

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：11201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K14635

研究課題名(和文) データマイニング：成長モデルを用いた気候変動への適応品種の新たな評価法の開発

研究課題名(英文) Data mining: Methodology for evaluating adaptive cultivars to climate change using simulation model

研究代表者

下野 裕之 (Shimono, Hiroyuki)

岩手大学・農学部・准教授

研究者番号：70451490

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：過去に蓄積されている作物の生産性の品種比較データは育種の貴重な情報である。しかし、蓄積されたデータそのものは、気象条件の違いを含むため品種特性を抽出できない。本研究では、数理モデルを用いて気象環境を標準化する新たな手法を開発した。

まず気象条件の影響を一般化できる手法を開発した。その手法の有効性を評価するため、過去の収量データから環境応答性の異なる多収3品種を選抜した。実証試験として、この3品種を同一環境で評価したところ、それら品種の特性は開発した手法での評価と合致し、有効性を実証した。

研究成果の概要(英文)：Phenotype data of genotypes in yield and yield components obtained field trials is valuable data for future breeding. However, the data per se of different genotypes is a result of mixture of (1) ability of the genotype and (2) effect of environments, so it is required to develop new method to evaluate ability of genotypes with excluding the effects of environments.

We developed new method using simulation model for evaluating crop productivity, and screened three genotypes with different yielding ability. The method was confirmed by the field and pot trials at identical location. The developed method can be used for data mining from big data of field trials.

研究分野：作物学

キーワード：数理モデル ビッグデータ イネ 品種 気候変動

1. 研究開始当初の背景

優良な作物品種の育成には、優良な母本の選抜が必須となる。わが国では体系的な品種選抜が都道府県単位で実施され、膨大な生産性の比較試験の結果が蓄積されている。さらには、国内外の大学や試験研究機関などには、特徴的な品種の比較についても多くの研究例がある (Horie ら 1997; Yoshida ら 2011 など)。しかし、得られたデータは年次や地点の違いによる気象環境の影響を多大に受けるため、得られたデータを統一的に比較することができず、埋もれている優良品種を発掘する手段がない。

2. 研究の目的

過去に膨大に蓄積されている作物の生産力の品種比較データは、将来の環境への適応性育種のための母本の選抜において貴重な情報になりえる。しかし、蓄積されたデータそのものでは、異なる地点や異なる年次に得られた品種を直接比較することができない。本研究では、数理モデルを用いて気象環境を標準化することで、異なる年次、異なる試験地に実施された過去の品種の比較データを統一的に評価する新たな手法を開発する。

3. 研究の方法

本研究では過去に蓄積された品種比較データについて、数理モデルを用いて気象環境を標準化することで、異なる年次、異なる試験地で実施された比較データを統一的に評価する新たな手法を開発する。対象作物は比較的容易にデータが集められるイネを用いて解析を行う。

(1) まず解析を行う上で必要となる収量の品種比較データならびに気象データを収集する。

(2) 受光量ベースの簡易な数理モデルを作成し、そのモデルを用いて異なる地点、年次に行われた試験を統一的に解析する。回帰直線 (曲線) をそれぞれの品種について作成し、生産性の品種特性を定量的に評価する。

(3) 検証試験として選抜した品種の特性を盛岡市の圃場条件で2作期 (5月12日移植, 6月2日移植), 東北農業研究センターが保有する温度勾配チャンバーで2温度 × 2 CO₂ 条件の4条件の合計6環境条件での応答性で評価する。評価手法は Finlay & Wilkinson 回帰を用いて横軸に全品種の平均値, 縦軸にそれぞれの品種の値をプロットして評価する。

4. 研究成果

(1) 解析プラットフォームとして、水稻奨励品種決定基本調査成績データベースから異なる年次・地点で得られた数千品種についての収量データ (水稻奨励品種決定基本調査

成績データベース 1980 ~ 2005, 太田ら 2006) を取得した。気象データは気象庁より取得した。

(2) 気象条件の影響を標準化するための数理モデルを開発した (Masuya & Shimono, 2017)。そのモデルは受光量ベースで日射量を積算していく単純な形とした。独自の点は予測が目的でなく、評価が目的であるため、入力値に、実測に移植日, 出穂日, 成熟期を用いることで精度を高めた点にある。このモデルを用いて、品種の収量性のパラメーターを算出した。使用する品種は、以下の手法で多収品種を選抜した。

まず、水稻奨励品種決定基本調査成績データベースから過去8年 (1991, 92, 94, 95, 2001, 02, 04, 05) について、施肥水準を標準について収量の上位30位を選抜し、それら240のデータを品種別に整理した。その地点・年次が異なるデータを収量の絶対値の高い順に並び替え、かつ移植から成熟までの個体群成長速度から13品種・系統 (トドロキ

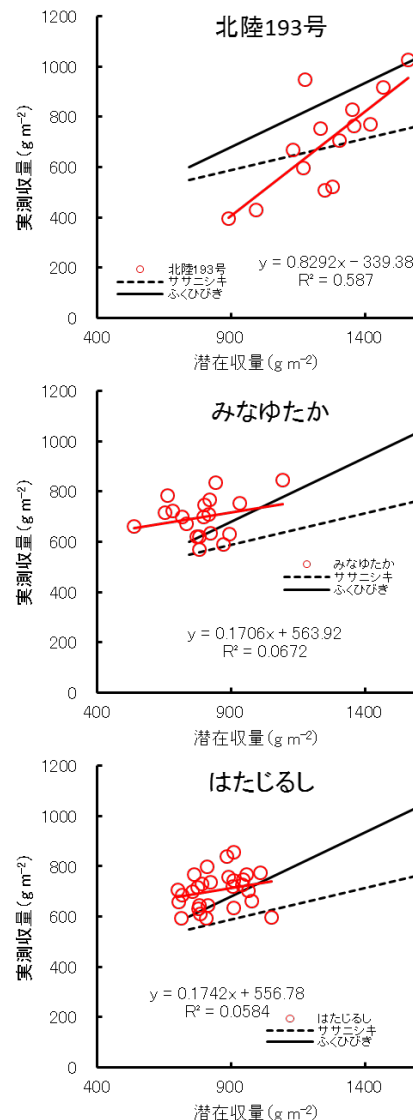


図1. モデルで算出した気象からの潜在収量と実測収量の関係

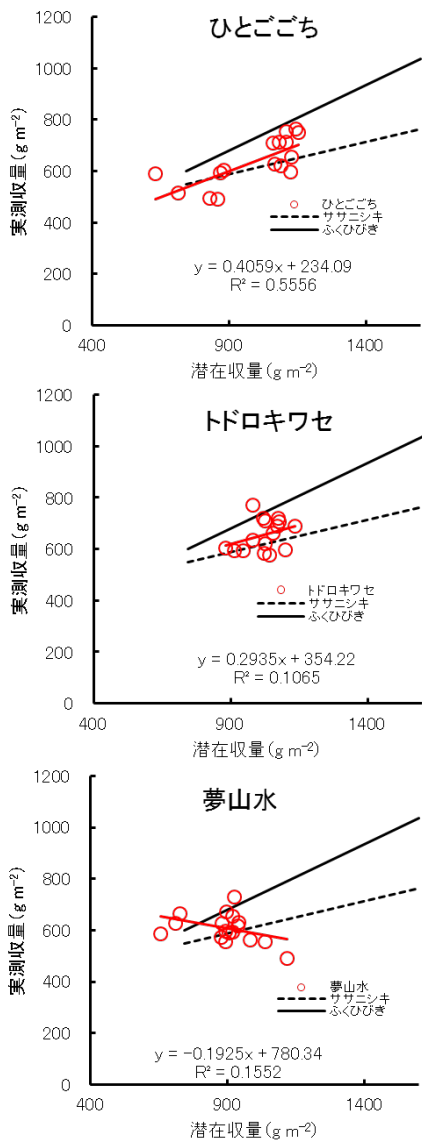


図2. モデルで算出した気象からの潜在収量と実測収量の関係: 多収でない3品種

ワセ, はたじるし, ひとつごち, ふ系 195 号, みなゆたか, 奥羽 341 号, 岩南 22 号, 西南 94 号, 中部 104 号, 東北糯 186 号, 北陸 160 号, 北陸 193 号, 夢山水) を選定した。

その 13 品種の特性を品種固有の特性と気象条件の影響を分離評価するため, 実測収量データを数理モデルで算出した収量に対する関係について基準品種「ササニシキ」と「ふくひびき」と比較し, 「ササニシキ」よりも高い生産性の 3 品種(北陸 193, みなゆたか, はたじるし)を選定した(図1)。一方, 残りの 10 品種は育成された環境の影響で見かけ上, 多収となっていることを示した。例えば「ひとつごち」, 「トドロキワセ」, 「夢山水」は, 「ササニシキ」と同程度の収量水準であった(図2)。

選抜した 3 品種の応答性を詳細にみると(図1), 「北陸 193 号」は応答性が高く, 「みやゆたか」と「はたじるし」は応答性が低い特性を示すことを明らかにした。

(3) 絞り込んだ多収 3 品種の能力の検証のため, 実際に同一地点, 同一年次において, 異なる気温, 大気 CO₂ 濃度を組み合わせた 6 条件で基準品種とともにその収量を評価した。評価方法は Finlay&Wilkinson 回帰を用い, 横軸にそれぞれの環境での全品種の平均値を環境の指標として, 縦軸にそれぞれの品種の値を回帰した際の傾きとした(図3)。最も高いのが「北陸 193 号」, 低いのが「みなゆたか」であることを明らかにした。

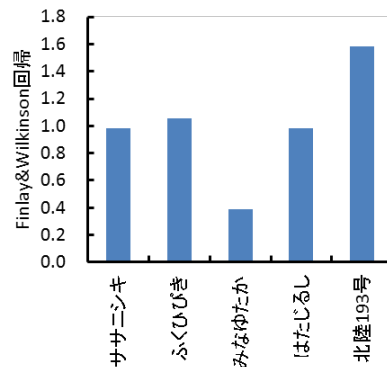


図3. 子実収量のFinlay&Wilkinson回帰の品種間差。

Finlay&Wilkinson回帰は, 縦軸に実測のそれぞれの品種の収量, 横軸に全品種の平均値をそれぞれ6環境についてプロットしたときの回帰の傾きを示す。

数理モデルで得られた傾き(図1)と実測試験で得られた Finlay&Wilkinson 回帰の傾き(図3)の関係をみてみると, 両者に高い相関関係が得られた(図4)。

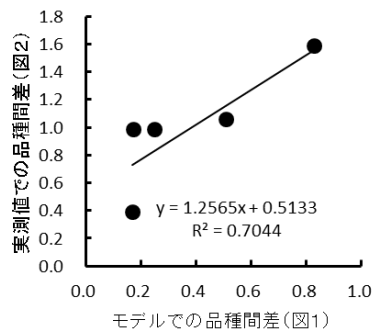


図4. 検証: 子実収量のモデルでの品種間差と実測値での品種間差

以上, 過去のデータベース上の収量データについての数理モデルを用いた解析によるデータマイニング手法が有効であ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 1件)

- (1) Masuya, Y. and Shimono, H.* (2017)
Mining a yield-trial database to identify high-yielding cultivars by simulation modeling: a case study for rice. Journal of Agricultural Meteorology 73: 51-58

〔学会発表〕(計 4件)

- (1) 塩井健一郎・熊谷悦史・舛谷悠祐・黒田栄喜・下野裕之(2017)人工知能を用いたイネ育種法 1.データマイニング法の検証 日本農業気象学会 2017年全国大会 青森県十和田 北里大学 2017年3月27~30日
- (2) 舛谷悠祐・長井和哉・黒田栄喜・下野裕之(2016)数理モデルを利用した気候変動への適応イネ品種の評価法の開発 第241回日本作物学会講演会 2016年3月28日 茨城大学 水戸
- (3) 舛谷悠祐・下野裕之(2015)データマイニング:数理モデルを用いた気候変動への適応品種の新たな評価法の開発 農業環境工学関連5学会 2015年合同大会 2015年9月15日 岩手県盛岡市
- (4) Shioi, K., Kumagai, E., Kuroda, E. and Shimono, H. (2016) Artificial intelligence (AI) as a tool for rice breeding (1) Confirmation of mining method from big data. 1st UGAS, Iwate University International Symposium 2016, 17-18 Dec, 2016, Morioka, Iwate <Poster>

6. 研究組織

(1)研究代表者

下野裕之 (SHIMONO, Hiroyuki)
岩手大学・農学部・准教授
研究者番号: 70451490

(2)研究分担者

熊谷悦史 (KUMAGAI, Etsushi)
農業食品産業技術総合研究機構・東北農業
研究センター・研究員
研究者番号: 80583442