

フィードバック取水ゲートの適切な運用方法と農業用水利用の効率化

Appropriate Management of Feedback Sluice Gate and Effective Use of Irrigation Water

○宮津進* 三沢眞一* 吉川夏樹**

Susumu MIYAZU Shin-ichi MISAWA Natsuki YOSHIKAWA

1. 研究背景

信濃川を水源とする西蒲原地域では、上流地域の過剰な取水によって、下流地域における恒常的な用水不足が問題となっている。用水の公平な分配には上流地帯における節水が求められているが、有効な対策の一つとして、フィードバック取水ゲート付きファームポンド（以下、FP）の設置が挙げられる。フィードバック取水ゲートとは、FPの貯水深とポンプの運転状況から、用水需要量を判断し、取水ゲート開度を自動管理するシステムである。需要に応じて取水を行うため、無効放流量を縮減する効果が期待でき、農業用水利用の効率化に有効であるとされている。しかし、運用方法次第では、本来の能力が十分に発揮されない。

本研究では、フィードバック取水ゲートが設置されている新潟県西蒲原地域桜林地区を事例として、システムの効率的な運用方法について検討し、それによる用水節減効果の向上を定量的に検証する。

2. 調査地概要

調査対象は、新潟県西蒲区桜林地区の桜林用水路に設置されているフィードバック取水ゲートである。桜林用水路取水口に設置された取水ゲートは、FPの水位とポンプ運転状況によって自動で開度調節が行われる。取水ゲート-FP間の距離は約1,100mである。

3. フィードバック取水ゲートの運用に関する課題

自動運転時の設定最大ゲート開度は0.3mである。しかし、このゲート開度で取水できる水量では、水需要が特に大きい日のFPからの送水量をまかなえないため、FP水位の著しい低下が見られる。その結果、FP貯水量の枯渇を危惧するFP管理人が、ゲート操作を手動で行う。それでも用水供給が不足する場合は、補給ポンプを運転し、排水河川からポンプアップによって用水を補給することで対処している。これら一連の対応は、システムの利点を活かさないだけでなく、節水効果の縮減にもつながっている。

この大きな水需要を引き起こす最大の原因は、6月中旬から8月上旬の期間において3日間連続で断水日が設けられていることである（表1）。これは、断水実施期間で補給ポンプが運転された計5回のうち、4回が断水日明けであったことから確認できる。ゲート管理の課題は、定期断水日と最大ゲート開度の不適切な設定にあり、フィードバック機能を十分に発揮するためには、これらの改善が必要である。

4. 研究方法

システム運用の現状を把握するため、取水元の幹線用水路、対象用水路、FPに水位センサーを設置した。水位データのほか、定期流量観測及び現地でのシステム作動試験に基づきシステム全体をモデル化し、シミュレーションモデルを構築した（図1）。実際にゲートが自動管理された期間の一事例（7/1～7/2）を対照に、モデルによる計算値と実測値を比較した結果を図2に示す。計算値が実測値を高い精度で再現したため、モデルの妥当性が確認できた。そこで、このモデルを用いて運用方法の改善案について、取水量と余剰水量を比較・検討することで評価を行った。

5. 結果と考察

5.1 フィードバック取水ゲートの適切な運用方法

灌漑期を通じたゲートの自動管理とそれに伴う節水効果の向上を目的として、以下の2点について検討を行った。

(1) 定期断水日程の変更

断水実施期間中の総取水量が最大となった一週間（7/15～7/21）を対象に、断水日設定を分散させた場合（表2）の水需要の変化がもたらすFP貯水量及び補給ポンプの運転回数を検討した。現状の断水日程では、FP貯水量が枯渇するのに対し、断水日を変更することで、用水需要をFP貯水量内でまかなえたため、補給ポンプの運転なしで、自動管理が可能となることが示された（図3）。他の断水期間についても同様の結果が得られたことから、断水日の分散が、自動ゲートの効率的な運用に効果があることが明らかになった。

*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

**新潟大学災害復興科学センター Research Center for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

キーワード： フィードバック取水ゲート、農業用水利用、ファームポンド

(2) 適正ゲート最大開度の設定

水需要集中時への対応策として、設定最大開度の変更による効果を検討した。現状最大開度 0.3m では灌漑期間中 2 回の補給ポンプ運転が必要になるのに対し、現状設定より 0.1m 大きい 0.4m に設定すれば、補給ポンプ運転を必要とするほどの FP 水位の低下がないことが示された。自動ゲートの効率的な運用のためには、適切な最大開度設定の検討が重要であるといえる。

5. 2 フィードバック取水ゲートの節水効果

(1) 運用方法改善前

フィードバック取水ゲートによる節水効果を評価するため、対象の桜林用水路の取水量を取水元の幹線用水路(開水路)およびその支線用水路(開水路)の取水量と比較した(図 4)。灌漑期(2008 年度)の平均日取水量は、支線用水路が 40.3mm、幹線用水路が 27.8mm であるのに対し、桜林用水路は、現状のゲート管理の場合でも 13.9mm であった。一般的な普通期平均日取水量が 25mm であるのと比べ、5 割程度の取水量であったことから、フィードバック取水ゲートの節水効果が大きいことがうかがえる。

(2) 運用方法改善後の効果の向上

断水日の分散(表 2)およびゲート設定最大開度の変更により、取水量は 10.9mm、余剰水量は 1.2mm となり、現状のゲート管理方法よりも取水量を約 22%、余剰水量を約 50% 削減できることが示された。桜林 FP では、手動操作によって、特に水利用の少ない夜間に余剰水が発生していることが多い。一方、ゲート自動管理の場合は FP の水位上昇に伴ってゲート閉動作が起こり、余剰水の発生を最小に留めることができる。また、FP 水位の極端な低下を回避することができるため、用水不足を補うための施設への依存を軽減することにもつながる。

フィードバック取水ゲートの適切な運用が、節水効果のさらなる向上に寄与することが明らかになった。

6. まとめ

フィードバック取水ゲートの効率的な運用方法と節水効果について検証した。フィードバック取水ゲート自体が有する節水効果は大きいですが、運用方法によっては、その効果が十分に発揮されない。十分な運用方法の検討を踏まえた上での本システムの導入は、農業用水の効率的な利用が求められる地域では有効であるといえる。

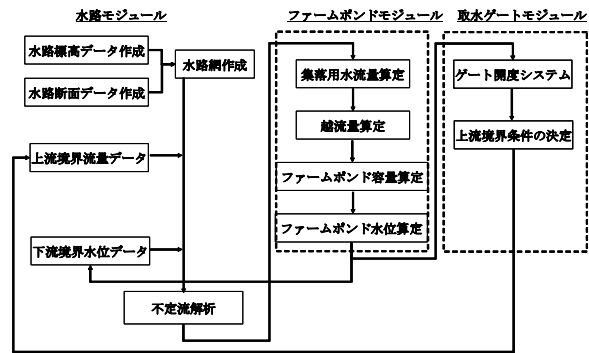


図 1 解析プログラムのアルゴリズム

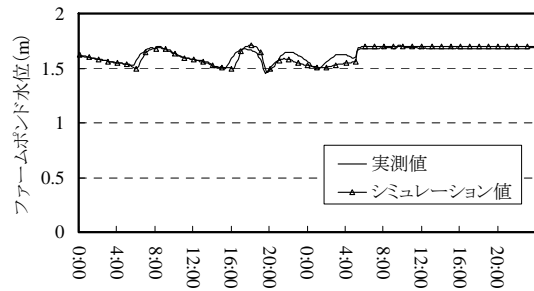


図 2 FP 水位の実測値と計算値の比較

表 1 現在のファームポンド定期断水日程

	月	火	水	木	金	土	日
ポンプ運転	○	○	×	×	×	○	○

○ : ポンプ運転可能
× : ポンプ運転不可(断水日)

表 2 ファームポンド定期断水日程の提案

	月	火	水	木	金	土	日
ポンプ運転	○	×	○	×	○	×	○

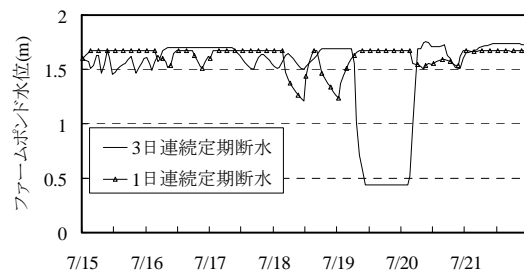


図 3 FP 水位シミュレーション結果 (7/15~7/21)

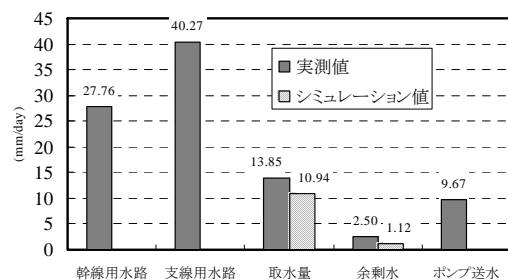


図 4 取水量の比較