

準三次元数値解析モデルによる塩水遡上拡大機構の分析と対応策の検討

(株) 建設技術研究所 正会員 ○守谷 将史、斎藤 健
鳥取県 正会員 安本 善征、松井 俊樹

1. はじめに

鳥取県の二級河川由良川では、河川整備基本方針(H14.8)、河川整備計画(H21.12)¹⁾に沿って図1のように河川改修を進めているが、近年、塩水遡上範囲が拡大し、潮位が高くなる夏季に農業用水取水(原ポンプ場)への影響がみられ始めている(図2)。また、図3に示すように、河川改修に着手した約30年前と比較して年平均潮位が18cm程度上昇しており、これも塩水遡上拡大の原因の可能性もある。これに対し鳥取県では、これまで取水堰の新設が検討されてきた。しかし、取水堰は確実に塩水遡上の影響を回避することができ一方、治水・汽水環境への影響が生じる可能性や、維持管理の負担が非常に大きい等の課題がある。

以上をふまえて、本研究では準三次元塩水遡上数値解析モデルを構築し、由良川における塩水遡上の機構を分析したうえで、最適な対応策を検討した。

2. 準三次元塩水遡上数値解析モデル

準三次元塩水遡上数値解析モデルは、溝山ら²⁾が中海・宍道湖の長期流動シミュレーションに用いたものを適用した。モデルは連続式、運動方程式、拡散方程式および密度の状態方程式で構成される。モデルの概要を表1、図4に示す。精度確認は、近年で最も塩水遡上が大きかった2017年7～8月の再現計算により実施した(図5)。潮位・流況による変化や、弱混合状態で遡上する塩水の挙動を良好に再現できている。

表1 モデルの概要

項目		設定
算定項目		流速・水位・水温・塩分(塩化物イオン)
メッシュ分割	水平	直行曲線座標系 縦断方向: 50m、横断方向: 1~9メッシュ
	鉛直	シグマ・レベル座標系 T.P.-0.5m以上: シグマ座標系(7層) T.P.-0.5m以下: レベル座標系(8層(0.3~5.0m厚))
静水圧近似		水圧は静水圧のみ考慮
密度		水温、塩分による線形和で表現
粘性および拡散項	水平	SGSモデル
	鉛直	成層化関数
その他		「潮位変動(潮汐)」、「上流・支川からの淡水流入」、「風による流動の変化」、「大気との熱交換」を考慮

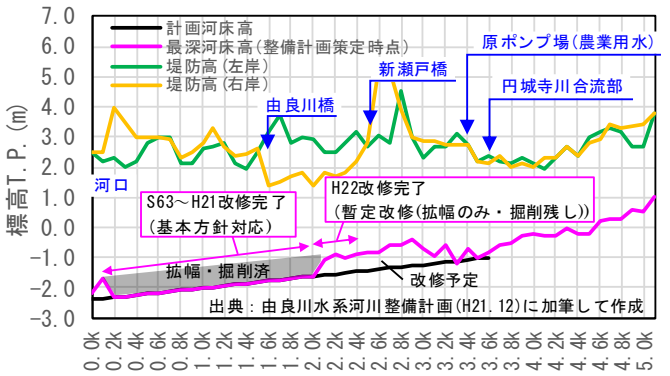


図1 縦断図(河川改修の状況)

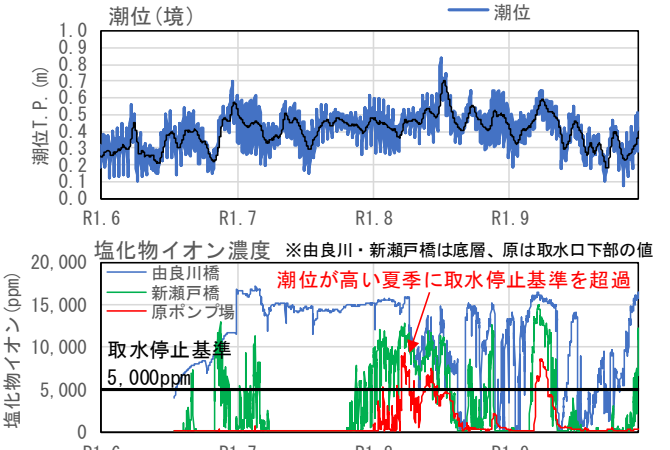


図2 潮位・塩化物イオン濃度の経時変化(R1.6~9)

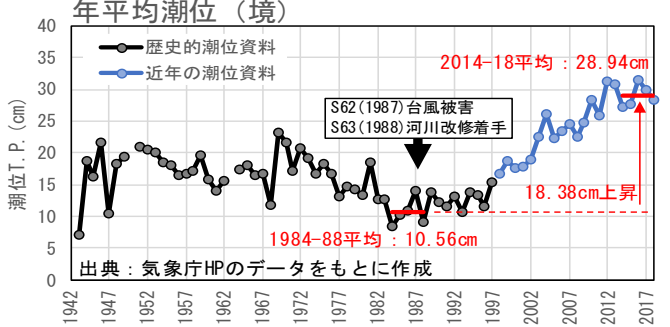


図3 年平均潮位の経年変化(境)

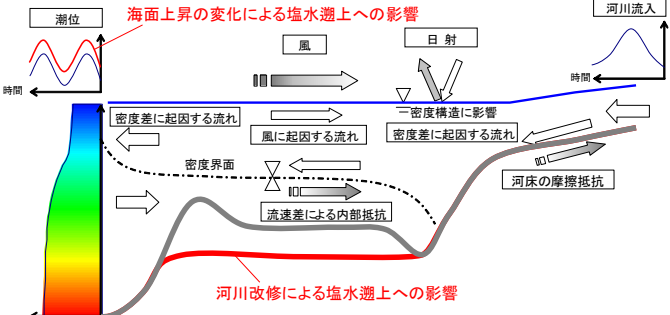


図4 塩水遡上数値解析モデルの概要

キーワード 塩水遡上, 農業用水, 準三次元数値解析, 河川改修, 海面上昇, 表層取水

連絡先 〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町1丁目6-7 (株) 建設技術研究所 大阪本社 TEL 06-6206-5713

3. 結果と考察

(1) 人為由来・自然由来の影響

構築したモデルを用いて、河道条件(改修前、現況河道、整備計画河道、基本方針河道)と潮位条件(過去潮位(現況-18cm)、現況、将来潮位(現況+42cm))を変化させて、原ポンプ場の塩化物イオン濃度が取水停止基準を超過する日数を予測した(図 6)。将来潮位は IPCC SROCC 2019 が RCP2.6 のケースで予測している 2100 年時点の海面上昇量³⁾を用いて設定した。

予測の結果、河道改修(改修前→現況)と海面上昇(過去→現況潮位)の影響は同程度、河道改修(現況→基本方針)と海面上昇(現況→将来)の影響は同程度であることが示された。鳥取県では、この結果をふまえて、河川改修を行う河川管理者と農業関係者が協力して対応策の検討を進めることとしている。

(2) 塩水遡上対応策

現在の由良川における塩水遡上は、図 5 に示すように弱混合状態であり、河川改修後も図 7 に示すように表層には淡水が残存すると予測された。対応策の検討では、従来検討していた取水堰に加え、舞鶴市等で事例のある防潮幕や、ため池、表層取水等の対策案について、効果、費用、その他留意事項を比較評価したが、弱混合状態で表層に淡水が残存する特性をふまえ、表層取水を最適案として選定した。

表層取水は、図 8 に示すようにポンプ場の水路内に表層取水装置を設置するものであり、既存の施設を活用できるため、従来検討していた取水堰よりも大幅にコストを低減することができる。ただし、図 7 に示すように基本方針河道-将来潮位の条件では、取水停止基準を上回る日数が多くなると予測されるため、モニタリングを継続し、影響が生じる場合はさらなる対策を検討する必要がある。

4. まとめ

準三次元塩水遡上数値解析モデルにより由良川の塩水遡上の機構を分析した結果、人為由来と自然由来の寄与が同程度であり、河川管理者と農業関係者が協力して対応することの必要性を示した。また、弱混合で遡上する塩水の特性をふまえて、従来検討していた取水堰よりも大幅にコストを低減できる表層取水装置による対策を検討した。鳥取県では今後、装置の実用性を確認するため、現地実証試験を予定している。

参考文献

- 1) 由良川水系河川整備基本方針・整備計画 <https://www.pref.tottori.lg.jp/47804.htm>
- 2) 溝山勇、大屋敬之、福岡捷二、：連結汽水湖における流動機構と長期流動シミュレーション，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol. 67, No. 3, 101-120, 2011.
- 3) 変化する気候下での海洋・雪氷圏に関する IPCC 特別報告書(海洋・雪氷圏特別報告書；SROCC)，2019.

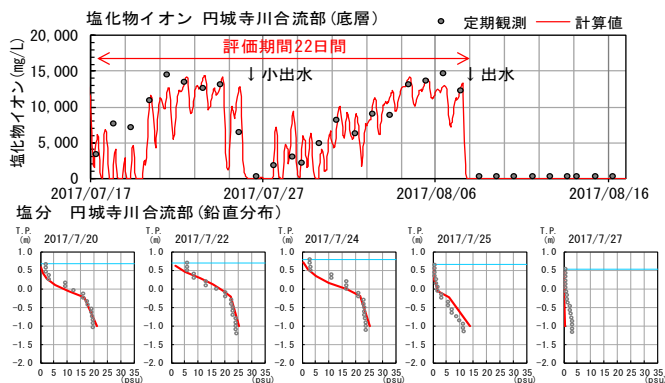


図 5 再現計算結果(円城寺川合流部)

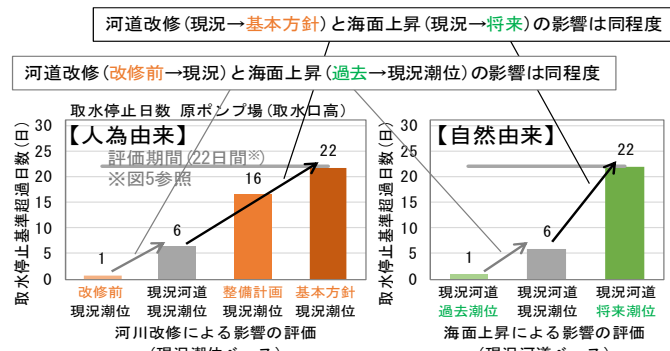


図 6 取水停止日数(人為・自然由来の影響分析)

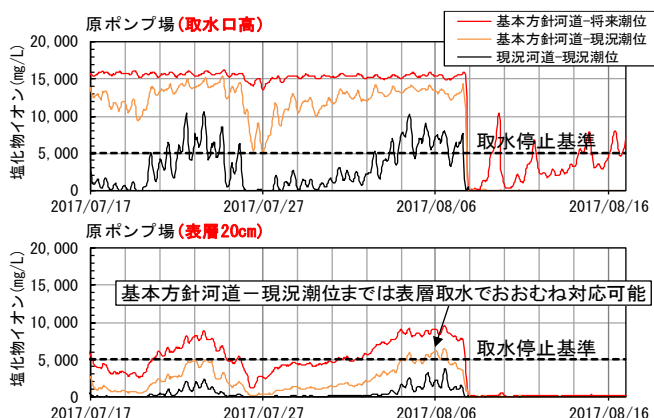


図 7 塩化物イオン予測結果(上：取水口高、下：表層)

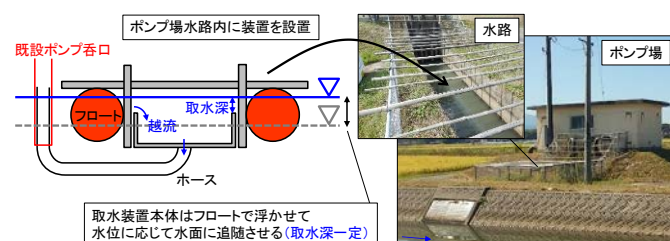


図 8 表層取水装置のイメージ