

機関番号：14301

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19380012

研究課題名 (和文)

コムギおよびダイズ品質の圃場間・圃場内変動をもたらす要因の解析と可変量管理

研究課題名 (英文)

Factor analysis of spatial variability of seed quality of wheat and soybean between and within field, and Precision Crop Management

研究代表者

稲村 達也 (INAMURA TATSUYA)

京都大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：00263129

研究成果の概要 (和文)：

イネーコムギーダイズを2年3作で作付ける田畑輪換田において、2007年から2010年播コムギおよびダイズを対象に、収量・品質の圃場内変動をもたらす要因を解析し、その要因の圃場内変動に応じて肥料や種子などの農業資材の投入量を変化させ圃場内の収量・品質の変動を是正する可変量管理の可能性を検討した。播種時土壌含水比の圃場内変動に応じて播種量を制御する可変量管理によって、場所ごとのコムギの穂数を是正することで圃場の収量・品質を是正し得るものと考えられた。この可変量管理は、収量の圃場内変動のうち是正できる可能性を有する変動の42.7%を是正できると判断された。

研究成果の概要 (英文)：

Sources of the variation of yield and quality of wheat and soybean in paddy-upland rotational fields (rice-wheat-soybean) were examined during the crops seasons from 2007 through 2010 to evaluate the possibility of the Precision Crop Management that implements the site-specific input of agricultural materials in proportion to the variation of these sources in the field for maximum yield and quality. The proper management of variable rate seeding in proportion to the soil moisture percentage on dried soil basis at seeding in the field may be able to control the number of panicles of wheat in the field to bring the adequate average yield and quality. This variable rate management may control 42.7% of the controllable proportion to total variation of wheat yield in the field.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2008年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2009年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2010年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
年度			
総計	15,200,000	4,560,000	19,760,000

研究分野：栽培システム学

科研費の分科・細目：農学、作物学・雑草学

キーワード：栽培、精密農業、集落営農、リモートセンシング、空間変動

## 1. 研究開始当初の背景

日本の水田農業は食糧生産性の向上と高い持続性の実現を迫られ、集落営農がこれら

の問題を解決できる経営体の一つと考えられていた。日本における集落当たりの平均耕地面積は34haで、集落耕地を一つの農場と

する集落営農では圃場間での水稲と畑作物（コムギやダイズ）の生育・収量・品質や土壌特性の変動が大きい。集落営農での生産性向上のためにはこれらの変動に応じた栽培管理(Precision Crop Management; PCM)が必要で、PCMのための管理戦略の開発が進められていた。PCMでは、制御対象となる土壌特性や作物生育特性などの空間変動の診断と予測、それに基づく適正な管理単位の決定および実用的な管理戦略の設計と実証の各ステップから構成される。欧米の大規模畑作でPCMが実用化されているが、日本の水田農業での研究の歴史は浅く、研究成果の蓄積も少ない。その中でも、PCMのための管理戦略の対象となる土壌特性や作物生育特性などの空間変動の診断と予測および適正な管理単位の解明などの研究が実施され始めていた。また、可変管理を可能とする播種同時施肥機、収量センサー付きコンバインおよびリモートセンシング技術の開発と利用が進められていた。この様に、日本では水稲およびコムギなどを対象としたPCM研究が開始されているが、地域の食糧生産性向上（品質と収量の向上）を目的としPCMを集落営農へ導入しようとした研究は、研究代表者らの他に見られなかった。

## 2. 研究の目的

品質・収量の向上と安定化が重要とされるコムギおよびダイズを対象に、集落営農における品質の圃場間・圃場内変動を是正するPCMのための管理戦略の設計と実証を行う。品質としてはタンパク含量を取り上げる。

まず、集落営農において、コムギとダイズの品質の圃場間・圃場内変動を一次的に支配する生育特性や土壌特性を解明する。そして、この各特性が両作物の生長過程と収量を通して品質を規定する機構を解明し、PCMのための管理戦略を設計・評価する。同時に、GPSの位置情報に基づいて可変管理を行う播種同時施肥機および収量センサー付きコンバインの機能の向上を確認と改良を行う。

## 3. 研究の方法

本研究では、奈良県桜井市の集落営農内の水田（連続する10圃場×4箇所、4ha）を対象とした。研究対象作物は水稲後のコムギおよびコムギ後のダイズである。科研費の交付期間内に次の4点を実施した。(1)年次間で安定な土壌形質（T-N、T-C、透水性、粒径組成など）を10×10mメッシュで実測し、Geostatistical analysis (GS)によって集団田畑輪換における空間変動の特徴を解析する。(2)播種時の土壌水分、播種後の土塊径、播種深度と出芽深度、苗立ち数と苗立ち時の地上部重・窒素保有量、コムギの小穂分化期と出穂期およびダイズ開花始期と着莢期の

地上部重と窒素保有量を実測とリモートセンシングにより10×10mメッシュで測定する。リモートセンシングには、航空機リモセンとともに携帯型生育量測定装置を併用する。

(3)品質と収量を実測と収量センサー付きコンバインにより10×10mメッシュで測定する。(4)(1)~(3)の結果から、各特性値の空間変動解析を行い、空間変動マップを作製するとともに、制御可能な割合を示すQ値を求める。(5)(1)~(3)の結果の相互関係をパス解析し、播種時の土壌特性の影響を受ける苗立ち数（初期生育量）と出芽深度がその後の生育過程（生殖生長始期における地上部生育量）と収量を介して、品質を規定する機構を解明する。(6)(4)および(5)に基づき、管理戦略を設計する。(7)可変管理同時施肥播種および収量センサー付きコンバインを用いてPCMを実施し、これらの機能の実証性を評価する。

## 4. 研究成果

(1)コムギの耕起同時播種施肥時の土壌水分、播種後の土塊径、播種深度と出芽深度を実測し、苗立ち数、苗立ち時の地上部重・窒素保有量、小穂分化期と出穂期の地上部重と窒素保有量、収量・品質などをリモートセンシングと圃場調査等により測定した。

(2)(1)の結果と過去3年間の結果をもとに、播種時の土壌特性の影響を受ける苗立ち数（初期生育量）と出芽深度がその後の生育過程（生殖生長始期における地上部生育量）と収量を介して、コムギの品質を規定する機構を解明し、管理戦略を設計・評価した。その結果、播種時土壌含水比の圃場内変動に応じて播種量を制御する可変管理によって、場所ごとのコムギの穂数を是正することで圃場の収量・品質を是正し得るものと考えられた。Q値を求めることにより、この可変管理は、収量の圃場内変動のうち是正できる可能性を有する変動の42.7%を是正できると判断された。

(3)ダイズの苗立ち数と苗立ち時の地上部重・窒素保有量、開花始期と着莢期の地上部重と窒素保有量、収量・品質などをリモートセンシングと圃場調査等により土地利用別に測定した。

(4)(3)の結果と前年までの結果から、窒素保有量でみたダイズの生育相と収量・品質との関係が解明されるとともに、収量・品質をリモートセンシングで予測できるダイズ形質が明らかとなった。

(5)PCMの実行に不可欠な、ダイズおよびコムギの可変管理同時施肥播種を実施した。これらの可変施肥播種では、事前に作成したマップに応じて播種量および施肥量をGPS位置速度情報に基づいて適正に制御できた。

(6)PCMの実証に不可欠な、収量センサー付

きコンバインを用いてコムギを収穫し、GPS位置速度情報に基づいて収量分布を適正に評価できることを明らかにした。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 19 件)

- ① Tatsuya Inamura, Akane Yoshikawa, Sachiko Ikenaga and Michihisa Iida. Path Analysis of Tiller Density of Winter Wheat Demonstrates the Importance of Practices that Manipulate Clod Size based on Soil Moisture at Seeding in Rice-Wheat Cropping System. *Plant Prod. Sci.* 査読有. 13; 85-96. 2010.
- ② 池永幸子, 遠藤好恵, 稲村達也. 田畑輪換を実施している連続圃場集合体における土壌特性値の空間変動解析. *土肥誌*. 査読有. 81; 207-214. 2010.
- ③ 小野山博之・柳讚錫・村主勝彦. リモートセンシングによるイネの生育量・食味の推定及び検証 - グランドベースハイパースペクトルカメラを用いて -. *農業機械学会関西支部報*. 査読無. 107, 78-81. 2010.
- ④ Ryu, C.S., Suguri, M., Umeda, M. Nitrogen contents prediction model for rice at panicle initiation stage using airborne hyperspectral remote sensing. *Biosystems Engineering*. 査読有. 104 465-475. 2009.
- ⑤ Iida, M., Fukuta, M., Tomiyama. H. Measurement and analysis of side slip angle of articulated vehicle. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 査読有. 3(1); 1-6. 2009.
- ⑥ 飯田訓久. 小麦施肥播種機の可変量制御. *農業機械学会誌*. 査読有. 71(4) 90-96. 2009.
- ⑦ Ryu, C.S., Suguri, M., Umeda, M. Nitrogen contents prediction model for rice at panicle initiation stage using airborne hyperspectral remote sensing. *Biosystems Engineering*. 査読有. 104; 465-475. 2009.
- ⑧ Kang, D. H., Iida, M., Umeda, M. The walking control of a hexapod robot for collecting field information, *Journal of Japanese Society of Agricultural Machinery*. 査読有. 71(1); 63-71. 2009.
- ⑨ Inamura, T., Y. Mukai, A. Maruyama, S. Ikenaga, G. Li, X. Bu, Y. Xiang, D. Qin, T. Amano. Effects of nitrogen mineralization on paddy rice yield under low nitrogen input conditions in irrigated rice-based multiple cropping with intensive cropping of vegetables in southwest China. *Plant Soil*. 査読有. 315; 195-209. 2008.
- ⑩ 松崎優之, 飯田訓久, 梅田幹雄. 近赤外分光法を用いたモミ単粒の水分とタンパク質の推定に関する研究. *農業機械学会誌*. 査読有. 70(4); 53-60. 2008.
- ⑪ 飯田訓久, 木村敦, 姚勇, 錦織将浩. 流量センサを用いた2番還元流量制御. *農業機械学会誌*. 査読有. 70(4); 69-75. 2008.
- ⑫ 本間香貴, 御子柴北斗, 森 壽, 岡井仁志, 白岩立彦, 稲村達也. 「丹波黒」の生産変動要因に関する研究 第1報 福知山市夜久野町大油子集落における2006年の実態調査より. *作物研究*. 査読有. 53; 25-31. 2008.
- ⑬ 飯田訓久, 木村敦, 姚勇, 錦織将浩. 流量センサを用いた2番還元流量制御. *農業機械学会誌*. 査読有. 70(4); 69-75. 2008.
- ⑭ 池永幸子, 松本二香, 稲村達也. 田畑輪換田における水稲 (*Oriza sativa* L.) 収量変動の要因解明. *日作紀*. 査読有. 76; 28-36. 2007.
- ⑮ 稲村達也, 吉川茜, 松本憲悟, 池永幸子, 井上博茂, 山末祐二. コムギ収量の圃場内変動をもたらす要因の解析と可変量管理の可能性. *日作紀*. 査読有. 76(2); 189-197. 2007.
- ⑯ Ikenaga, S., M. Suguri, M. Umeda, T. Inamura. Geostatistical analysis of spatial variability of paddy rice nitrogen in paddy-upland rotational fields for extension of precision agriculture. *Journal of the Japanese society of agricultural machinery*. 査読有. 69 (2); 69-78. 2007.
- ⑰ 柳讚錫, 村主勝彦, 飯田訓久, 梅田幹雄. 施肥量による食味成分の変動及び隔測による推定. *農業機械学会誌*. 査読有. 69; 52-58. 2007.
- ⑱ 柳讚錫, 村主勝彦, 梅田幹雄. 隔測によるイネの窒素保有量推定モデルの作成及び比較. *農業機械学会誌*. 査読有. 69(3); 43-50. 2007.
- ⑲ 姚勇, 飯田訓久, 野波和好, 木村敦, 錦織将浩. コンバイン選別部の穀粒流れモデル. *農業機械学会誌*. 査読有. 69(1); 37-41. 2007.

[学会発表] (計 6 件)

- ① 清水 久弘, 平田 大輔, 深澤 暁, 飯田訓久, 稲村達也. 播種深度が田畑輪換田における水稲あとコムギの生育・収量・品質に及ぼす影響の年次間変動. 日本作物学会 231 回講演会. 2011 年 3 月 30 日. 東京農業大学.
- ② 深澤 暁, 清水 久弘, 山下 紘輝, 稲村達也. 作付体系と連作年数がダイズの収量に及ぼす影響. 日本作物学会 231 回講演会. 2011 年 3 月 30 日. 東京農業大学.
- ③ 清水久弘, 深澤暁, 山下紘輝, 池永幸子, 稲村達也. 2008 年播コムギにおける湿害の発生と窒素追肥による収量の改善. 日本作物学会 227 回講演会. 2009 年 3 月 28 日. つくば.
- ④ 平田大輔, 清水久弘, 深澤暁, 飯田訓久, 稲村達也. 耕起深度と播種時土壌水分が田畑輪換田における水稲後コムギの収量と品質に及ぼす影響. 日本作物学会第 227 回講演会. 2009 年 3 月 28 日. つくば.
- ⑤ 平田大輔, 飯田訓久, 稲村達也. 播種量, 播種深度, 追肥量が輪換畑コムギの生育, 収量, 品質に与える影響. 日本作物学会 225 回講演会. 2008 年 3 月 27 日. つくば.
- ⑥ 池永幸子, 土井正彦, 松本憲悟, 平田大輔, 稲村達也. 携帯型生育量測定装置による土壌水分の測定法について. 日本作物学会 224 回講演会. 2007 年 9 月 27 日. 金沢大学.

[図書] (計 2 件)

- ① 廣岡博之・久米新一・間藤徹・稲村達也 (編著). 農林統計出版. 耕畜連携をめざした環境保全型畜産システムの構築と評価. 東京. 2009. 204.
- ② 稲村達也 (分担執筆) 京都大学学術出版会. リモートセンシングと農業生産. 21 世紀の農学. 第 1 巻「作物生産の未来を拓く」. 京都. 2008. 221-248.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲村 達也 (INAMURA TATSUYA)  
京都大学・大学院農学研究科・教授  
研究者番号: 00263129

(2) 研究分担者

飯田 訓久 (IIDA MICHIHISA)  
京都大学・大学院農学研究科・准教授  
研究者番号: 50232129

村主 勝彦 (SUGURI MASAHIKO)  
京都大学・大学院農学研究科・助教  
研究者番号: 10226483

(3) 連携研究者