

# 魚類の回遊に配慮した起伏ゲート管理の検討

## Examination of flap gate management for fish migration

○澤田真優\*・長野峻介\*\*・藤原洋一\*\*・一恩英二\*\*

○SAWADA Mayu\*, CHONO Shunsuke\*\*, FUJIHARA Yoichi\*\*, and ICHION Eiji\*\*

### 1. はじめに

農業用水路には治水や利水を目的に起伏ゲートや落差工などの水利構造物が設置されているが、それらは回遊魚の遡上や降下を妨げる要因でもある。回遊魚はアユやカジカ類などが挙げられ、遡上阻害は上流域の生息数を大きく減らす原因となる。そのため、農業用水路には灌漑施設と魚類の生息環境の役割を同時に果たす環境と調和した適切な管理が望まれる。起伏ゲートは支線水路から農業用水を取水する水利構造物の一つで、取水時は起立させるが豪雨時に一定の水位（以下、倒伏水位とする）に到達すると自動倒伏する仕組みを持つ。倒伏時の起伏ゲートでは回遊魚の遡上が比較的容易であるが、起立時の起伏ゲートでは段差が大きく遡上が困難になる。そのため、魚類の回遊には倒伏頻度が高いことが望まれるが倒伏頻度が高くなるほど倒伏したゲートを起立させる人的管理コストが上昇するため、環境への配慮と管理コストはトレードオフ関係にある。そこで、環境と調和した適切な管理を目的として、水利構造物の管理状況や水路の水位、流量変動と降水の相関関係などから水文特性を分析し、魚類の回遊と人的管理コストに配慮した起伏ゲートの倒伏頻度と倒伏水位・流量を検討した。

### 2. 研究方法

手取川七ヶ用水の支線水路である山島用水4-2号水路のd11地点を調査対象とした(図1)。d11地点には、切り欠き付き多段式落差工と起伏ゲートが設置されている。起伏ゲート上流側で2019年から2時間間隔で水位計測をしている水位計(Onset社HOB0 U20)に加え、下流側に定点カメラ(ハイク株式会社製ハイカムSP2フルHD自動撮影カメラ)を2023年6月に設置し、1時間間隔で30秒間の動画を撮影した。撮影動画は株式会社ハイドロ総合技術研究所の「Hydro-STIV」によって、流速画像解析手法の一つであるSTIV(Space Time Image Velocimetry)解析をした。また、水位計の観測水位から起伏ゲートの起立時期を分析した。起立時の観測水位とSTIV解析流量を利用してH-Q曲線を作成し、水位計を設置した2019

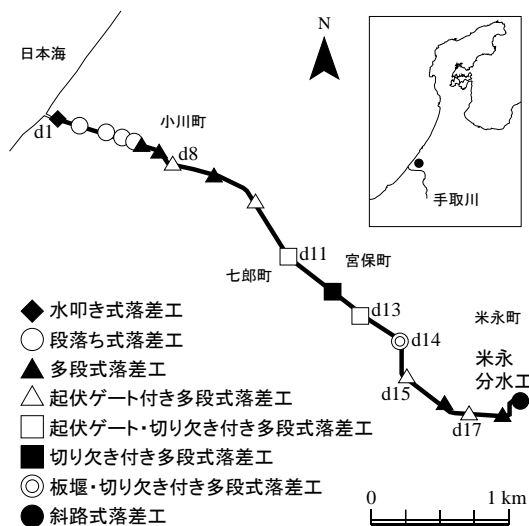


図1 研究対象地  
Fig.1 Study location

\*石川県立大学大学院生物資源環境学研究所 Graduate School of Bioresource and Environmental Sciences, Ishikawa Prefectural University

\*\*石川県立大学生物資源環境学部 Faculty of Bioresources and Environmental Sciences, Ishikawa Prefectural University

キーワード：水利構造物、灌漑施設、魚類の回遊

年以降の灌漑期間（4月13日～9月10日）の流量を推定した。また、観測水位およびH-Q曲線による推定流量と2003年～2022年の小松の2時間積算降水量（気象庁）との単回帰分析をした。さらに、日最大2時間積算降水量の月別発生確率分布をGausshyper分布の近似によって算出し、発生頻度別降水量をもとに倒伏水位・流量を分析した。

### 3. 研究結果・考察

STIV解析について、昼間は浮子法による流速計測値とも大差なく、精度良く解析できた。一方、夜間は赤外線撮影のため解析精度は低く、連続した流量観測データの入手はできなかった。そこで、解析精度が良好な昼間のSTIV解析流量と水位計による観測水位からH-Q曲線を作成した結果、決定係数 $R^2$ は0.718とやや高い精度となった。

また、観測水位分析によると起伏ゲートの平均倒伏回数は月0.35回だったため、本研究では日最大2時間積算降水量（mm/2h）の確率密度分布を求め（図2）、発生頻度を月0.5回～2回とする降水量に対する水位・流量を求めた（図3）。図3より、月別に比較すると4月～7月にかけて月ごとの水位差が大きく水位も上昇し、7月～9月にかけて水位差は小さく、ほぼ同じ水位となった。したがって、7月～9月の倒伏水位・流量で起伏ゲートの倒伏管理をすると、4月～6月の倒伏頻度が極めて低くなり、魚類の回遊への配慮が不足する可能性がある。一方、同じ月の頻度の違いによる水位差は0.01m～0.07mとなり、特に差が小さい4月～5月は倒伏水位を閾値より少しでも低く設定すると頻度が過多になり、人的管理コストが上昇する可能性がある。

### 4. まとめ

以上の分析から、現在の起伏ゲートは降水量が多い7月～9月に合わせた倒伏水位・流量設定である可能性が高い。そのため、魚類の遡上時期でもある初夏に起伏ゲートの倒伏はほぼ見られず、魚類の回遊へ配慮するには倒伏水位・流量を現在より低くする必要がある。一方、4月～5月は稲作の代掻き期などで灌漑利用が増加するため、人的管理コストを低く抑えるためには倒伏頻度はできるだけ低くしたい時期である。本研究では、特に4月の頻度別の閾値の差が小さく、倒伏水位の設定を誤ると倒伏頻度が過少や過多となる傾向であった。STIV解析流量や観測水位などのデータ収集の継続、降水との回帰分析や確率密度分布の精度向上などにより、より流況変動や灌漑利用に対応した起伏ゲートの管理方法を検討する必要がある。

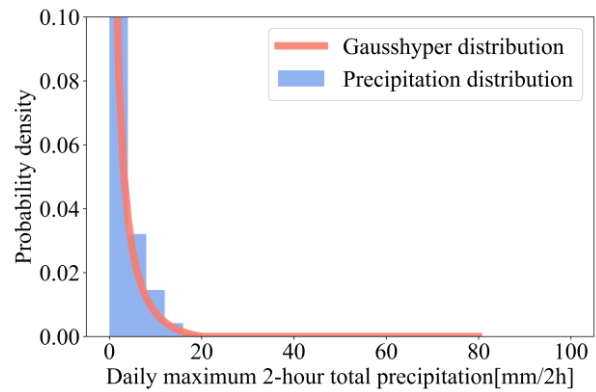


図2 4月の日最大2時間積算降水量の確率密度分布

Fig.2 Probability density distribution of daily maximum 2-hour total precipitation in April

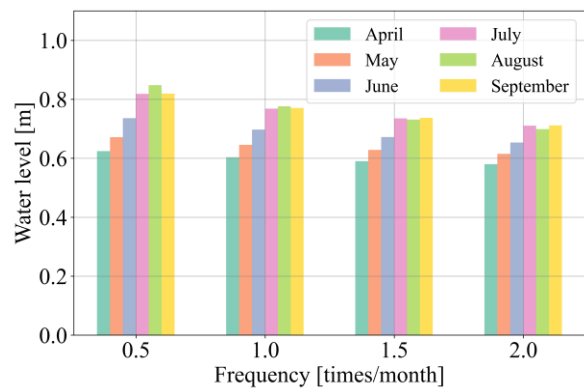


図3 降水発生頻度別水位

Fig.3 Water level by precipitation frequency