

|           |                                                                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名       | リュウ チャン ソク<br>柳 讃 錫                                                                                                              |
| 学 位 の 種 類 | 博 士 (農 学)                                                                                                                        |
| 学 位 記 番 号 | 農 博 第 1397 号                                                                                                                     |
| 学位授与の日付   | 平成 16 年 3 月 23 日                                                                                                                 |
| 学位授与の要件   | 学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当                                                                                                          |
| 研究科・専攻    | 農 学 研 究 科 地 域 環 境 科 学 専 攻                                                                                                        |
| 学位論文題目    | Analysis of Field Information and Applying Remote Sensing<br>Technology for Rice Management<br>(水稻栽培における圃場情報分析およびリモートセンシング技術の応用) |
| 論文調査委員    | (主 査)<br>教 授 梅 田 幹 雄    教 授 笈 田    昭    教 授 池 田 善 郎                                                                              |

### 論 文 内 容 の 要 旨

生産費低減と環境保全を両立させる農法として注目されている精密農業の手法を水稻に適用するためには、圃場情報として土壌成分、生育量、収量及び食味値等のデータの収集と分析が必要である。さらに、広い範囲の情報を収集するためにはリモートセンシング技術の応用が必要である。本研究は本研究科附属高槻農場にて、2000年、2001年及び2002年の3年間の圃場データについて分析と考察を行ったもので、以下の5章からなっている。

第1章では、精密農業に関する空間変動、可変施肥、リモートセンシング及び食味に関するこれまでの研究を概観し、本研究の目的について述べている。

第2章では、附属高槻農場の0.5haの圃場を、5 m×10mの100の小区画に分けて、土壌成分、高低差、生育量及び収量データを収集した。このデータをジオスタティスティクスの手法を用いて分析し、圃場マップを作成している。これらを用いて、東半分の穂肥可変施肥区と西半分の均一施肥区の比較から施肥量が生育や収量に及ぼす影響を分析している。生育量については、最高分けつ期、幼穂分化期、減数分裂期、出穂期、登熟期の5期、3年間について、同圃場の100区画において、SPAD値、草丈及び分けつ数を用いて分析している。この結果、実験圃場の土壌化学成分の空間変動は存在するが、全窒素の年ごとの変化は少ない。しかし、無機化窒素の空間変動は、年ごとに変化することを示唆している。また、生育量の生育期ごとのばらつきは、年ごとに変動している。収量についても年ごとに変化することを示し、この変動は3年間の穂肥可変施肥の結果から施肥量がしきい値を下回り、肥料成分が不足するときは、土壌の窒素成分の空間変動が収量のばらつきに表れる。しかし、施肥量がしきい値を上回るときは、土壌のばらつきの影響が少なくなる可能性があることを示唆している。

生育量の平均値は、同一圃場、同一品種では、SPAD値、草丈、茎数とも、3年間の変化は少なく、生育に応じて同じ傾向で変動することを示している。また、穂肥可変施肥区と均一施肥区の相異は年度差より少ないことを示している。

第3章では、水稻の生育量把握のためのリモートセンシング技術について検討している。圃場は第2章で用いた0.5ha圃場と、小区画ごとに人為的に窒素施用量を変化させた圃場の2つを用いている。

画像は、幼穂分化期、出穂期及び登熟期に航空機搭載のカメラADS40にて、青、緑、赤と近赤外線の4画像を取得している。地上部データとして、SPAD値、草丈、茎数の生育量の他、乾物重、葉面積指数を測定している。生育指数としては、これまでリモートセンシングの指標として用いられてきた正規化植生指数 (NDVI) だけでなく、組み合わせを変えた分析方法を試み、最も適した分析法を探索した。しかし、分析法の適否は、分析対象により変化し、NDVIあるいは赤の反射率を緑に変えたGreenNDVIで解析しても大差がないことを示唆している。

人為的に窒素施用量を変化させた試験区では、幼穂分化期のNDVI等イネの窒素保有量の相関は0.8以上を示し、出穂期のNDVI等と収量についても0.9以上を示したことを明らかにしている。しかし、生育変動の少ない0.5haの圃場では、幼穂分化期のNDVI等イネの窒素保有量の相関は約0.5、出穂期のNDVI等と収量も約0.5であることを示唆している。

第4章では、附属高槻農場の0.5ha圃場の食味値について分析している。食味値のデータは2002年の1年間にとどまったが、これまでと同様に、全体を5×100mの100区画の小区画に分け、食味に影響を与える要因、つまりアミロース、たんばく質、脂肪酸及び水分のばらつきと、食味値のばらつきについて考察している。この結果、窒素施肥量はたんばく質含有量に影響を与え、可変施肥により窒素施肥量の少ない試験区ではたんばく質含有量が低くなることを示唆している。しかし、アミロースの分布と施肥量との相関は低く、食味値の影響はアミロースのほうが、たんばく質含有量より大きいいため、窒素施肥量の多少が直接影響しないことを示し、今後の課題を明らかにしている。

第5章においては、結言として、本研究で明らかになったことをまとめている。また、今後の課題と研究の展開について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

生産費低減と環境保全を両立させる農法として注目されている精密農業を実施するためには、まず圃場データの収集と分析が必要である。

本研究は、水稻への精密農業の適用のため、本研究科附属高槻農場の0.5ha圃場にて3年間の土壌の化学成分、生育段階ごとの生育量、収量、及び食味値を分析し、施肥量との関係を把握したものである。さらに、これらを基に生育量分析のためのリモートセンシング技術の適応について研究したものであり、評価すべき点は以下のとおりである。

- (1) 附属高槻農場の3年間のpH、電気伝導度、全炭素、全窒素、無機化窒素、リン酸、カリ、及びその他の金属成分の土壌データを分析し、諸要因の変動を把握した。これにより、全窒素の空間変動は3年間でほとんど変化しないが、無機化窒素の空間変動は年ごとに変化することを確認した。
- (2) 同様に3年間の最高分け時期、幼穂分化期、減数分裂期、出穂期、登熟期の5段階の、SPAD値、草丈、莖数の分析を行い、生育期ごとに一定の傾向で変化することを示した。
- (3) 生育や収量に関して、穂肥の可変施肥試験から、施肥量がしきい値を下回り、施肥成分が不足するときは、土壌の窒素成分のばらつきが収量に影響を与える。しかし、施肥量がしきい値を上回るときは、土壌の影響が少ない可能性があることを示唆している。
- (4) 土壌成分と収量の相関についても、年ごとに変化することを示した。同様に、SPAD値、草丈、莖数についても年ごとに変化するが、一定の傾向があることを示した。
- (5) リモートセンシングについては、航空画像で、小区画で人為的に窒素施用量を変化させている試験区では、幼穂期のNDVI等とイネの窒素保有量の相関は0.8以上を示し、出穂期のNDVI等と収量についても0.9以上を示した。生育量変動の少ない0.5haの圃場では、幼穂分化期のNDVI等とイネの窒素保有量の相関は約0.5、出穂期のNDVI等と収量も約0.5を示すことを示唆した。
- (6) 食味については、窒素施肥量とイネのたんばく質含有量とは相関があるが、食味値はタンパク質よりアミロースの影響が大きいことを示し、窒素肥料施用の多少だけで食味値は決まらないことを示唆した。

以上のように、本論文は、精密濃度の実施に必要な基礎データを3年間のデータに基づいて分析・考察したもので、フィールドロボティクス、農業システム工学及び農産加工学の発展、並びに精密農業の今後の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成16年2月17日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。