

自動給水栓による水田湛水深管理に関する考察

Considerations on paddy ponding depth management using an automatically-controlled irrigation hydrant

○松澤拓海*, 中村公人**, 濱 武英**

○Takumi Matsuzawa, Kimihito Nakamura, Takehide Hama

1. はじめに 近年の水稲作では、従事者の高齢化及び後継者不足という課題を抱えており、対応策として水管理労力の軽減を目的とした自動給水栓の導入が進みつつある。これまで、水管理時間の短縮効果が多く事例で明らかになっているが、省力化以外への影響として、導入圃場の水収支を詳しく調査した事例や湛水深管理に言及した報告例は少ない。本報告では、とくに使用水量への影響評価は重要であると考え、自動給水栓を用いた水田水管理の実態把握、および適切な湛水深管理について考察を行った。

2. 方法

2.1 調査地区の概要 滋賀県湖東平野の愛知川扇状地に位置する N 地区を対象とした (Fig. 1)。地区の作付面積は 32 ha, うち水稲作付面積は 23 ha, 残りは転作田である。圃場の大区画化が行われ、0.5~1 ha に整備されている。地区の中・南部は用水パイプラインが整備され、一部手動給水栓があるが、灌漑期初期を除き、基本的に自動給水栓により取水される。自動給水栓は 2 種類あり、設定上限水位と設定時間に応じて給止水する給水栓 (給水栓 A) が 38 基、設定上限・下限水位に応じて給止水する給水栓 (給水栓 B) が 21 基設置されている。異なるタイプの給水栓が併設されている圃場が多い。

2.2 観測の概要 自動給水栓設置圃場と未設置圃場それぞれ 2 筆を調査圃場とし (Fig.1), 日単位の圃場水収支項目を整理した。降水量は雨量計, 地表排水量は排水樹に設置した水位計, 蒸発散量は気象要素を用いたペンマン式, 浸透量および湛水深変化量は圃場内に設置した水位計から求めた。浸透量は各圃場の夜間減水深から推定した。取水量は水収支式から算出した。調査期間は 2020 年 6~8 月である。

3. 結果と考察 自動給水栓設置圃場の水収支の日変化と湛水深変化の例を Fig. 2 に示す。取水量は、中干前の約 9 mm d^{-1} に比べて中干後に約 95 mm d^{-1} と増大している。給水栓 A では灌漑期を通して、設定上限水位あるいは設定時間に従って取水していた一方、中干後の給水栓 B は長時間稼働していた。中干後の設定上限水位は田面から 100 mm 程度であったが、中干後の浸透量の増大により、設定上限水位に満たない状態が長時間続いたために、給水栓 B からの取水が停止されなかったことが原因と考えられる。過剰取水を引き起こさないような適切な湛水深設定が必要であることがわかる。

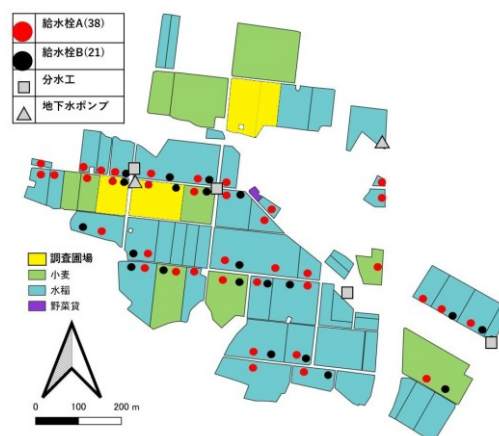


Fig.1 調査地区 Investigated area

* NTC コンサルタンツ株式会社 NTC Consultants Corporation

** 京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

キーワード: 水田水管理, 自動給水栓, 1 段タンクモデル

そこで、1段タンクモデルを用いた湛水深管理シミュレーションを行い、常時湛水を想定した設定方法を検討した。地表排水は発生しないとし、水位の時間変化を次式で表した。

$$\frac{dh}{dt} = -bh + (v - ET)$$

ここで、 h は時間 t における湛水深(mm)、 b は浸透パラメータ(d^{-1})、 v は取水強度($mm\ d^{-1}$)、 ET ($mm\ d^{-1}$)は蒸発散量である。常時湛水状態を想定し、下限湛水深 h_{min} である時刻 $t = 0$ に取水を開始して、時間 T_s 後に上限湛水深 h_{max} に達し、その時点で取水を停止する。そこから時間 T_r 後に下限湛水深 h_{min} に達し再度取水を開始するとした。 ET は $6\ mm\ d^{-1}$ で一定とし、 b と v はFig. 2の圃場の湛水深変化より同定した。

ここでは、湛水深制御と時間制御の2通りを検討した。湛水深制御では h_{max} 、 h_{min} の設定により T_s 、 T_r が確定し、時間制御では T_s 、 T_r の設定により h_{max} 、 h_{min} が確定する。また、Fig. 2の圃場ではおよそ $h_{max} = 100$ (mm)、 $h_{min} = 50$ (mm)、 $T_s = 6$ (h)、 $T_r = 18$ (h)と設定されていた。

湛水深制御について、24時間あたりの取水量 $I_{24} (= vT_s / (T_s + T_r) \times 24)$ を計算し、愛知川扇状地の1日当たり実績配水量($20\ mm\ d^{-1}$)と比較した。その結果、 $I_{24} = 20$ ($mm\ d^{-1}$)に取水量を制限しようとするとき、 $h_{min} = 0$ (mm)であっても、N地区の浸透条件では $h_{max} = 38$ (mm)と比較的低水位に上限を設定しなければならないことがわかる(Fig. 3)。農家が設定した $h_{max} = 100$ (mm)とするためには日浸透量を $30\ mm\ d^{-1}$ にまで抑える必要がある。

時間制御について、 $I_{24} = 20$ ($mm\ d^{-1}$)のとき、毎日同時刻に取水を開始する(つまり、 $T_s + T_r = 24$ (h))場合は $T_s = 1.7$ (h)となり、N地区では $h_{max} = 31$ (mm)となる(Fig. 4)。 h_{max} を大きくするには T_s と T_r を大きくすればよいが、取水当日の取水量が $20\ mm\ d^{-1}$ を超えるため、地区内水配分に工夫が必要となる。

4. おわりに 自動給水栓設置圃場において過剰取水を回避するためには、圃場浸透量に応じた適切な設定が重要である。

謝辞：調査協力農家の方々、東近江市、近畿農政局のご協力に心から感謝申し上げます。

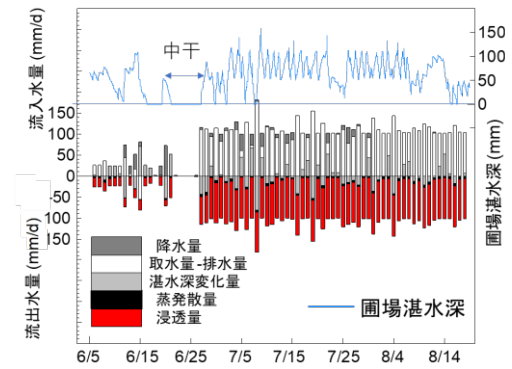


Fig.2 圃場水収支と湛水深変化
Changes in water balance and ponding water level at a paddy plot

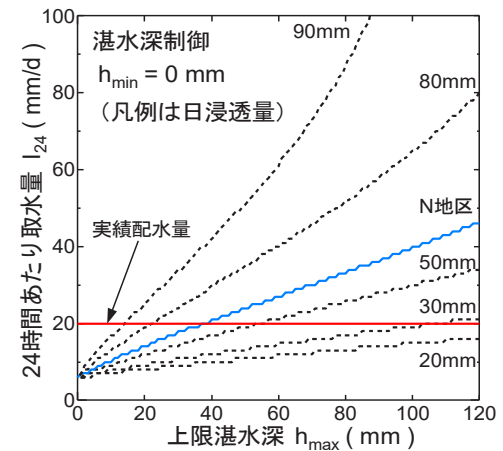


Fig.3 湛水深制御による取水量変化
Irrigation amounts affected by ponding water level control

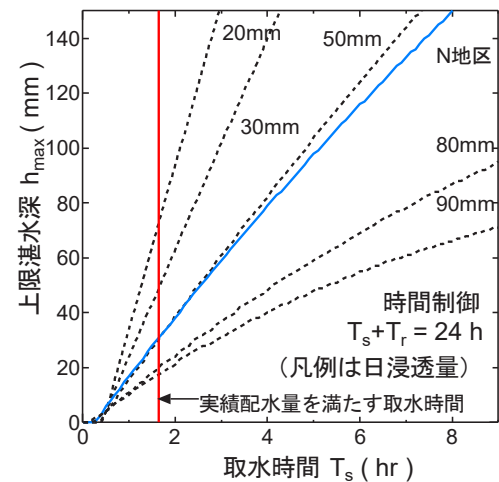


Fig.4 時間制御による湛水深変化
Maximum ponding water level affected by irrigation schedule control