

水路内貯留による低コスト需要主導型水管理システムの実現可能性 System of Low-Cost Demand-Driven Water Management with Reservoir Storage of Irrigation Canals

○中村遥*・谷口智之**・凌祥之***

NAKAMURA Haruka・TANIGUCHI Tomoyuki・SHINOGI Yoshiyuki

1. はじめに

水田灌漑地域では、農家数の減少や高齢化により、水路維持や配水操作に関わる管理が課題となっている。そこで、ICT技術を活用した次世代型水管理システムでは、より省力的な需要主導型水管理を実現することが期待されている（内閣府，2019）。しかし、システム導入には機器設置や施設改修などの多額の費用が必要となる。

本研究では、水路内に用水を貯留すること（以下、水路内貯留）で、低コストに導入できる需要主導型水管理システムについて、その実現可能性を検討した。水路内貯留を考慮した需要主導型配水モデルを構築し、多数の水田と用水路を有する仮想水田地域に本モデルを適用することで、提案システムの課題を明らかにした。

2. 低コスト需要主導型水管理システムと需要主導型配水モデル

提案システムでは、重力式開水路に実装することを想定し、用水路末端を堰き止めて水路内貯留する。水田水口ならびに分水工の開閉は、下流水位を検知するフロート式の給水栓とゲートで行うことを想定する（図1）。

水路内貯留を考慮した需要主導型配水モデルでは、各用水路を調整池とみなし、式(1)で水収支を計算する。分水地点ではフロート式ゲートの高水位 S_{high} と低水位 S_{low} を設定し、下流水路の水位 $S_c(t)$ との大小関係で分水工の開閉を判定する。

$$\text{用水路： } S_c(t) = S_c(t-1) + \{Q_{in}(t) - \sum Q_{out}(t)\}/A_c + \{R(t) - E(t)\} \quad (1)$$

ただし、 $S_c(t) > S_{high}$ 、もしくは、分水工閉鎖時に $S_{low} \leq S_c(t) \leq S_{high}$ のときには、 $Q_{in}(t) = 0$ （分水工を閉鎖して、上流からの用水供給を停止）

ここで、 t は灌漑開始からの経過時間、 $S_c(t)$ は用水路の貯水量、 $Q_{in}(t)$ は上流からの供

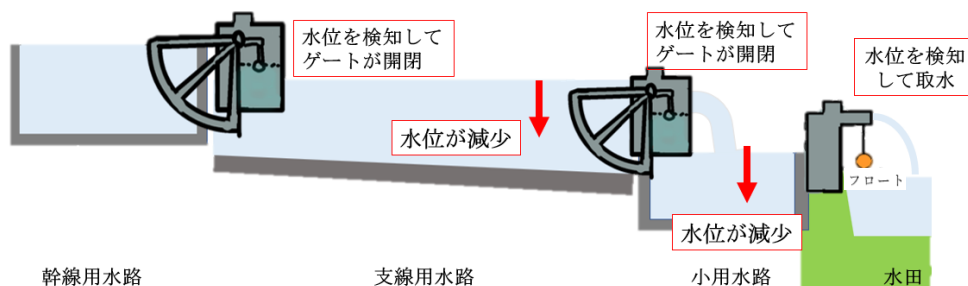


図1 水路内貯留による低コスト需要主導型水管理システムのイメージ

Image of System of low-cost demand-driven water management with reservoir storage of irrigation canals

*九州大学大学院生物資源環境科学府 Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, **九州大学大学院農学研究院 Faculty of Agriculture, Kyushu University, ***個人 Independent
キーワード：需要主導型水管理、水路内貯留、配水管理用水

給水量, A_c は各用水路の水面面積, $R(t)$ は降水量, $E(t)$ は用水路の水面蒸発量である. $Q_{out}(t)$ は下流側への供給水量であり, 完全潜り条件を仮定しオリフィスの式で計算した. また, 水田の水収支計算では $Q_{out}(t)$ と $E(t)$ は存在せず, 代わりに水田浸透量 $P(t)$ と水田蒸発散量 $ET(t)$ を与えた.

3. 低コスト需要主導型水管理システムにおける水田と小用水路の水位変化

多数の水田と用水路を有する仮想水田地域に本モデルを適用した. 水田はすべて同じ形状とし, 面積 50 a に水口 2 か所を設定した. また, 一本の小用水路からは水田 4 筆が取水するとした. 小用水路の高水位 S_{high} は 180 mm, 低水位 S_{low} は 100 mm を設定した.

水田の需要水量に対して十分な水量を小用水路から供給する条件では, 各水田の水位は安定的に推移した. しかし, 小用水路内の水位を保つために分土工の開閉頻度が増大した (図 2). 短時間での頻繁な分土工の開閉は, 施設の耐久面で問題がある. 一方, 支線用水路と幹線用水路の水位変動 (分土工の開閉頻度) は小用水路よりも小さく, この傾向は以降の解析でも同様であった.

小用水路の分土工の開閉頻度を減らすため, 支線用水路から小用水路への供給水量を水田の需要水量以下に抑える条件を設定した. この場合, 分土工の開閉頻度は抑えられたが, 水田が 1 枚でも取水すると小用水路内の貯水が不足し (図 3), 下流水田で取水が困難になった. これは, 水田の必要水量に対して小用水路の貯水容量が不足することを意味しており, 不足容量は 4.8 m^3 と推定された.

4. おわりに

重力式開水路による供給主導型水管理では, 用水を常に流すことで分土工の開閉頻度を減らしながら, 水田の用水需要の変動に対応している. 配水管理用水がその役割を果たしているが, 配水管理用水が発生しない本システムでは, その調整能力が失われることが課題となる. 今後は, ①水田の高水位を高く設定する, ②用水路壁面を高くして貯水容量を大きくする, ③水田や分土工の取水強度を大きくする, などの対策について解析する.

〈引用文献〉内閣府 (2019): 次世代型水管理システム導入ガイド

〈謝辞〉本研究は, JST SATREPS JPMJSA2304, JSPS 科研費 24K09128 の助成を受けたものである.

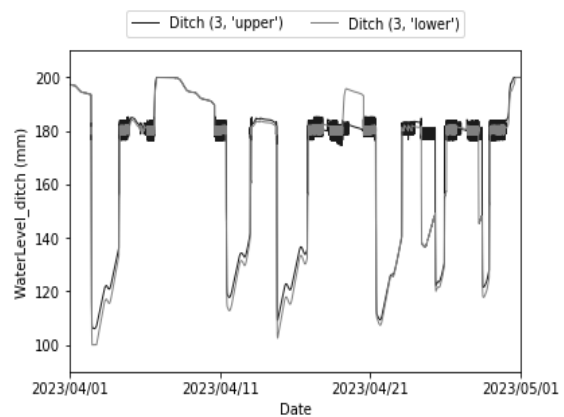


図 2 需要主導型水管理システムにおける小用水路の水位変化 (支線用水路からの供給水量 > 水田用水需要水量)

Water level change in farm ditch with system of demand-driven water management (supply water from branch canal > demand water of paddy field)

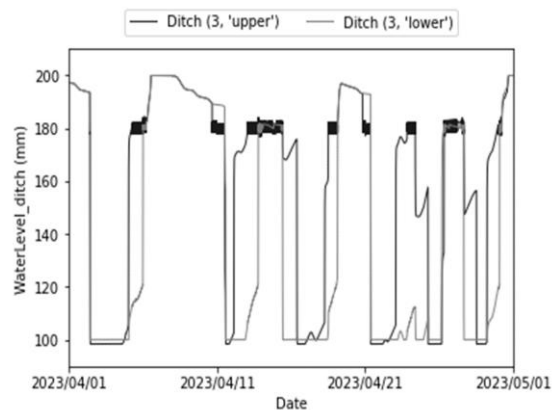


図 3 需要主導型水管理における小用水路の水位変化 (支線用水路からの供給水量 < 水田用水需要水量)

Water level change in farm ditch with system of demand-driven water management (supply water from branch canal < demand water of paddy field)