことを確認した (図 3)。さらにこれまでの研究で導出した NDVI から稲体窒素保有量を算出する式で推定したところ慣行区 2.2-4.8 g N/m<sup>2</sup>、適正施肥区が 3.6-4.0 gN/m<sup>2</sup>と生育の均一化が確認された。

##### (2) 収穫適期

慣行施肥区と適正施肥区の NDVI の平均はそれぞれ 0.66 と 0.61 適正施肥区の黄化が進んでいた。NDVI のヒストグラムを図 1 左に示すように適正施肥区の方がバラツキは小さいことがわかる。また NDVI マップでの比較では幼穂形成期同様、慣行区において東西 (左右) で NDVI の差が大きかったのに対して、適正施肥区では、圃場周辺部とそれ以外の差がほとんど解消されていることがわかる (図 2 下段)。また、既往の研究結果より NDVI からタンパク質含有率を算出する式を用いてたんぱく含有率を推定したところ慣行区 (平均 6.8% 標準偏差 0.75、適正施肥区 (平均 6.2% 標準偏差 0.17) となった。本実験結果を活用する場合、例えば収穫する圃場の順番を決定するようなときに NDVI をリモートセンシングにより事前把握することは適期収穫をサポートする上での有益であると示唆された。

#### 4. 主要成果の具体的データ

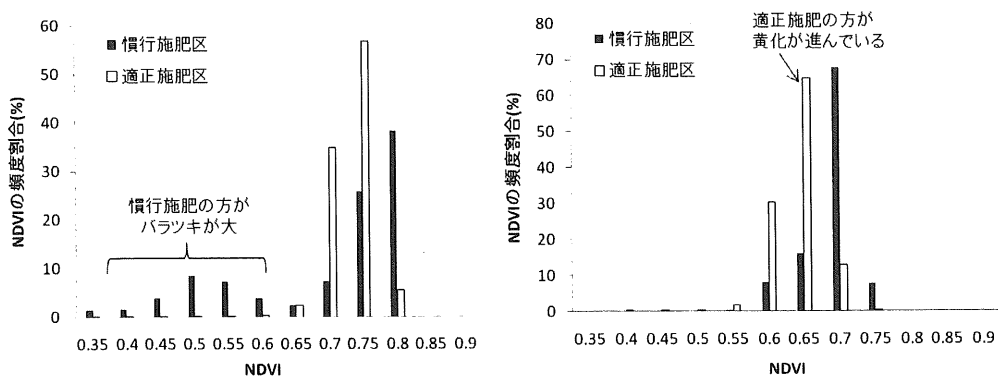


図 1 幼穂形成期 (左) 収穫適期 (右) における NDVI ヒストグラムの比較

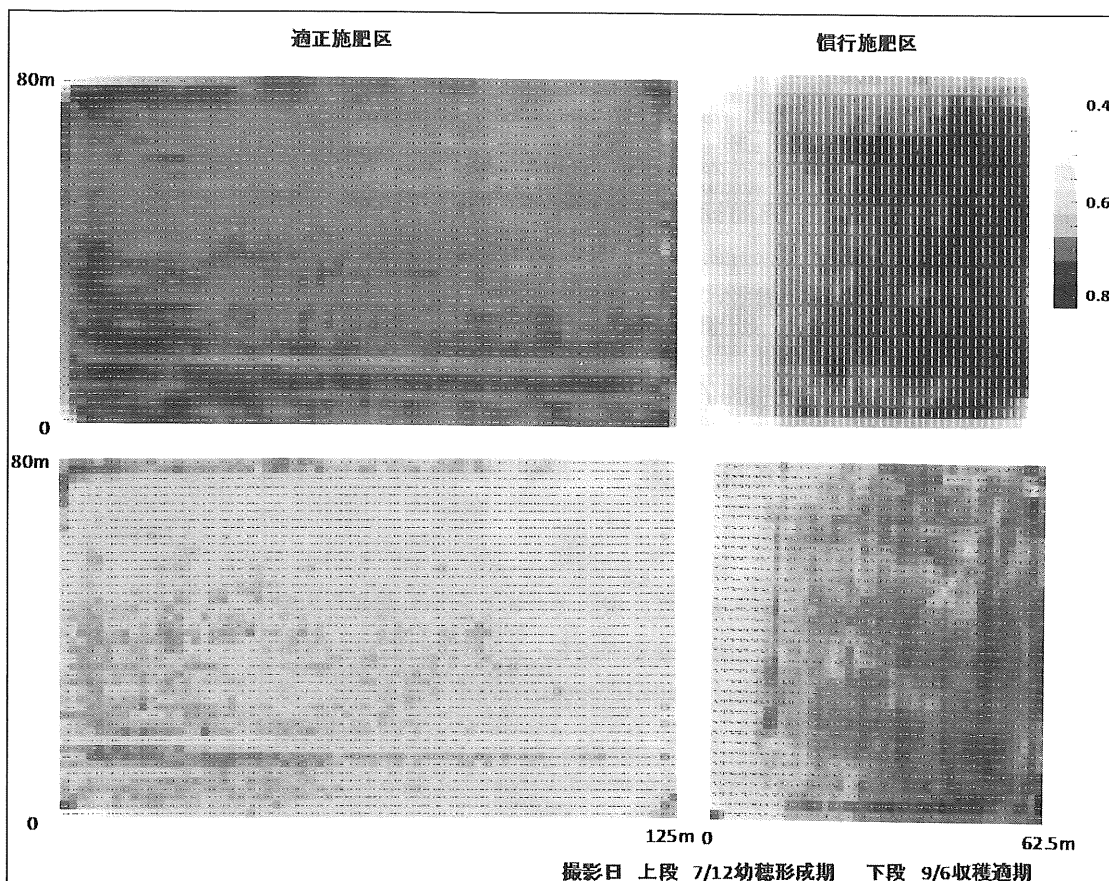


図2 幼穂形成期と収穫適期におけるNDVIマップの比較  
(上段 幼穂形成期 下段 収穫適期)

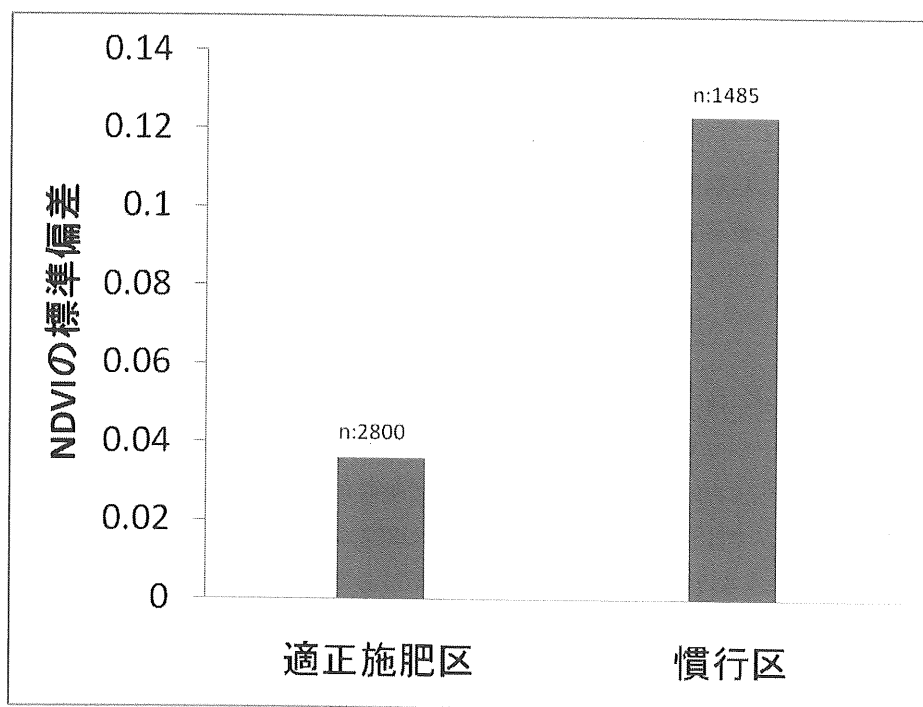


図3 幼穂形成期におけるNDVIの標準偏差の比較

## 5. 総合考察

### 1) 無人ヘリコプターによる生育量調査の可能性

通常の生育診断に比べて観測効率が飛躍的に向上するという点においては広範囲の生育状況を観測するツールとして十分に有用性があると考えられる。今年度の実験では、施肥量の適正化により生育途中の NDVI を評価パラメータとして均一な生育が図られるということが明らかとなったが、同様の手法を用いて例えば、特別栽培米、JAS 有機米等のブランディングをする際に生育状況を「見える化」でき、消費者への PR としてだけではなく、生産者にとっても次年度以降の肥培管理の目安になりうると考えられる。現在、政府が想定している 20-30 ไร่規模の農地集約や畦畔除去による大区画化などが進むとますます圃場内・圃場間の生育バラツキや品質のバラツキが生じる可能性が高まるので、このような広域情報を把握するためのツールはますます重要になると考えられる。

### 2) 供試機導入に際しての注意事項

今回適用したリモートセンシング技術は、広範囲を一度に撮影できることから集落や生産組合、大規模法人が圃場管理、または意思決定のための合意形成をとるための手段として有効であると考えられる。今回のように作付方法が同じ圃場が広範囲に存在する地域では一度の撮影で圃場ごとの良し悪しを判断することができることが利点である。しかし供試機は操縦に高度な免許が必要で日本でも数名程度しか飛行資格を持っていないことからビジネスモデルを展開する上では、例えば農薬散布時と同時に撮影や指定した緯度経度と高度で撮影できる無人航空機等での撮影の可能性検討を行う必要があると考えられる。

## 6. 考察

過去 3 年間の研究を通じて、述べ 40ha 規模の調査撮影を行い、圃場ごとの生育量の違いやバラツキや直播と移植の生育遅れの度合い等を明らかにし、リモートセンシングの有用性を証明できた。圃場の生育ムラを把握する上での技術的な問題はすでにクリアされていると判断できる。従って今後は、上述のように防除用の無人ヘリに CCD カメラを搭載するといったようなより現実的な観測手法を検討し、普及型のリモートセンシングの在り方を検討する必要があると考えられる。

## 7. 今後の課題

今後の展開としては、リモートセンシングを精密農業システムの一部に組み込む技術として捉え、様々な機関で開発されている土壌センサや可変施肥システム・既に市販化が進んでいる収量コンバインなどと協働したオールインワンの圃場管理技術として生産現場への普及に進める段階にきている。他方、国レベルで取り組んでいる農匠技術の知財化に関するデータベースづくりにおいても無人ヘリのような小回りの効く広域観測技術は必要不可欠であることからより現実的な普及活動を展開するために営農にどう役に立てるか? というシナリオを検討するところが課題といえる。

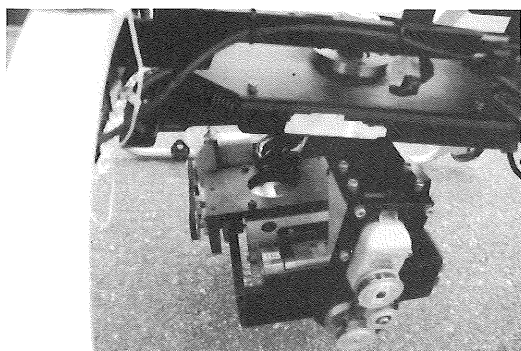
8. 参考写真



収穫適期の圃場の様子



適用した無人ヘリ (L18 高高度飛行タイプ)



可視・近赤外撮影システム



オペレーションの様子



撮影の様子