

## 観測データを使用した水田熱収支モデルの検証

### Verification of Paddy Field Heat Balance Model Using Observational Data

○大塚康平\*・木村匡臣\*\*・片山裕貴\*・松野 裕\*\*

Kohei Otsuka\*・Masaomi Kimura\*\*・Yuki Katayama\*・Yutaka Matsuno\*\*

#### 1. はじめに

近年の気候変動にともなう気温上昇から、高温登熟障害により米の等級低下が起こっている。かけ流し灌漑は、高温登熟障害への対策として登熟期の水田水温の上昇を抑制する方法のひとつである。かけ流し灌漑のような灌漑方法や気象の条件による水温低下量は、熱収支式から作成された物理モデルを用いて定量的に検討されてきた。

本研究では水田熱収支モデルの検証を目的として、現地観測による気象データおよび水田内温度データの収集、モデルによる計算結果の検証を行った。

#### 2. モデル概要

Xie et al. (2020) によって構築された水田熱収支モデルでは、気象データと水稻の成長データから水田内での熱収支を計算する。葉層、水層、土層の3層間における熱収支を計算することで、観測データから水温の予測を行うものである。

本研究では、水温に加えて葉温と地温の計算結果について検証することで、葉温と地温の予測にも利用できると考えた。これにより、水田内の条件が間接的に植物体へ及ぼす影響を定量化できる。

#### 3. 観測手法

奈良県生駒市高山町にある水田を調査対象地として、データ観測を行った。観測期間は、2021年から2023年の灌漑期(7月～9月)である。観測するデータは、群落内外の気象データ(気温、気圧、相対湿度、短波放射、風速)、水田内温度(水温、田表面温度(葉温とみなす)、10 cm地温、20 cm地温)、湛水深、LAIとした。得られたデータは、モデル内パラメータへの推定および水田熱収支モデルによる各計算結果の検証に使用した。

#### 4. 観測結果

観測結果の一例として、短波放射の観測データを図1に示す。葉の成長にともない、群落内で観測される短波放射が減少していることを確認できる。

#### 5. 計算結果の検証結果

モデルによる計算の検証結果の一例として、水温の計算値と田表面温度の観測値との

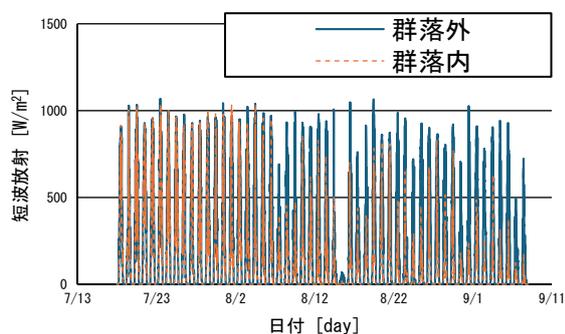


図1 短波放射の観測結果

Fig. 1 Measured shortwave solar radiation

\*近畿大学大学院 農学研究科: Graduate School of Agriculture, Kindai University

\*\*近畿大学農学部: Faculty of Agriculture, Kindai University

キーワード: 高温登熟障害, 水田内熱収支

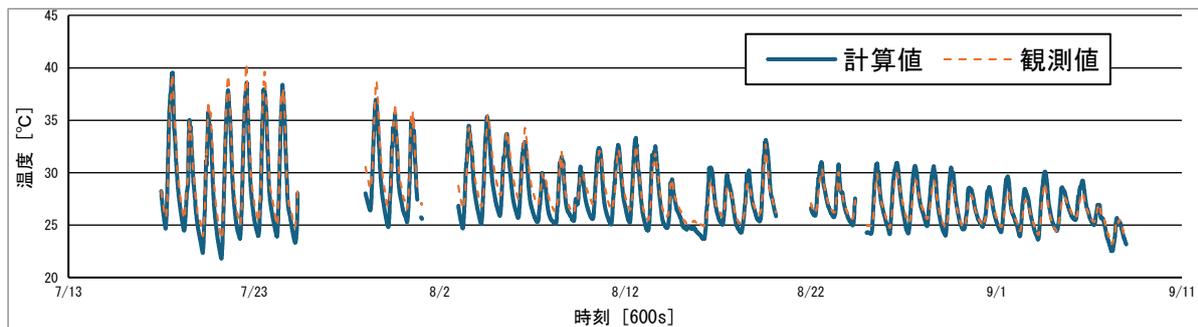


図 2 水温の計算値と観測値との比較  
**Fig. 2** Comparison of calculated and observed water temperatures

比較結果を図 2 に示す。ただし、観測した湛水深が 1 cm 未満の時刻における水温計算値および観測値は除外している。観測値の平均は 28.36°C、計算値の平均は 27.96°C、観測値と計算値との RMSE は 1.05°Cであった。葉が十分に田表面を覆うと日中の水温上昇が抑えられる様子も表現されているが、前半は最高水温が計算値>観測値、後半は計算値<観測値の傾向があることから、葉層の計算結果への影響は控えめであると考えられる。

## 6. 今後の展望

今後の展望として、観測したデータを用いた水田熱収支モデル内での計算に使用されている定数パラメータの検証を考えている。このうち、葉の放射吸収率を表す吸光係数について検証を行った。Xie et al. (2020)によるモデルで用いられていた吸光係数の値は 0.3 であり、今回の短波放射の観測データから計算した葉層による放射の吸収率は 0.24 であった。そこで、モデル内で吸光係数を表す定数パラメータを 0.2, 0.24, 0.3, 0.4 に設定し、それぞれでモデルを実行した結果を図 3 に示す。吸光係数を変えた影響は葉温の計算結果にはほとんどみられなかった。

このほかの定数パラメータについても、たとえば土壌の熱的性質を表す熱拡散係数について検証を行うことで、水層と土層との間で起こる熱収支をより正確に定量し、モデルによる計算精度の向上につなげることができると考える。

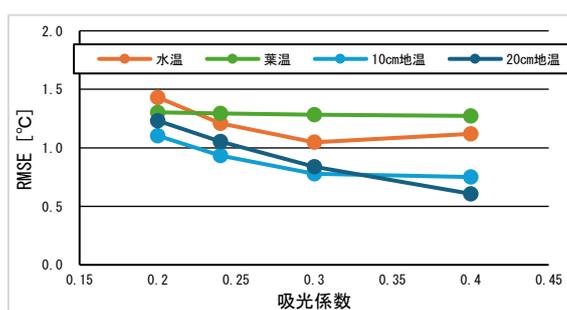


図 3 吸光係数ごとのモデルによる計算誤差 (RMSE)  
**Fig. 3** Calculation results by model for each absorption coefficient (RMSE)

引用文献: Xie W, Kimura M, Iida T & Kubo N (2020). Simulation of water temperature in paddy fields by a heat balance model using plant growth status parameter with interpolated weather data from weather stations. Paddy and Water Environment 19:35-54  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10333-020-00818-3>