

氏名	李 忠 根 イ チュン クン
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1167号
学位授与の日付	平成13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	Mapping of Field Information and Development of Yield Sensor for Precision Agriculture in Paddy Field (水田における精密農業のためのほ場情報マップの作成と収量センサの開発)
論文調査委員	(主査) 教授 梅田 幹雄 教授 天野 高久 教授 小崎 隆

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、精密農業の手法を水稻に適用することの要否を考察するため、土壌の化学特性値、ほ場高低差、イネの生育状態、及び収量などのほ場情報をマップ化することにより検討し、さらに収量計測を広く実施するために必要な、自脱コンバインに搭載可能な収量センサを開発することを目的としたものであり、以下の6章からなっている。

第1章では緒言として、研究の背景、収量マップ、土壌マップ、及びほ場情報マップの意義と現状について概観し、これまで欧米で開発された収量センサの原理、構造に関する調査結果を述べ、本研究の目的を明らかにしている。

第2章では、土壌や収量等のデータを処理するのに必要なジオスタティスティクスの手法を紹介し、セミバリオグラムやクリギングの理論と有効性について考察を行い、ジオスタティスティクスの農業分野への応用について考察している。

第3章では、水稻の収量マップを作成するために必要な調査区画の大きさについて検討するため、京都大学大学院農学研究科附属高槻農場で1997年に、 $1 \times 1.2\text{m}$ を100区画、 $5 \times 6\text{m}$ を8区画、及び $10 \times 12\text{m}$ を10区画に分けて収量調査を実施している。調査結果はジオスタティスティクスの手法を用いて統計処理を行い、収量変動を解析している。セミバリオグラムを用いた結果では、 $1 \times 1.2\text{m}$ は区画が小さすぎて空間依存性が無く、正弦波状の計測誤差が生じる。 $5 \times 6\text{m}$ と $10 \times 12\text{m}$ のセミバリオグラムの比較から空間依存性は10mであり、今後の水稻調査では $5 \times 10\text{m}$ の区画が望ましいことを示唆している。

第4章では、1997年11月、1998年6月に採集した土壌について、同様にジオスタティスティクスを用いて土壌マップを作成した。調査項目はpH、EC、全炭素、全窒素、C/N比、可給態リン、交換性Ca、Mg、K、Naの他、4週間 30°C 培養法にて求めた無機化窒素である。これらの化学特性値はすべて0.5haの水田内においても空間依存性が存在することを明らかにしている。

第5章では、これまで収量マップ、土壌マップを作成して考察した研究成果を基に、1999年にこれまでと同じ0.5haほ場(品種ミナミヒカリ)を、1区画、 $5 \times 10\text{m}$ 、合計100区画に分け、土壌調査、SPADメータによる生育段階ごとに5回の生育量調査、収量調査、ほ場の高低差調査を行い、ジオスタティスティクスを用いて、要因の相関を明らかにすることを試みている。

土壌の化学特性値は30mの空間依存性を有すること、ほ場の高低は水口から水尻にかけての均一な変動に加えて、30mの正弦波状の凹凸が重なっていること。生育量は均一施肥でも最高分けつ期になるとSPAD値(生育量)にばらつきが生じてくること、しかし穂肥を均一施肥するとばらつきが減少すること、さらに、日数を経ると再びばらつきが生じてくること、収量変動は水口付近では低く、南側中央部が高くなることを明らかにしている。この結果、収量は土壌の無機化窒素の多少と相関が高いがこれのみで決定するものではないこと、窒素量は1978年から1980年に投与した牛糞堆肥の影響が現在でも残っており収量が高くなること、また同様にこのほ場は5区画の水田を一筆の水田に区画整理したものであるが、ほ場面の高低差ではこの影響がいまだに残っており、低い箇所(水尻)の収量が減少する傾向があることを示唆し、これらの要因の変動

と収量変動の関係は複雑で今後も調査すべきであることを提案している。

第6章では、収量センサの開発について述べている。わが国では小形のコンバインを使用すること、また収量変動が少ないため欧米で開発された収量センサは使用できない。このため自脱コンバインに搭載可能なセンサを開発している。このセンサはストレインゲージを貼り付けた片持はりに、モミをぶっつけてその衝撃の大小により収量を測定する方式である。コンバインは取り付け部にコンバイン自身の振動成分を有しているため、補正センサにてこの振動成分を測定して、収量センサから差し引くことで、収量変動のみの測定を可能としている。

最後に総括として、イネの収量調査に適した区画、土壌の変動成分、記述統計法による変動量の検討、及び収量センサ開発時等の注意事項をまとめている。

論文審査の結果の要旨

生態系と調和した農業を行うために、小区画ごとに土壌条件や生育条件を調べて、必要な箇所に必要な量だけ施肥を行うことが有効であり、これを実施する精密農業が注目されている。しかし水稻は狭い畦で囲まれて作付けされており区画内の収量のばらつきが少ないこと、わが国の農業はすでに精密に管理されていることから、欧米で発達した精密農業の手法がわが国に有効であるか、有効であるとしてもどのような方法で適用すべきであるかを、ほ場試験の結果に基づいて検討した例は少ない。

本論文は、京都大学大学院農学研究科附属高槻農場の0.5haの水田において、土壌の化学特性値、ほ場高低差、イネの生育状態、及び収量を調査し、ジオスタティスティクスの手法を適用してマップ化し、精密農業手法の水稻への有効性を考察したものであり、評価すべき点は以下の通りである。

- (1) 1997年に、 $1 \times 1.2\text{m}$ を100区画、 $5 \times 6\text{m}$ を8区画、及び $10 \times 12\text{m}$ を10区画に分けて収量調査を実施し、ジオスタティスティクスの手法を用いて変動傾向を解析し、 $1 \times 1.2\text{m}$ は区画が小さすぎて計測誤差が含まれること、 $5 \times 6\text{m}$ と $10 \times 12\text{m}$ のセミバリオグラムの比較から空間依存性は10mであり、今後の水稻調査では $5 \times 10\text{m}$ の区画が望ましいことを示唆した。
- (2) 1997年、1998年に土壌調査を行い、土壌マップを作成した。調査項目はpH、EC、全炭素、全窒素、C/N比、可給態リン、交換性Ca、Mg、K、Naの他、4週間 30°C 培養法にて無機化窒素を測定した。これらの化学特性値はすべて0.5haの水田内においても空間依存性が存在することを明らかにし、収量の調査においてはこれらの変動を考慮すべきであることを示唆した。
- (3) 1999年に0.5haほ場（品種ミナミヒカリ）を、1区画、 $5 \times 10\text{m}$ 、合計100区画に分け、土壌、生育量、収量の他、ほ場の高低差調査を行い、ジオスタティスティクスを用いて要因の相関を明らかにすることを試みた。この結果、収量は土壌の無機化窒素の多少と相関が高いがこれのみで決定するものではないこと、1978年から1980年に投与した牛糞堆肥や区画整理の影響が現在でも残っており収量変動に影響を与えることを示唆した。
- (4) わが国で使用される小形のコンバインに搭載することを目的とした小形の収量センサを開発した。収量は農作業の最終結果であり、最も基本的な指標であるが、調査に多くの労力がかかる。本研究にてこれを解決した意義は大きい。

以上のように、本論文は0.5haの水田において土壌、生育量、収量、ほ場の高低差を調査し、マップ化したもので、今後の精密農業を検討するためのデータのの一つとして価値を有し、農業生産制御工学および農業システム工学の発展、並びに精密農業の研究の進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13年1月15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。