

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07678

研究課題名(和文) 収量・品質のばらつき要因の解析に基づくコメ生産システム診断法の開発

研究課題名(英文) Development of the diagnosis method for rice production system using variation analysis of yield and quality

研究代表者

平井 康丸 (Hirai, Yasumaru)

九州大学・農学研究院・准教授

研究者番号：10432949

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：コメ生産現場で利用可能な収量・品質の改善に資する「コメ生産の診断法」を開発することを目的とした。まず、多様な環境(気象, 土壌)・管理方法の水田において収集した、水稻の収量・品質およびその影響因子のデータを活用した診断方法を開発するために、パターン認識による方法を検討した。この方法は個々の水田の診断精度は高くないが、対象地域の典型的な問題点を特定し、対策を講じるのに有益であった。一方、穀物生育モデルを用いた方法は、水管理の影響を考慮することが困難であり、モデルパラメータが多数ある、さらには精玄米収量の予測が困難であり、生産現場におけるコメ生産の診断に利用するのは困難と判断した。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study was to develop the diagnosis method for rice production that can be used in actual fields to improve rice yield and quality. First, pattern recognition was applied to develop the diagnosis method using data (yield, quality, farmer's management, weather, soil, growth) collected under various environment and management styles in actual fields. This method was not accurate for individual fields but was useful to identify common problems in a certain region and take measures to improve rice yield and quality. On the other hand, crop model was judged to be difficult to apply in actual fields because it can't take water management into account, has many parameters to set, and can't predict ripened brown rice yield.

研究分野：農業情報工学

キーワード：水稻 要因解析 パターン認識 収量構成要素 籾数 登熟歩合 千粒重 穀物生育モデル

1. 研究開始当初の背景

我が国のコメ生産は、TPP 等による自由貿易推進の流れから国際競争の激化が懸念されている。また、近年はコメ余りによる米価下落が経営に大きな打撃を与えている。これらの状況を受けて、生産性向上のために大規模経営の担い手に一気に農地が集積されることが予想される。しかし、農地集積時の生産性と収益性の向上は困難を伴う。なぜなら、膨大な数のほ場の土壌、水利および気象等の環境条件を把握し、迅速・的確に作業の意思決定をすることは、生産者個人の経験や記憶では限界があるからである。したがって、意思決定に要する時間や作業の試行錯誤を減らし、収量・品質の安定化を図るための支援が不可欠となる。

2. 研究の目的

我が国のコメ生産では、競争力強化の対策や米価下落の影響により担い手へ一気に農地が集積されることが予想される。このとき、多様化する環境条件(土壌、水利、気象)のほ場において、作業計画・改善の迅速・的確な意思決定を支援し、収量・品質の安定化を図る「コメ生産システム診断法」を開発する。本研究の目的は、1) コメ生産事例 200 件(中山間地、平野部、海岸域の水田)を用いた収量・品質のばらつき要因の解析と収量・品質低下原因の特定、2) 収量・品質の低下量と低下原因(水田環境・生産者・年次要因)の関係を視覚化するコメ生産システム診断チャートの作成、3) 機構的モデル DSSAT-CSM との比較を通じた情報工学的アプローチ(ばらつきの解析)による診断法の性能評価である。

3. 研究の方法

環境(土壌、水利、気象)と管理(移植、施肥、水管理等)の多数の要素から、収量・品質の低下原因を高精度に特定することで、作業計画・改善の迅速・的確な意思決定を支援する「コメ生産システム診断法」を開発する。まず、収集済みのコメ生産事例 200 件を用いて、収量・品質のばらつき要因を、水田環境、生産者および年次の 3 つの側面から解析する。クラスタリング、パターン認識および階層的な分類手法による要因の抽出、作物、土壌肥料および植物栄養学の知見に基づく因果関係の解釈を通して、収量・品質の低下原因を特定する。続いて、収量・品質の目標値からの低下量と低下原因の関係を視覚化する「コメ生産システム診断チャート」を作成する。最後に、研究期間に収集する 120 事例を用いて、診断精度、診断に必要なデータの面から機構的モデル DSSAT-CSM との性能比較を行う。

4. 研究成果

2015 年度

中山間地、平野部および海岸域の多様な環境の水田において、管理方法が異なる約 20

名の農家のコメ生産事例約 100 件について、精玄米収量のばらつき要因を解析した。当初の予定では、土壌(土性、CEC、地力窒素)、水利(用水配分量)および気象(気温、日射量、雨量)条件の指標を用いて水田環境の分類した上で、要因解析を行うことにしていた。しかし、収集データは分類可能な構造を有しておらず、環境面での分類はできなかった。したがって、収集データを前処理なしに直接パターン認識手法(サポートベクター)を用いて解析した。解析は登熟の良否と収量の関係に絞り、籾数、幼穂分化期から登熟中期の間の窒素供給量および登熟期の日照時間を説明変数として、高・中・低の 3 段階の収量水準を予測するモデルを作成した。予測モデルの正答率は 70%程度であり、個々の事例の収量の大小の理由を精度良く説明できる水準ではなかった。この結果から、登熟の良否と収量の関係に解析対象を絞ったとしても、ばらつき要因の精度の高い解析は困難であることが示された。このことは、各事例の収量のばらつきは解析対象地域において一般的に抽出できるようなパターンを持っているのではなく、個々の生産者や水田別に解析する必要があることを示している。したがって、生産者と水田を固定してデータセットにおいて、収量水準、標準偏差および年次変動を求め、他のデータセットと比較するようなアプローチを取る必要があると考える。

他方、穀物生育モデルを用いた収量の解析も行った。解析プログラムの作成とパラメータの推定を行い、藁および籾収量の予測精度を評価した。現時点ではモデルによる予測値は大きな誤差を伴っているが、土壌の保肥力や水管理による生育抑制等の因子を考慮する必要性が示されるなど、課題の整理を行うことができた。

2016 年度

多様な環境・管理方法の水田において 2010~2015 年の期間に収集した、精玄米収量のデータ(n=85)について、ばらつき要因を解析した。籾数、幼穂分化期~登熟中期の無機態窒素供給量および登熟期の気温・日照時間を候補の説明変数として、高・中・低の 3 段階の収量水準を予測するモデルを作成した。モデルの作成にはサポートベクターマシンを用いた。候補変数の全組み合わせで予測精度を比較した結果、籾数と幼穂分化期から登熟中期の間の無機態窒素供給量の 2 変数を説明変数にした際の正答率が 79%で最大であった。また、収量の影響因子として特定された籾数の予測モデルを、幼穂分化期の草丈、茎数、SPAD 値、稲体の窒素吸収量、幼穂形成期~出穂期の無機態窒素供給量・平均気温・平均日照時間を候補変数として作成した。その結果、茎数、SPAD 値および幼穂形成期~出穂期の無機態窒素供給量の 3 変数を説明変数とした場合の正答率が 67%で最大であった。生産現場のデータであるので、水管理や病虫害などの考

慮していない籾数をばらつかせる要因が存在する。したがって、パターン認識を用いたアプローチは高い正答率は期待できないが、対象地域の典型的な問題点を特定し、対策を講じるには有益な方法と考えられる。

また、パターン認識手法によるアプローチと比較するために穀物生育モデルを用いた収量解析を行った。2015年および2016年の2か年のデータを用いて評価した。その結果、現在の穀物生育モデルは水ストレスの影響を考慮していないため、初期落水や中干などの水管理を伴った場合に大きな誤差を伴う、局所的な環境に対して決定する必要があるパラメータが多数ある、さらには精玄米収量の予測が困難であることから、環境や管理方法が多様な生産現場における作業意思決定支援に利用するのは困難と判断した。

2017年度

水稻の収量構成要素である籾数、登熟歩合および千粒重を対象にして、パターン認識を用いて予測モデルを作成することにより、各構成要素の決定要因を明らかにすることを目的とした。予測モデルの作成には、福岡県糸島市のヒノヒカリ栽培水田で2010～2016年の期間に収集した延べ99事例のデータセットを使用した。説明変数の候補として、籾数については幼穂形成期の草丈、茎数/m²、SPAD値および推定窒素吸収量、幼穂形成期～出穂期の期間の無機態窒素供給量、さらに同期間の平均気温および平均日照時間の7変数を準備した。登熟歩合と千粒重については、幼穂形成期～出穂期および出穂期～登熟期（出穂後30日）の平均気温、平均日照時間、無機態窒素供給量に加えて、幼穂形成期～登熟期の無機態窒素供給量、籾数の8変数を準備した。サポートベクターマシンを用いて、各収量構成要素について低中高の3水準を予測するモデルを作成した。その結果、籾数については、SPAD値、推定窒素吸収量、幼穂形成期～出穂期の期間の無機態窒素供給量の3変数を選択した場合に正答率が68%と最大になった。また、籾数の少・中・多の時の説明変数領域の可視化により、追肥前の幼穂形成期のSPAD値が38以下になると籾数が不足する傾向が確認された。登熟歩合については、出穂期～登熟期の平均気温・日照時間および籾数の3変数を選択した場合に正答率が62%と比較的高かった。また、登熟歩合の低・中・高の3水準を達成する説明変数領域の可視化により、籾数が24000 m⁻²以下で日照時間が4.4時間以上の時、登熟歩合が高い水準になることが明らかになった。千粒重については、特徴的な決定要因は検出されなかった。以上、パターン認識手法を用いて多様な環境・管理方法の水田データから、一部の収量構成要素の決定要因を特定できることが示された。

まとめ

パターン認識による方法は個々の水田の診断精度は高くないが、対象地域の典型的な問題点を特定し、対策を講じるのに有益であった。例えば、福岡県糸島地域では、地力低下の改善策を講じる必要性を明らかにした。一方、穀物生育モデルを用いた方法は、水管理の影響を考慮することが困難であり、モデルパラメータが多数ある、さらには精玄米収量の予測が困難であり、生産現場におけるコメ生産の診断に利用するのは困難と判断した。

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 0 件)

〔学会発表〕(計 8 件)

・平井 康丸, 山川 武夫, 井上 英二, 岡安 崇史, 光岡 宗司, パターン認識を用いた水稻の収量構成要素決定要因の解析, 日本土壤肥料学会, 2017.

・平井 康丸, 山川 武夫, 井上 英二, 岡安 崇史, 光岡 宗司, パターン認識を用いた水稻の籾数低下条件の解析, 日本土壤肥料学会, 2016.

・Yasumaru Hirai, Takeo Yamakawa, Eiji Inoue, Takashi OKAYASU, Muneshi Mitsuoka, Analysis of high-yield conditions using a rice yield predictive model, The International Conference on Precision Agriculture, 2016.

・Soichiro Iwasaka, Yasumaru Hirai, Takeo Yamakawa, Eiji Inoue, Takashi OKAYASU, Mitsuoka Muneshi, Accuracy of Rice Straw Weight and Rough Grain Yield Predicted by a Modified Crop Growth Model Based on SUCROS1, Proceedings of the 8th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB), 592-597, 2016.05.

・平井 康丸, 山川 武夫, 井上 英二, 岡安 崇史, 光岡 宗司, コメの収量判別モデルを用いた高収量条件の検討, 第69回農業食料工学会九州支部例会, 2015.

・岩坂宗一郎, 平井 康丸, 山川 武夫, 井上 英二, 岡安 崇史, 光岡 宗司, 水田土壌の窒素無機化パラメータ推定の省力化法の検討, 日本土壤肥料学会, 2015.

・平井 康丸, 山川 武夫, 井上 英二, 岡安 崇史, 光岡 宗司, コメ生産システム診断プログラムの開発, 日本土壤肥料学会, 2015.

・平井 康丸, 山川 武夫, 井上 英二, 岡安 崇史, 光岡 宗司, コメ生産の多面的指標を診断可能なソフトウェア, 農業環境工学関連5学会2015年合同学会, 2015.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search/details/K002907/research.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平井 康丸（HIRAI, Yasumaru）
九州大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号：10432949

(2) 研究分担者

山川 武夫（YAMAKAWA, Takeo）
九州大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号：20220238

(3) 連携研究者

（ ）

研究者番号：

(4) 研究協力者

（ ）