

準 3 次元流動モデルと現地観測に基づく有明海の流動特性に関する考察

佐賀大学大学院 学生会員 ○酒見 諭
佐賀大学理工学部 正会員 大串 浩一郎

1. はじめに

有明海は、我が国最大の潮位差をもつ半閉鎖性内湾で、水産資源の宝庫としても知られている。しかし、近年、大規模な赤潮発生、貝類をはじめとする漁獲高の減少や海苔の不作などの環境問題が顕著になってきている。その原因解明のため、有明海の水質・流動特性を把握することは大変重要である。

そこで、本研究では、準 3 次元流動モデルを用いて有明海の潮流数値シミュレーションを行い、『有明プロジェクトⅡ』の観測結果との比較検討を行い有明海の流動特性に関する考察を行った。

2. 研究方法

2. 1 潮流数値シミュレーション

本研究では、準 3 次元流動モデルである ODEM を用いて有明海の潮流数値シミュレーションを行った。シミュレーションに用いた基礎式は以下の式(1)～(4)である。式(1)は連続の式、式(2), (3), (4)はそれぞれ x , y , z 方向の運動方程式を表す。

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} = 0 \cdots (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + W \frac{\partial U}{\partial z} = fV - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + A_H \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial U}{\partial y} \right) \right] + A_V \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial U}{\partial z} \right) \cdots (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + W \frac{\partial V}{\partial z} = -fU - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + A_H \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial V}{\partial y} \right) \right] + A_V \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial V}{\partial z} \right) \cdots (3)$$

$$0 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} - g \cdots (4)$$

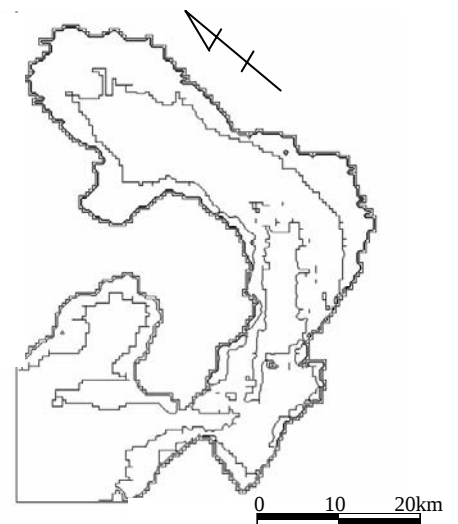


図 - 1 シミュレーション領域

ここで、 U , V , W は流速成分、 ρ は海水の標準密度、 A_H , A_V は水平および鉛直方向渦動粘性係数、 f はコリオリパラメーターである。

図 - 1 に有明海数値シミュレーション領域を示す。数値シミュレーションでは、シミュレーション領域を 500m 格子に切り、差分時間を 30s とした。深さ方向の層数は最上段から順に 4m×4 層、5m×1 層、6m×1 層、10m×4 層とした。また、境界周辺の検潮所(富岡・樺島・網場・崎津)における潮位の実測値と潮汐調和定数より開境界の境界条件を与えた。計算期間は、2003 年 7 月の 1 ヶ月間とした。

2. 2 現地観測(有明プロジェクトⅡ)

『有明プロジェクトⅡ』は、9 大学が共同して島原ー熊本ライン以北の有明海に注目し、①ADCP による流動観測、②STD による水質観測を同時に行ったものである。観測日は、2003 年 7 月 20 日である。第 1 回観測(6:00～8:00, 干潮), 第 2 回観測(9:00～11:00), 第 3 回観測(12:00～14:00, 満潮), 第 4 回観測(15:00～17:00), 第 5 回観測(18:00～20:00)であった。

3. 結果と考察

3. 1 現地観測とシミュレーション結果の比較

図 - 2, 3 に上げ潮最強時(第 2 回観測)と下げ潮最強時(第 4 回観測)の水深平均の流速絶対値に関する現地

観測結果と数値シミュレーション結果の比較を示す。なお、比較を行った地点図を図-4に示す。この地点は、上述の『有明プロジェクトⅡ』において①の観測を行った観測線から2~4地点を選んだものである。これらの図より、上げ潮最強時では地点12以外は観測結果とほぼ近い値を示していることが分かる。下げ潮最強時には全体的にシミュレーション結果が小さい値を示している。計算結果が観測結果よりも小さい値となった理由としては、数値シミュレーションで干潟域を考慮していないためと思われる。今後は干潟域を考慮した、より精度の高いシミュレーションを行う必要がある。

3. 2 流動構造について

図-2, 3の観測結果を見てみると地点12及び16では流速が大きな値を示しており、島原半島沿岸域では強い流れを形成している。計算格子幅500mでは地点12の流速の再現が難しいと考えられる。

図-5に上げ潮最強時の流速分布のシミュレーション結果を示す。この図より、有明海湾中央部では東側より西側の流速が大きくなっていることが分かる。また、下げ潮時でも同様の結果が見られたが、地点9と10は上げ潮、下げ潮で流速の大きさが逆転していることが興味深い。

4. まとめ

本研究では、準3次元流動モデルを用いて2003年7月における有明海の潮流数値シミュレーションを行い、2003年7月20日に実施された『有明プロジェクトⅡ』の観測結果との比較検討を行った。有明海では島原半島に沿って強い流れを形成していることがわかった。しかし、今回の数値シミュレーションでは有明海の流れを完全には再現できてはいない。今後は、干潟域並びに格子幅を工夫した潮流数値シミュレーションを行う予定である。

参考文献

小松利光ら：北部有明海における流動・成層構造の大規模現地観測，海岸工学論文集，第51巻，pp341-345，2004。

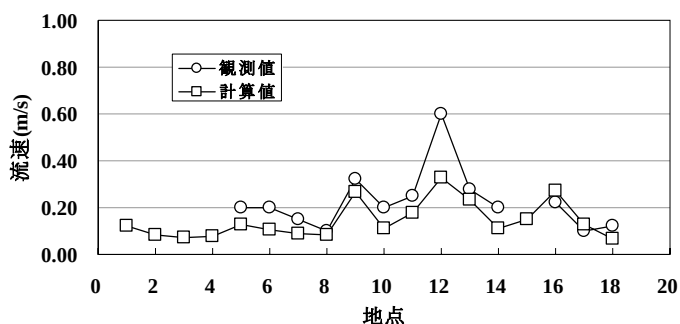


図-2 水深平均流速の比較(上げ潮最強時)

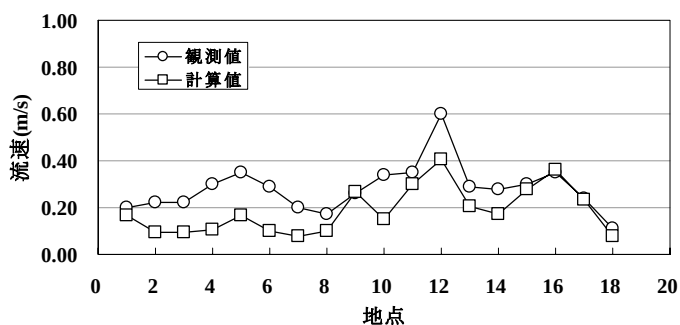


図-3 水深平均流速の比較(下げ潮最強時)

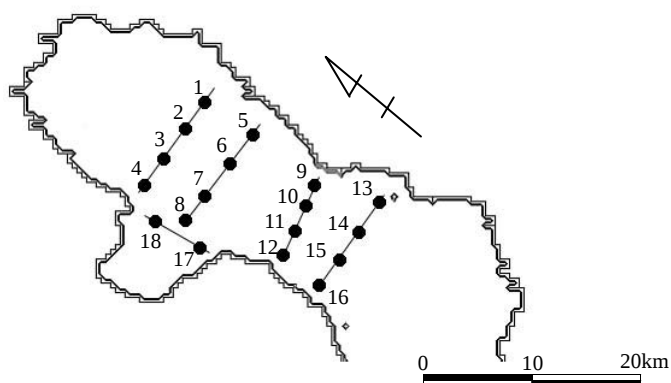


図-4 流速比較地点図

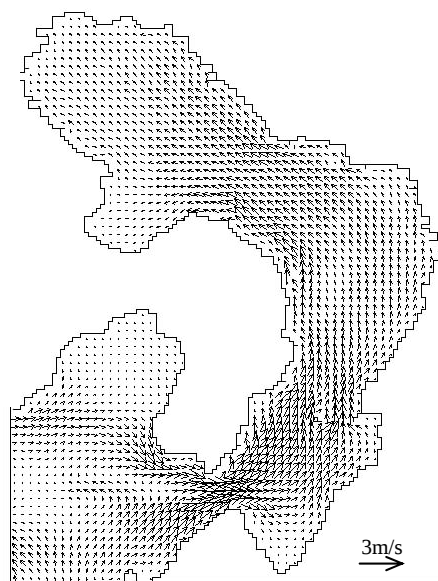


図-5 上げ潮最強時流速ベクトル図