

百間川河口水門周辺の流況解析に関する基礎的研究

名古屋大学大学院

学生員

○河野 周平

岡山大学大学院

学生員

小川 誠

岡山大学環境理工学部

正会員

前野 詩朗

1. はじめに

旭川河口から約12kmの地点で分派している百間川は岡山城下の洪水被害軽減を目的に、津田永忠が設計・施工し、貞享3年（1686年）に完成させた人工放水路である。現在、水門は内水位（百間川）が外水位（児島湾）より高い時は内水排除のためゲートを全開し、その他の条件では、河川内への塩害防止としてゲートは全閉するという操作を行っている。しかし、旭川から百間川への維持流量が $1\text{m}^3/\text{s}$ と非常に少なく、内水位が外水位を上回することはほとんどない。このため、水門は全閉であることが多く、滞留時間が長くなり、百間川河口域の水質悪化が危惧されている。このように、百間川河口域の水質を良好に保つことは重要な課題となっており、そのための水門操作は必要となる（図-1）。しかし、現在は農業に従事する人が少なくなり百間川の水を農業用水としての利用することが少なくなっているため、今後ゲートを閉め切る必要になることが予測される。そこで、数値解析モデルを用いて人工的に水門の操作することによって百間川河口域に汽水域をつくるためのシミュレーションモデルを構築することを目的として行うものであり、そのための基礎段階として、水門増築前後の水門を再現し、改修前、改修後について百間川河口部の流れと塩分濃度の変化について検討する。

2. モデルの概要

2.1 支配方程式および離散化

解析モデルは一般に公表されている3次元解析可能なMECモデルを用いた。児島湾のような湾内域では、鉛直方向の運動が十分小さいと考えられるため、静水圧近似を適用し、浮力項でのみ密度変化を考えるブシネスク近似を適用した。流れの基礎式以外に、温度、塩分濃度、密度(T, S, ρ)も合わせて解析した。離散化は、直交格子によるものとし、流速成分 u, v, w を格子面で、 T, S, ρ を格子中央で評価するスタガードメッシュを用



児島湾内の線は音響測深を行った軌跡である。各河川および児島湾を取り囲む破線は音響測深等の観測を行った範囲を示している。

図-1 児島湾の地図

いた。それぞれの式の移流項には1次上流差分、粘性・拡散項には中央差分を適用する。時間方向は、 u, v, w に関してはforward-backwardスキームを適用し、水温、塩分にはFTCS (Forward Time Centered Space) スキームを適用した。

2.2 解析条件

解析条件は、旭川流量が $20\text{m}^3/\text{s}$ 、百間川流量が $4\text{m}^3/\text{s}$ 、吉井川流量が $25\text{m}^3/\text{s}$ とした。なお、計算時間は48時間、時間刻みを0.9sとし、非洪水時の場合を想定して計算を行う。初期条件として、水位はT.P. 0m、流速は0m/sを計算領域全体に与えた。温度・塩分に関しては、一般的な鉛直分布を与える。

2.3 水門開閉条件

百間川水門の開閉条件は人工的な水門操作によって汽水域になるようにするために水門を隔てて百間川上流側の水位－児島湾側の水位が0.4m～0.6mの間、または児島湾側の水位－百間川上流側の水位が0.6m～0.9mの間、なおかつ、百間川上流側の水位が-0.4mより高く、児島湾側の水位が-0.9mより高い場合に全開とする。それ以外は全閉とした。

3. 解析結果および考察

図-2は水門周辺における改修前後の流速分布を示している。改修前において、水門から流入した流れにより百間川河口部において二つの渦が発生する様子がわかる。流出時には水門付近に流れが集中し、水門から流出

した流れは、水門南西部にある干潟の東部に集中して流出する。一方、水門増築後の流入時においては、水門付近の流速は低減するものの百間川河口部において改修前と同様な二つの大きな渦が見られる。流出時には水門増築部分からほぼ均等に流れが流出するため、改修前に干潟東部に集中していた流れが分散する様子がわかる。このことより、水門増築により児島湾内の流れは緩やかになり、干潟周辺環境保全にとっては都合良くなることわかる。

図-3 は水門改修前後における水門付近の塩分濃度(psu)を示している。改修前の水門流入時の塩分濃度は百間川に若干高い塩分が入っており、百間川上流までの塩分の侵入が見みられる。改修後の塩分濃度は水門が広くなっているため、水門付近の塩分の流入範囲は拡大するが、百間川上流までの塩分の侵入は減少する。改修前と改修後共に塩分濃度が 20 psu 後半を超える値は百間川に流入していない。次に、水門流出時では、改修前では塩分濃度が低く淡水に近い水は児島湾に流出するもののその範囲は干潟東部に限定されていることがわかる。しかし、改修後は水門が広くなったことにより、百間川からの流出が早くなっているため、改修前に比べての児島湾に濃度の低い淡水に近い水が流出している。

以上のことより、百間川河口部では水門操作により塩水が侵入し、塩分濃度が周期的に変化することが示された。しかし、改修前、改修後共に今回のゲート操作では塩分濃度の変化が激しく汽水域の形成は困難であった。今後は、塩分濃度の変化の幅を小さくするようなゲート操作法を構築するとともに植物プランクトンなどの生態系モデルを

導入して水質の変化予測ができるようなシミュレーションモデルを構築する予定である。

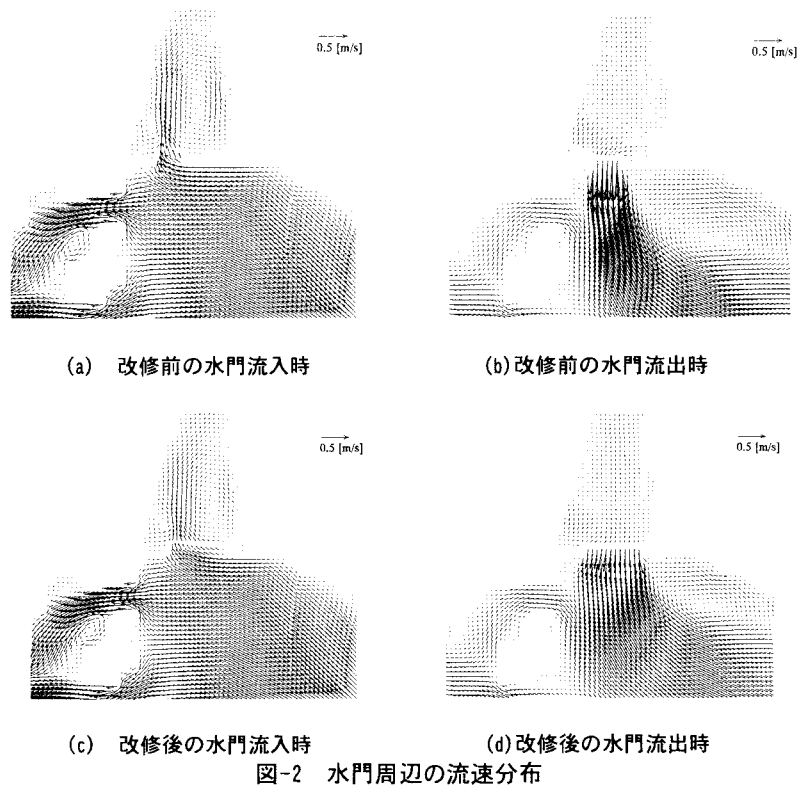


図-2 水門周辺の流速分布

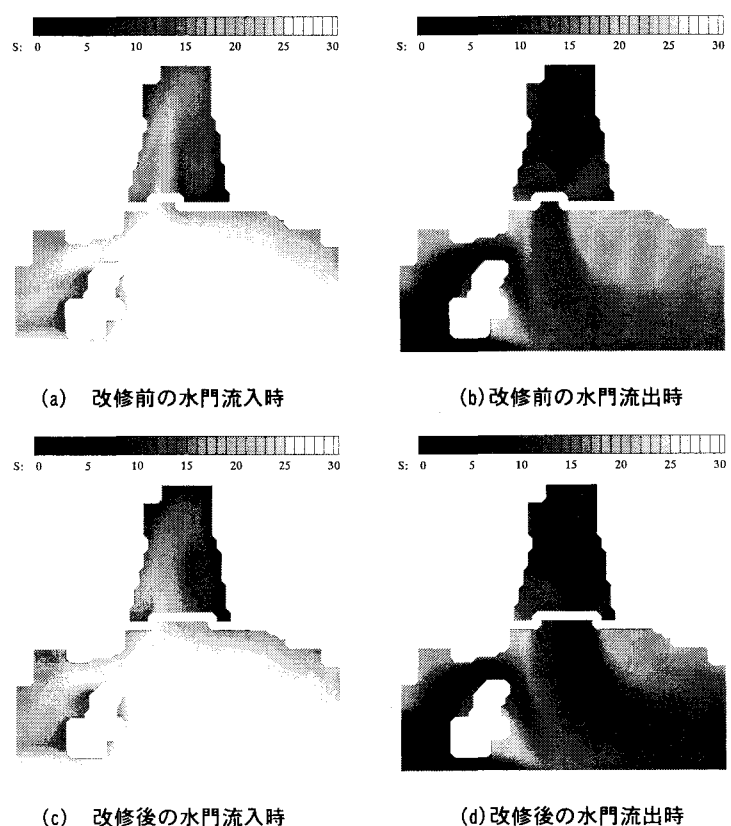


図-3 水門周辺の塩分濃度分布