

## 灌漑初期における魚巣・魚溜での堆砂量変化の数値実験

茨城大学 正会員 前田 滋哉

### 1. はじめに

農業用排水路に生息する魚類を保全するため、わが国では魚巣や魚溜といった環境配慮工がしばしば施工されている。しかし、魚巣や魚溜への過度な堆砂のため、魚類の生息域が狭くなった事例<sup>1,2)</sup>が報告されている。農業水路の環境配慮工が生態学的価値をより発揮できるようにするためには、水路の魚類生息環境を的確に評価することが重要である。河川では、河岸凹部の土砂堆積制御<sup>3)</sup>や魚類生息場評価に関する研究が活発になされている。しかし、農業水路の魚類生息環境の物理的基盤についての研究は比較的少ない。また、対象水域への土砂供給量を正確に予測することも困難である。このような状況においても、農業農村整備事業での水路整備と共に環境配慮工を導入する必要があるため、より有効な環境配慮工の設計と適切な事後管理が喫緊の課題である。そこで本研究では、数値計算を援用した環境配慮工の設計・管理法の開発を念頭に、平面2次元河床変動モデルである iRIC Nays2DH を農業水路における魚巣・魚溜での流れ・路床変動解析に適用し、灌漑初期の流れ・路床変動の計算値を実際の路床高データ<sup>4)</sup>と比較する。

### 2. 方法

#### 2.1 対象地

茨城県美浦村興津地区の農業用排水路で幅 3m、長さ 18.6m の区間を数値計算の対象とした(図-1)。コンクリート 3 面張りの矩形断面水路に長さ 10.9m の魚溜がある。魚溜は設計段階で 0.5m 路床が掘り下げられた部分である。魚溜区間内に両岸各 3 個の魚巣(入口幅 1.14m、入口高さ 1.0m、奥行き 0.9m)が設けられている。魚巣と魚溜には土砂が堆積している。これら環境配慮工は 2002 年に茨城県の排水改良事業の際に導入された。この排水路は谷津田地域内にあり、下流部で高橋川に接続し、霞ヶ浦(西浦)に至る。

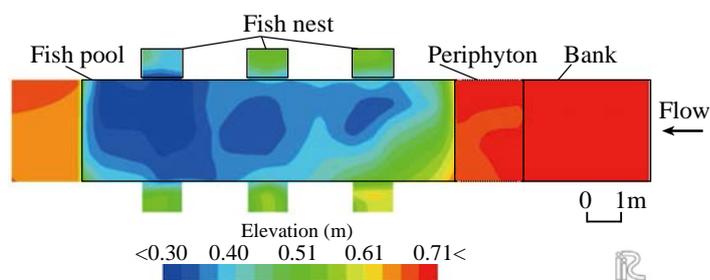


図-1 解析領域における初期路床高分布

#### 2.2 計算条件

iRIC Nays2DH Ver.3 を用いて平面 2 次元流れと路床変動を数値実験した。流れ計算では浅水流方程式、路床変動計算では流砂の連続式を使用した。流砂は混合砂、解析領域全域で移動床とし、掃流砂と浮遊砂を対象とした。掃流砂ベクトルは芦田・江頭・劉の式、浮遊砂浮上量は Lane-Kalinske 式で推定した。

計算対象区間を 7,497 (=153×49) 個の格子点から成る四辺形格子に分割した。格子サイズは一般に流下方向約 11cm、水路横断方向約 10cm である。マンニングの粗度係数は現地の水深・流速観測結果と流れ計算結果が一致するよう、魚巣内、魚溜内、魚溜上流部、同下流部の 4 箇所異なる値を与えた。粒度分析結果を踏まえ、魚巣(中央粒径 0.17mm)、魚溜左岸上流部(中央粒径 1.4mm)、その他魚溜(中央粒径 0.56mm)で異なる粒径加積曲線を設定した。魚溜内左岸上流部には他と異なり大礫が多く堆積していたため、魚溜を 2 領域に分けた。

対象地の魚巣・魚溜において、2018 年 5 月 11 日と 9 月 13 日の路床高分布<sup>4)</sup>より、両日間の土砂純増量は 4.43m<sup>3</sup> と推定された。5 月 11 日は田植え直後で濁水が水路を流下しており、農地から水路への土砂供給量が一年のうちで特に大きいと考えられる。対象区間への豊富な土砂供給を仮定するため、区間上流部に高さ 3cm

キーワード 環境配慮型水路, 魚類生息環境, 土砂水理, 数値計算

連絡先 〒300-0393 茨城県稲敷郡阿見町中央 3-21-1 茨城大学農学部 TEL 029-888-8601

の盛土(0.261m<sup>3</sup>)を設けた(図-1)。盛土以外の部分は初期路床として2018年5月11日の路床高を用いた。

現地では魚溜上流側のコンクリート路床に付着藻類が繁茂していたため、植生域を設けた(図-1)。直径が均一な円柱が等間隔に直立した植生モデルを仮定し、植生の抗力項を浅水流方程式で考慮した。対象地の2020年5月の付着藻類の繁茂状況を踏まえて植生密生度17m<sup>-1</sup>、植生高さ0.02mを与えた。

流量を変化させた7個の場合(Case 1~7)を設けた。Case 1では、水位計で計測できる最小水深に対応する流量0.14m<sup>3</sup>/sを設定した。Case 2~6では、流量をそれぞれ0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 m<sup>3</sup>/sとした。Case 7では、現地水路における田植え直後の灌漑初期における早朝から正午までの典型的な流量変動を想定し、2018年5月12日午前6時から11時50分までの10分間隔観測流量時系列(最小0.22 m<sup>3</sup>/s, 最大0.37 m<sup>3</sup>/sでほぼ単調に増加)を与えた。

計算時間は6時間、計算時間刻みは0.005秒とし、路床変動計算は流れ計算開始から600秒後に始めた。

### 3. 結果と考察

計算開始から6時間後の路床高分布を図-2に示す。これより、流量が増大するにつれ、左岸魚巣、右岸魚巣の順に堆砂が進行することがわかる。流量が0.4m<sup>3</sup>/sを超えると魚溜内の中央と左岸側で洗掘が顕著になる一方、魚溜右岸沿いで土砂輸送が大きくなり、右岸魚巣内にも堆砂量が増える。流量が0.8m<sup>3</sup>/s以上で左岸魚巣内の土砂流入はほぼ頭打ちになっている。現地の2018年5月11日から9月13日において、平水時の流量は0.14~0.4m<sup>3</sup>/s程度であることから、現地において左岸魚巣で堆砂が進行する状況と本計算結果は符合する。

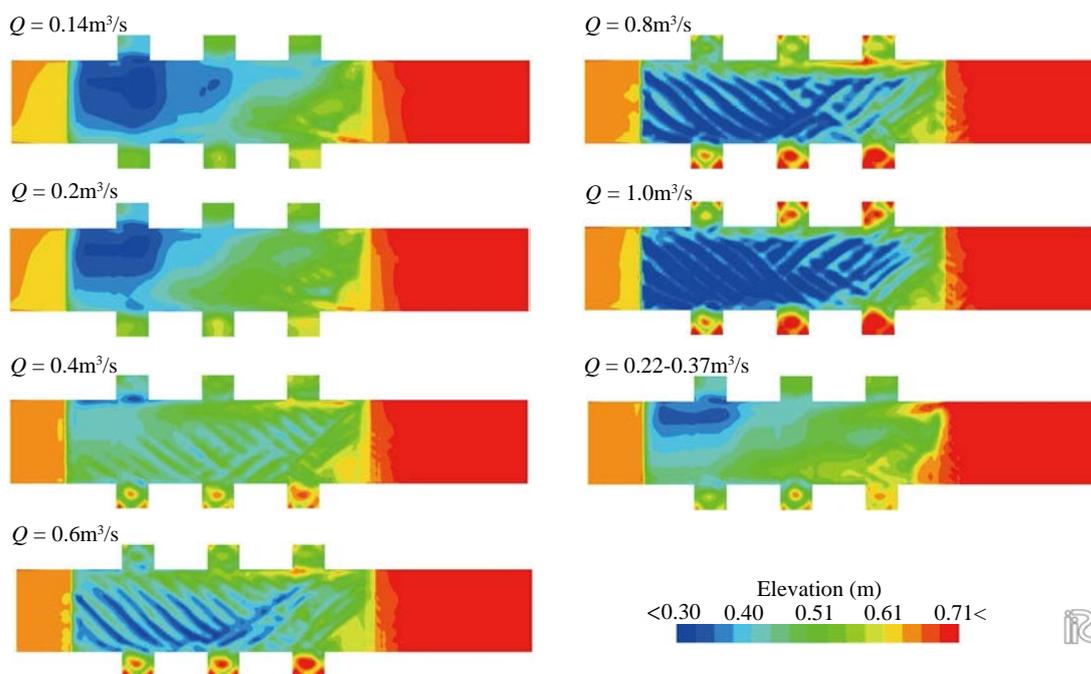


図-2 計算6時間後の各ケースの路床高分布

### 謝辞

本研究はJSPS 科研費 20H03095 の助成を受けた。iRIC プロジェクトのNays2DHを使用した。記して謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 土屋ら (1986) : 水環境管理のための基礎的調査研究 (その2) - 生態環境からみた河川改修 -, 第14回環境問題シンポジウム講演論文集, 92-99.
- 2) 皆川ら (2020) : 排水路の魚溜工における施工後3年間の土砂堆積状況, 農業農村工学会論文集, I\_77-I\_84.
- 3) 富永ら (2017) : 導流工を用いた河岸凹部の土砂堆積制御, 土木学会論文集 B1 (水工学), 73(4), I\_691-I\_696.
- 4) Maeda et al. (2021) : Spatiotemporal variation of sedimentation in an agricultural drainage canal with eco-friendly physical structures: a case study, Paddy Water Environ, 19(1), 189-198.