

# 水稲栽培における田植え日の決定について

佐藤 仁志<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:** 本研究では、水稲栽培において収量、品質を用いて、収入が最大となる田植え日を決定する方法について述べる。出穂日予測では田植え日から出穂日までの、品質・収量予測では出穂日周辺の気象データを説明変数とする。実験においては、対象年の前年までにおける気象データの平均値に対し、用意された複数の田植え日候補から対応する気象データをモデルに入力することで品質・収量を求める。予測モデルはニューラルネットワークにより定義される。これらから算出された収入が最大となる田植え日を決定する。

**キーワード:** 水稲栽培, 出穂日予測, 収入最大化, ニューラルネットワーク

## Determination Of Rice Planting Date In Rice Cultivation

HITOSHI SATO<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

近年、日本においては農業従事者の高齢化と後継者難が進行している。これに伴い、効率化等を目的とした「スマート農業」の開発・導入が進んでいる。その中において、収入が最大となるような作業スケジュールを決定することは、効率化による作業負担の軽減ならびに収入増加という点で重要である。そこで、本研究では水稲に関して、収入が最大となる田植え日の決定について述べる。

### 2. 生育ステージ

水稲の生育ステージは4期に大別できる [1]。発芽から田植えに至る育苗期、茎が分岐する分けつ期のほか、茎を包む葉鞘から穂が出現 (出穂) する幼穂発育期と、開花後玄米へと変化し収穫を迎える登熟期である。このうち幼穂発育期において、田の5割程度が出穂したときを出穂期 (以下出穂日とする) と呼ぶ。

### 3. 解析方法

#### 3.1 提案アルゴリズム

田植え日の決定には、品質・収量の予測モデルを用いる。これら予測モデルの説明変数には日ごとの平均、最高、最低気温、気温日格差、降水量および日照時間を採用する。ここで気温日格差は日最高気温と日最低気温の差である。出穂日数は、田植え日から出穂日までの経過日数として定義する。

本研究のモデル作成には、名古屋市の気象データおよび愛知県のコシヒカリ栽培データを、1985年から2014年まで用いる。品質を表す数値は1~9の整数であり、値が小さいほど品質が高いことを示している。出穂日数予測については、2013年までの気象データを用いたニューラルネットワーク [2] を用いる。ただし説明変数の気象データは田植え日から2013年までの最短出穂日数だけ採用する。収量・品質予測については久保 (2016) [3], 吉田 (2016) [4] により決定されたモデルを用いる。これらのモデルでは、出穂日を基準として39日前から20日後までデータを整列する。

#### 3.2 田植え日決定方法

本研究では、最適化問題を解いて田植え日を決定する問題

<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

として、最適化問題は次のように定義される。目的関数は

$$\text{目的関数} = \frac{\text{収量}}{\text{品質}} \quad (1)$$

として定義し、これを最大化する。また、設計変数は田植え日とする。設計変数の制約条件は、1985年から2013年までの定植日の平均値の前後15日間とする。

解析アルゴリズムは以下のようになる。

- 1 採用された出穂日数予測モデル  $g$  に、田植日候補に対応して整列された2013年までの気象平均値を代入し、出穂日数を推定、対応する出穂日を求める。

$$\text{出穂日} = \text{田植日} + g(\text{田植日}, \text{気象値}) \quad (2)$$

- 2 求めた出穂日に対応して整列された気象平均値を品質・収量予測モデル  $f_1, f_2$  に代入し、表1の式により田植日候補に対応する収入を推定する。

$$\text{収入} = \frac{f_2(\text{出穂日}, \text{気象値})}{f_1(\text{出穂日}, \text{気象値})} \quad (3)$$

- 3 求めた収入を比較し、最大となる時の対応する田植日を解とする。

## 4. 解析結果

### 4.1 田植日候補による出穂日候補の算出

田植日候補を横軸、出穂日を縦軸としたグラフを図1に示す。田植日の経過に伴い出穂日も後に延びているが、4月28日を境に傾きが鈍化している。図2では、田植日に伴う出穂日数の変化について示す。当図では、田植日が経過するごとに、出穂日数が減少している。理由として、環境の高温化、並びに採用された気象データと出穂日数との相関が負であることが考えられる。

### 4.2 田植日候補による収入推定

田植日候補を横軸、収入を縦軸としたグラフを図3に示す。こちらでは田植日および出穂日が早まるほど収入が増加しており、期間の下限である4月13日で収入が最大となることがわかる。要因として、コシヒカリが福井で開発されていることから、より冷涼な気候における生育が適しているためと考えられる。

## 5. 結論

本研究では、出穂日予測モデルを作成し、品質収量予測モデルと併用することで収入が最大となる田植日の提案を、愛知県のコシヒカリに対し行った。その結果、田植日候補の範囲内にて最も早い4月13日で収入が最大となることが示された。

謝辞 本研究の一部は、農林水産省革新的技術事業創造促進事業（異分野融合研究）の助成を受けたものである。

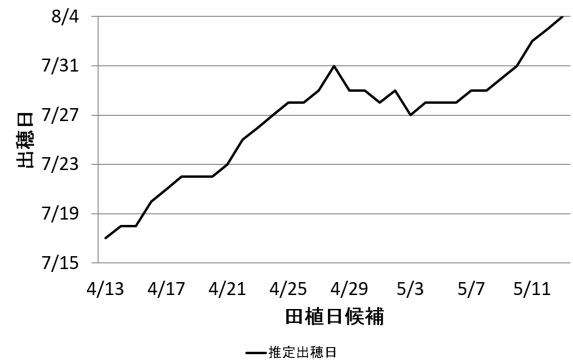


図1 田植日候補に対する出穂日の推定

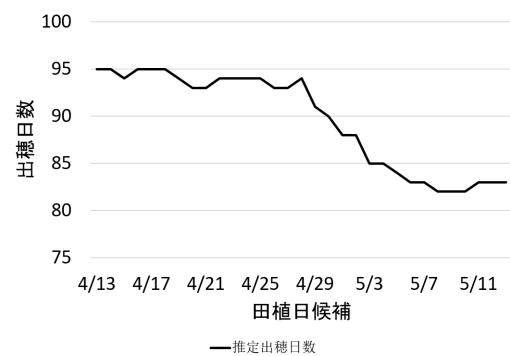


図2 田植日候補に対する出穂日数の推定

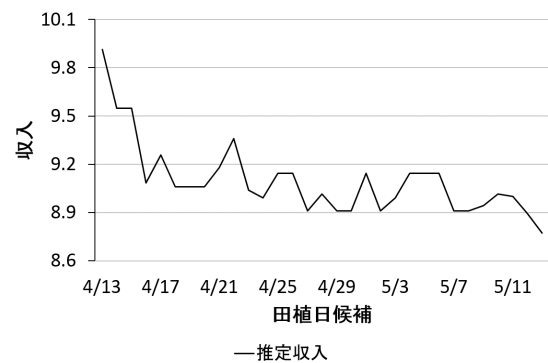


図3 田植日候補に対する収入の推定

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] 豊田秀樹 (2008) データマイニング入門 東京図書 pp.39-70
- [3] 久保 望 (2016) 水稻の収量予測に関する研究 名古屋大学情報科学研究科修士論文
- [4] 吉田 詠梨 (2016) 水稻の品質予測モデルの研究について 名古屋大学情報科学研究科修士論文