

σ座標系 3次元流動モデルの有明海への適用に関する研究

| | | |
|-------------------|------|-------|
| 熊本大学工学部環境システム工学科 | 学生会員 | ○渡邊 枢 |
| 熊本大学沿岸域環境科学教育センター | 正会員 | 滝川 清 |
| 有限会社 独立総合研究所 | 正会員 | 青山 千春 |
| 熊本大学工学部環境システム工学科 | 正会員 | 田中 健路 |

1. はじめに

有明海は国内でも最大規模の潮汐を持ち、それにより干潮時には広大な干潟を生成するという特異的な海域環境を形成している内湾である。大きな潮汐がもたらす強い潮流により、底泥が移動し堆積が少なく、水質の汚濁物質を凝集・沈殿させる浮遊粘土の効果もあって、閉鎖性の水域にも関わらず安定した環境を維持してきた。

しかし近年、有明海では水質の悪化、漁獲量の減少など様々な環境の変化が顕著に見られるようになってきた。

これらの環境の変化には様々な要因が考えられるが、その環境の変化における決定的な原因というものは未だ完全には解明されていない。

今回は、海域環境を支配する大きな要因の1つである潮汐特性に着目した。

過去の浅海域での流動場の数値解析では、長波近似による平面2次元解析が通例であった。しかし、実際の海域では、干潟などの地形の影響、大きな潮汐差による潮流の影響、吹送流に伴う勇昇流や河川流入によって、3次元的な流況が形成されている。また、現地観測の結果から、有明海域においても水温や塩分濃度の差異による成層化した水域が存在することが明らかになっており、今後起こりうる赤潮などの問題の対策や予測を行っていくためには、密度場を考慮した3次元的な流動場の解明が重要となってくる。

本研究では TOM を用い、有明海域の流動場を把握することを目的とし、その精度検証の手段として、実現象及び過去に行われた数値解析の結果と比較を行っていく。

2. 3次元潮流解析モデル

2.1 σ座標系 3次元流動モデル

昨年度、当研究では、鉛直方向に曲線座標系を導

入し、分割層数が均等なσ座標モデルを用いた潮流モデル‘POM(Princeton Ocean Model)’を有明海域へ適用した。有明海域の潮流解析を行う場合、浅海域で干潟の干出を考慮した汀線の移動による移動境界の取り扱いが必要になってくるが、σ座標モデルではその再現が困難であった。また、温度や塩分濃度の分布による密度差を考慮した解析を行う場合、等密度面が傾斜し、見かけ上、水平の移流拡散が生じてしまう問題が生じた。

そこで今回は POM と MOM(Modular Ocean Model)の嫡子である TOM(Tidal Ocean Model)を用い、有明海域において潮流解析を行った。TOM はオプション機能として干潟の考慮などを容易に行えるため、昨年度の問題点を改善できると考えたためである。

2.2 TOM の概要

本研究で使用する TOM は POM を母体とし、それに MOM の UNIX WORKSTATION 機能をフルに活用したものである。したがって、その基本的な性質というものはほとんどが POM に準じている。すなわち、TOM の基礎式も以下に示す、連続式(1)、運動方程式(2)、拡散方程式(3)となる。

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

$$\rho \frac{\partial u_i}{\partial t} + \rho u_i \frac{\partial u_i}{\partial x_i} = - \frac{\partial p}{\partial x_i} - \rho g \delta_{3i} + \frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} + u \frac{\partial \Theta}{\partial x} + v \frac{\partial \Theta}{\partial y} + w \frac{\partial \Theta}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_H \frac{\partial \Theta}{\partial z} \right) + F_\Theta \quad (3)$$

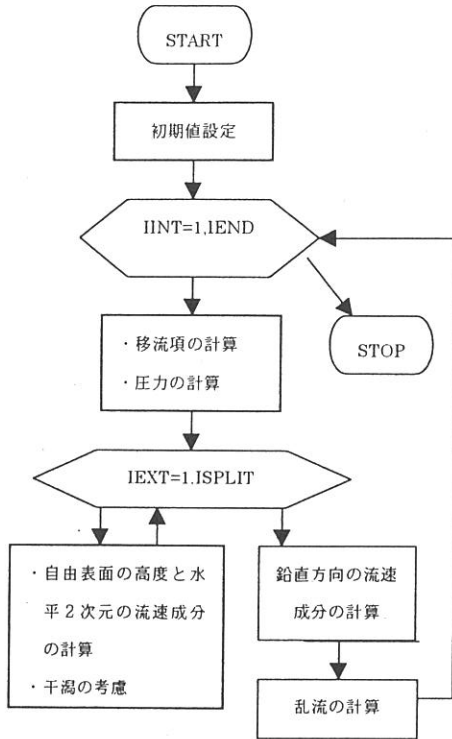
また、鉛直方向の座標においては

$$\sigma = \frac{z - \eta}{H + \eta} \quad (4)$$

を用いて、σ座標系への変換を行った。

さらに TOM では使用する領域によって、干潟の有無、河川流入の有無、開境界の設定(X,Y 方向)な

どの様なオプションを付けることも可能である。
また、以下に TOM の解析の手順を示す。(図・1)

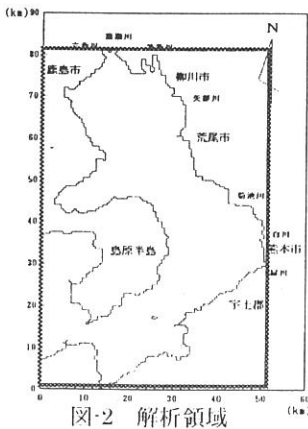


図・1 TOM の解析手順

3. 有明海への適用について

3.1 解析領域

今回解析を行う有明海域は図・2に示すようにX方向に51km、Y方向に81kmの領域で、メッシュ幅は500mで設定した。



図・2 解析領域

3.2 シミュレーション

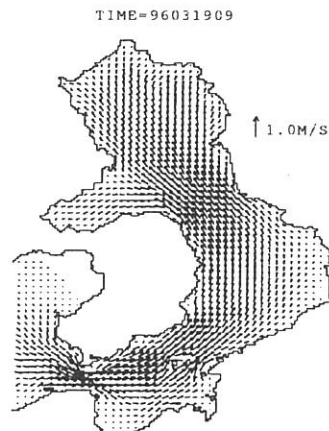
2.2.項に示した解析手順に沿って、解析領域にお

いて計算を行っていく。今回は計算の簡略化のため、干潟の生成、X方向の開境界の設定のみを考え、河川流入及び、八代海等のY方向の開境界は無視して考えた。

4. 解析結果

TOM を用いた解析結果を図・3 に示した。この図・3は解析領域の2次元における流速分布を表している。この図より、有明海中央部においては島原側の方が熊本側よりも流速が大きくなっていることがわかる。これは当研究の過去の結果にも見られるものである。

また、昨年度、POM で問題となっていた移動境界域における移流拡散も見られないことがわかる。その他の結果、詳細に関しては講演時に発表する。



図・3 TOM による平面流速分布

〈参考文献〉

- ・ H.Hukuda J.H.Yoon and T.Yoon and T.Yamagata (1993) : A Tidal Simulation of Ariake Bay – A Tideland Model
- ・ 松尾貴史(2002) : σ 座標系を用いた3次元流動モデルの浅海域への適用に関する研究 平成13年度熊本大学修士論文
- ・ 田中昌弘、Guus S.Stelling、Arjen Markus : 東京湾の残差流のシミュレーションとそれが水質解析に及ぼす影響について、海岸工学論文集、Vol.43、No.2、pp.1121-1125、1996