

大規模稲作への低コスト省力化灌漑システムの導入に向けた水理学的検討

Hydraulic study on a low-cost labor-saving irrigation system for large-scale rice cultivation

○清水 海斗* 飯田 俊彰** 木村 匡臣*** 安瀬地 一作****

○Kaito SHIMIZU* Toshiaki IIDA** Masaomi KIMURA*** Issaku AZECHI****

1. はじめに

近年、水田稲作での担い手への圃場集積が進むとともに、単位面積当たりの耕作者数が減少し、水田水管理の粗放化を招くことが懸念されている。その打開策として遠隔操作を基本とした次世代型水管理システムが圃場でも導入され始めたが、これらのインシヤルコストやランニングコストは依然として高く、多数の区画への導入はコスト面から現実的でない。この現状に対し、開水路地区で圃場整備事業を行う際に、1人の担い手の耕作圃場を1本の末端水路沿いに連続した数区画から10数区画の大区画圃場へ集約し、これらの区画では同一品目、同一栽培として、同一の水管理を行う超省力的水管理法が考案されている。そこで本研究では、上記のような低コスト省力化灌漑システムを現地の圃場へ実装する際の具体的な2つの方法について水理学的な検討を行った。

2. 本研究の概要

1 つ目は末端用水路沿いに連続した各区画への引込み水路の分岐点直下流で末端水路を全幅堰で堰上げ、各引込み水路の水深をほぼ一定に揃えつつ、各引込み水路に定量分水工であるディストリビュータを設置し、各区画への流入量をほぼ一定に揃える方法である。末端用水路の上流端に設けた遠隔操作ゲートで水路への流入量を制御することにより、一括水管理が可能であると考えられる。本研究では、模型実験水路で流量や水位を実測することで実現可能性を検討した。また、末端水路の長さや勾配が多様な現場での取水量や全幅堰高さを計算するための方法を考案し、模型実験の結果でその妥当性を検証した。

2 つ目は最上流に位置する区画を湛水深遠隔監視型自動水門で一定の湛水深に制御し、隣接区画間に設置した浮き弁サイフォンが湛水深の差を減らすように通水することで、連続した全区画の湛水深を制御する方法である。模型浮き弁サイフォンを作成し、上流側と下流側の水位差と流量との関係を調べる実験を行った。

2つの案それぞれについて、現場を想定した計算を行い、流量や各区画の湛水深にどの程度ばらつきが発生するのかを検証した。ディストリビュータの形状と2つの案の概要図は清水ら(2020)を参照されたい。

3. 定量分水工を用いた水管理の検討

3.1 模型水路

全長約50m、水路幅30cmの模型水路の上端端から15m、30m、45mの3箇所の左岸側

*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo; **岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University; ***近畿大学農学部 Faculty of Agriculture, Kindai University; ****農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門 National Institute for Rural Engineering, NARO キーワード：管・開水路流れ、水利構造物、水田灌漑

に引込み水路を設け、引込み水路内の模型水路の左岸側壁から 30 cm の位置にディストリビュータを設置した。模型水路と引込み水路の下流側に設置した溜桁の水深を圧力式水位計で計測し、それぞれの流量を測定した。ディストリビュータに関しては、予備実験で水位に対する流量の変動が小さいことが分かっている。

3.2 末端水路の水面形計算の検証

3 箇所引込み水路の直下流の全幅堰高さを、上流側から 5 cm, 7 cm, 10 cm に設定し、模型水路最上流端から 0.0174 m³/s を連続給水して 3 箇所引込み水路へ通水した。引込み水路での実測水位と計算水位とを 図 1 に示す。計算水位は概ね実測水位と一致しており、本計算手法により現場の水面形を計算することで、必要な全幅堰高さの事前検討が可能であることが示された。

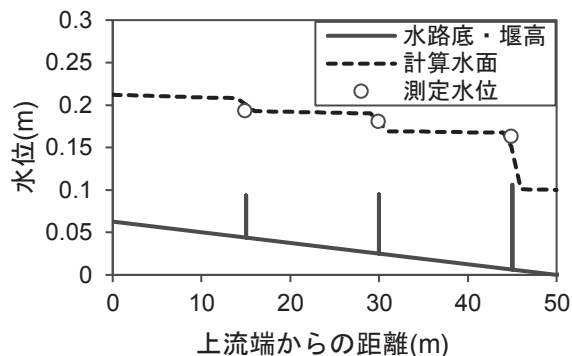


図 1 模型水路の水面形

Fig.1 Water surface in the experimental channel

4. 浮き弁サイフンの検討

4.1 水位差と流量の測定方法

上流水槽から浮き弁サイフォン内を通過して下流水槽へ流れる流量を、下流水槽から溢れ出した流量を測定することで実測した。浮き弁サイフンの浮き弁部分拡大図と浮きの平面図を 図 2 に示す。上流側水槽は常に溢水させることで水位一定とし、水位差の条件を変更する際には、上流水槽の標高をジャッキによって変更した。両水槽の水位差をポイントゲージで測定した。

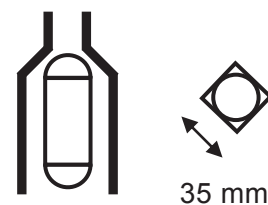


図 2 浮き弁部分の拡大図 (左) と浮きの平面図 (右)

Fig.2 Side view of float valve & Plane view of float

4.2 浮き弁サイフォン実験の結果と考察

浮きを 2 種類用意し、それぞれ 2 回実験を行った結果を 図 3 に示す。水位差が増加する際と減少する際とを区別して表記した。

水位差が小さい間には多少の漏れはあるものの浮きは弁に接し、止水された。発泡スチロール製の浮きは通水時に激しく振動・回転した。密度が大きい木製の浮きでは振動や回転が軽減されたが、流量が減少した。静水圧のつり合いから浮きが開放する水位差は、発泡スチロール製の浮きでは 14.4 cm, 木製の浮きでは 15.1 cm と計算され、これらの値は実験値とほぼ一致していた。

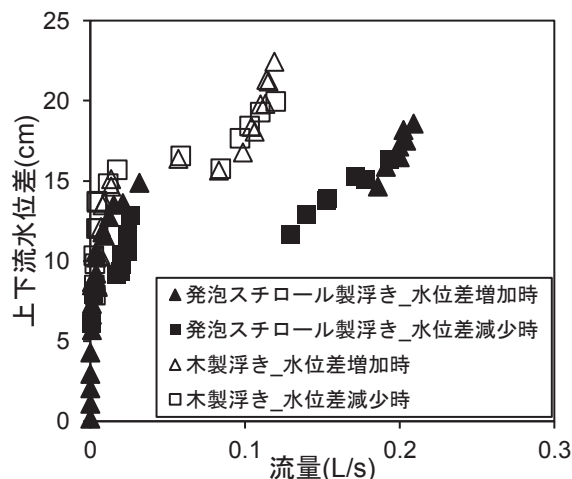


図 3 模型浮き弁サイフンの HQ 曲線

Fig.3 Rating curve of the experimental syphon

謝辞 本研究は富山県庁から受託研究費を受けて進められた。

引用文献 1) 清水海斗, 飯田俊彰, 木村匡臣, 安瀬地一作 (2020): 大規模稲作への低コスト省力化灌漑システム導入に向けた水理学的検討, 令和 2 年度応用水理研究部会講演集, 42-44