

有明海の海水交換の時間スケール

山口大学大学院 学○佐藤秀樹

山口大学工学部 正 朝位孝二

山口大学工学部 学 松永真弥

1. 緒論

近年、有明海の海域環境の悪化が社会問題となっており、特に諫早湾の締め切り堤防の影響が種々議論されている。有明海の海域環境を改善するために必要な基本的知識の一つとして有明海の海水交換能力があげられる。実測による海水交換の評価は難しく数値計算で評価することが有効である。本研究は三次元流動モデルを用い締め切り堤防が有明海の海水交換能力に及ぼした影響を検討する。

2. 解析手法及び計算条件

本研究では日本造船学会が開発し公開している三次元流動解析コードである MEC (Marine Environmental Committee Model) ¹⁾を用いて数値解析を行い、諫早湾締め切り堤防が有明海の海水交換能力に及ぼした影響を検討した。支配方程式は静水圧近似およびブシネスク近似を適用した三次元の連続の式と運動方程式、および塩分濃度の輸送方程式である。計算領域は図 1 に示した範囲であり、有明海を中心として 62.5km×91.5km の範囲において地形図を作成し x 方向、y 方向の空間差分間隔を 500m、z 方向は不等格子間隔で 8 層とし、諫早湾締め切り前と締め切り後で、共に潮汐周期は M₂ 潮で 12.42 時間、潮位振幅は 0.89m、差分時間間隔は 5sec で密度効果を考慮して 60 潮汐間計算を行った。1993 年度の有明海に流入する 8 本の 1 級河川の年平均流量を与え諫早湾締め切り前と、諫早湾締め切り後における地形データにより海水交換の時間スケールを求めた。

3. 海域の再現性

海水交換の時間スケールを計算するに当り 3 次元流動モデルとしての再現性の有無を確認する。本研究においては松永ら ²⁾の既往の研究によって構築された有明海の 3 次元流動モデルを用いた。潮位振幅においては口之津・大浦で観測値と計算値の誤差が

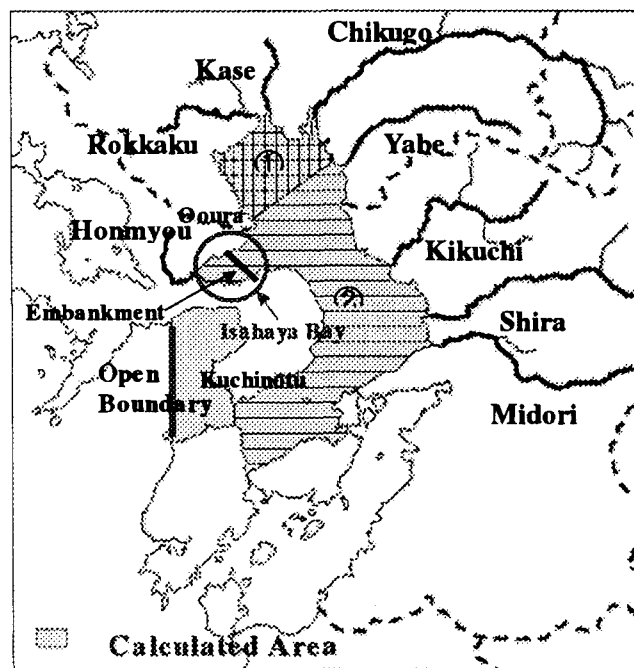


図 1 計算領域

1cm となり、再現性は良いと考えられる。また締め切りの影響による潮位振幅の減少も再現できている。ここでは示していないが潮流についても潮流楕円を作成し比較した結果、再現性が良いことから海水交換の時間スケールを算出するモデルとしては満足できるものである。

4. 解析結果及び考察

粒子移動計算を行う為に、図 1 に示す湾奥①と湾全体②の領域に水平方向、鉛直方向に粒子を配置した。湾奥①については諫早湾締め切り前、締め切り後いずれも配置した粒子数は 64704 個、湾全体②については締め切り前 77380 個、締め切り後 76824 個である。図 2 に粒子移動計算開始から 20 潮汐後の湾奥①に配置した粒子の分布状態を示す。図 2 から明らかに締め切り前と締め切り後について粒子分布の様子が変化している事がわかる。これは松永ら ²⁾の研究が示すように、諫早湾近傍・島原湾沿いの潮流が諫

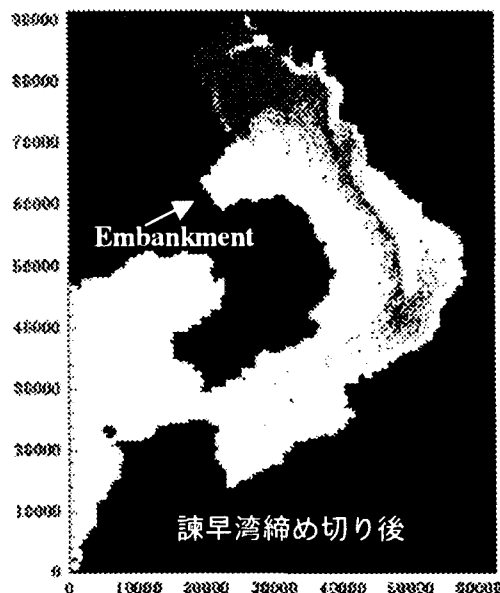
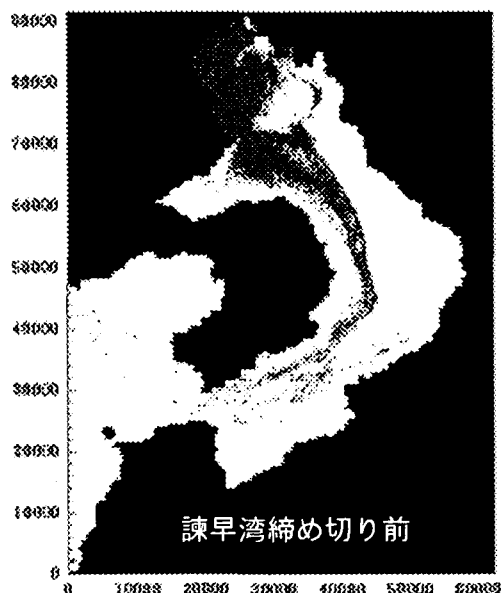


図2 湾奥①に粒子を配置した場合の粒子移動計算結果 (20 潮汐後)

早湾締め切りにより減少した結果、有明海の潮流に伴う物質輸送が島原湾沿いから湾中央付近で顕著に行われるようになったと考えられる。湾全体②に粒子を配置した場合はここでは示していないが、視覚的には大きな差異は確認できなかった。次に海水交換の時間スケールを求める為に粒子残留率 R を求めた。以下に粒子残留率 R の定義式を示す。

$$R = \frac{\text{初期粒子配置領域の残留粒子数}}{\text{初期粒子数}} \times 100 (\%) \cdots (1)$$

すなわち、粒子の初期配置領域から潮汐を重ねるにつれて粒子がどれだけ初期配置領域に残留しているかをパーセンテージで表すものである。次に、ここで得た粒子残留率 R の低減曲線を指数近似し以下の式を導く。

$$R = a \exp^{-bx} \cdots \cdots (2)$$

式(2)の引数 b の逆数 b^{-1} を粒子の初期配置領域滞留時間と定義し、滞留時間を指標として海水交換の時間スケールの検討を行った。滞留時間が短いほど海水交換は良いといえる。図3に締め切り前と締め切り後における湾奥①と湾全体②の粒子滞留時間を示す。図3から湾奥部の海水交換の時間スケールは、諫早湾締め切り前がおよそ28日間、締め切り後がおよそ49日間であった。有明海全体では、締め切り前がおよそ53日間、締め切り後が46日間である。

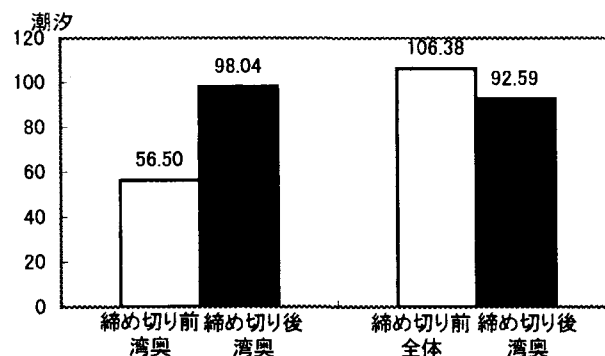


図3 海水交換の時間スケール (粒子滞留時間)

5. 結論

締め切り後において湾奥では諫早湾周辺の流速が減少した事により海水交換時間が増加したと考えられる。有明海全体においては、締め切り後が締め切り前に比べ海水交換時間が短い。柳・阿部ら³⁾は有明海の塩分分布と河川流量の解析から、潮位振幅の減少により河口循環流が強化され海水交換は良くなっていることを示している。諫早湾の締め切りは、有明海全体の海水交換を促進し、局所的には停滞を引き起こしていると思われる。

参考文献

- 1) <http://mee.k.u-tokyo.ac.jp/mec/model/>
- 2) 柳 哲雄、阿部良平：有明海の塩分と河川流量から見た海水交換の経年変動、海の研究、第12巻第3号、pp.269-275、2003
- 3) 佐藤秀樹、朝位孝二、松永真弥：有明海の流動について、土木学会中国支部研究発表会、2004