

# 水稲栽培の生育環境予測について

五葉谷 太一<sup>1</sup> 久保 望<sup>1</sup> 西内 俊策<sup>2</sup> 北野 英己<sup>2</sup> 北 栄輔<sup>1</sup>

**概要:** 水稲は露地において栽培されるために、生育環境の精密な制御は難しい。そこで、水稲の品質や収量を予測する必要がある。本研究では、水稲の品質や収量と気象データとの関係式をニューラルネットワークによって決定する。対象品種はコシヒカリとする。そして、収量と品質から農家の収入に関する目的関数を定義する。目的関数を最大化するような生育環境を決定したところ、得られた気象シナリオは、愛知県名古屋市の平均気温よりも福島県南会津郡只見町の平均気温に近いものとなった。

**キーワード:** 水稲栽培, 生育環境予測, ニューラルネットワーク

## Growth environment prediction of rice cultivation

TAICHI GOYODANI<sup>1</sup> NOZOMU KUBO<sup>1</sup> SYUNSAKU NISHIUCHI<sup>2</sup> HIDEMI KITANO<sup>2</sup> EISUKE KITA<sup>1</sup>

### 1. はじめに

日本における農業従事者は高齢化が深刻な問題となっている。それに伴い、新規就農者の増加は急務となっている。そのためには、経験が豊富な農業従事者の知識やノウハウをデータマイニングや機械学習などで見える化して、初心者が効率的に営農できるように支援することが求められている。そのためには、作業の効率化及び収入の増加を図ることが重要な課題である。収入を最大化させるためには、その土地の気象シナリオに適した作物を選択しなければならない。しかしながら、その選択は、新規就農者にとっては、困難な問題である。そこで、本研究では、土地ごとの気象シナリオに適した水稲の品種を判別する前段階として、収入を最大化させるような水稲の生育環境を予測することについて述べる。

### 2. 水稲の栽培ステージ

水稲は一般的に発芽から成熟までに3~6ヶ月を必要とする[1]。この期間に発芽から幼穂分化までの栄養生長期

と幼穂分化から出穂までの生殖生長期の二つの生長段階を完了する。そして、生殖生長期はさらに出穂前と、出穂後の登熟期に分類される。その中で、気象条件が水稲の収量や品質との関係に与える環境が大きいとされる期間は、出穂日前後である[2]。まず、出穂前については、幼穂分化~出穂までの約30日間であるが、品種や気象条件等によって±10日以上の違いがみられる。次に、出穂後については、水稲の登熟期は約40~50日間であり、出穂後20日間に高い相関が確認されている。以上のことから、出穂日39日前~出穂日20日後の60日分の気象情報が水稲の収量や品質に大きな影響を及ぼしていると考えられる。

### 3. 収入最大化問題

#### 3.1 目的変数と設計変数

今回の目的変数である収入は、次の式(1)のように定義し、これを最大化する。

$$\text{収入} = \frac{\text{収量}}{\text{品質}} \quad (1)$$

説明変数は、収量及び品質を予測する際に用いた気象情報を使用する。その際に使用する気象情報は、日平均、日最高、日最低の各気温、降水量、日照時間と、日最高気温から日最低気温を引いた気温日較差の6種類である。

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院情報科学研究科  
Graduate School of Information Science, Nagoya University

<sup>2</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究科  
Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University

### 3.2 アルゴリズム

用いる気象情報は、先述した6種類であり、出穂日39日前～出穂日20日後の60日分とする。この360個の気象情報のうち、収量及び品質との相関分析で条件を満たす物を説明変数として採用する。今回、収量予測モデルに関しては、相関係数が0.4以上となる6変数を採用する[3]。また、品質予測モデルに関しては、有意な相関を示した47変数を採用する[4]。そして、採用された説明変数を用い、ニューラルネットワークによって、収量及び品質予測モデルを作成する。その際の学習期間は、1985年～2013年である。そして、2014年の名古屋市における、実測の気象情報を用いて予測を行う。これにより得られた収入を最大化させるような気象データを作成するアルゴリズムとして、L-BFGS-B法を用いる。この手法は、準ニュートン法的一种であり、上限及び下限が設定できる。今回は、各変数において、最大値を上限と最小値を下限とする制約条件が存在する。但し、今回作成された気象シナリオは、設計変数に採用された気象情報データについてのみである。

### 4. 結果及び考察

図1は、目的関数である収入の最適化計算結果を示している。縦軸は目的関数を、横軸は繰り返し計算の回数を示す。初期値においては、12程度の収入を示しているが、最適化により32程度まで増加していることが分かる。6種類の気象情報のうち、最適化された平均気温を含むシナリオを図2に示す。縦軸は、気温を表し、横軸は出穂日を0日とした出穂後経過日数を示す。黒実線は最適化された値を表し、灰破線は2014年の実測値を表す。図2より、出穂前15日～10日の期間において、平均気温は初期値から減少していることがわかる。この結果は、この時期が花粉生成時期にあたるため、高温による花粉形成の阻害を招く可能性が高いという結果[5]に合致する。

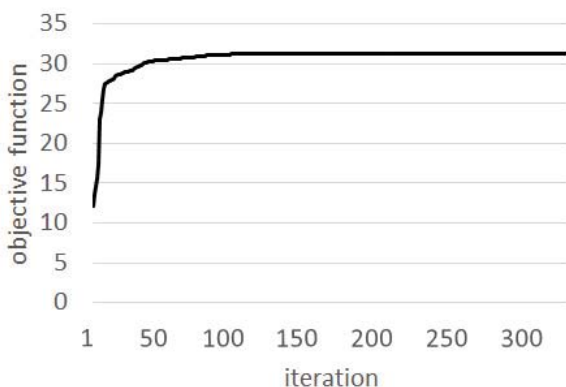


図1 Optimization result : objective function

次に、最適化計算結果と名古屋市及び全国的に有名な生産地である魚沼市に隣接する福島県南会津郡只見町の1985

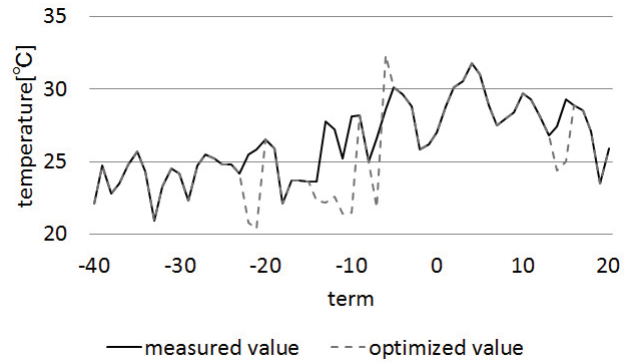


図2 Optimization result : daily average temperature

年～2014年の平均気温の平年値との誤差を計算したところ、それぞれ20.7、9.5となった。このことから、名古屋市の気象よりも、コメの産地として名高い魚沼市に隣接する、只見町の気象が、コシヒカリの栽培に適していると考えられる。

### 5. 結論

本研究では、水稲の一種であるコシヒカリの栽培における収量と品質の予測モデルを設計し、収入を最大化するような、気象シナリオを作成した。名古屋市の栽培環境を初期値として得られた気温シナリオは、只見町の平均気温シナリオに近く、名古屋市よりも只見町(魚沼市付近)の気候の方が、コシヒカリの生育に適していると考えられる。

謝辞 本研究の一部は、農林水産省革新的技術創造促進事業(異分野融合共同研究)の助成を受けたものである。また、愛知県農業総合試験場からデータの提供を受けた。

### 参考文献

- [1] 村山 登(1986)『稲作科学の基礎』株式会社博友社
- [2] 秋田 重誠ら(2001)「水稲平年収量等に関する研究会報告」水稲平年収量等に関する研究会
- [3] 久保 望(2016)「水稲の収量予測に関する研究」
- [4] 吉田 詠梨(2016)「水稲の品質予測モデルの研究について」
- [5] 早瀬 広司ら(1970)「水稲の減数分裂期低温処理による雄性不稔」日本作物学會紀事 39(1), pp.60-64