

干潟を有する閉鎖性海域における $\sigma$ 座標系3次元流動解析

熊本大学自然科学研究科  
 熊本大学沿岸域環境科学教育センター  
 有限会社 独立総合研究所  
 熊本大学工学部環境システム工学科

学生会員 ○渡邊 枢  
 正会員 滝川 清  
 正会員 青山 千春  
 正会員 田中 健路

1. はじめに

過去の浅海域における流動場の数値解析は、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、干潟などの地形変動による影響、大きな潮汐差による潮流の影響、吹送流に伴う湧昇流や河川流入によって、3次元的な流況が形成されており、近年では平面2次元解析に加え、3次元流動解析も頻繁に行われるようになってきた。

$\sigma$ 座標系数値モデルは、複雑地形を伴う3次元流動解析を行う上で有効性の高いモデルとして注目されている。ところが、演算に水深の逆数が関与するため、水平方向の移動境界処理など、干潟域のプロセスを再現するための重大な課題が残っていた。

そこで本研究では、干潟を有する閉鎖性海域における流動場を把握することを目的とし、 $\sigma$ 座標系3次元流動モデルPOM(Princeton Ocean Model)に移動境界処理を組み込むことを試みた。また、干潟を有する閉鎖性海域である有明海にそのモデル適用し、その解析結果の検討を行った。

2. POMを用いた干潟域の数値計算

2.1 プログラム概略

今回使用したプログラムはPOM2kというプログラムで、それに干潟考慮のための改良を加えた。主な改良点として、既存プログラムにおけるメイン計算でループごとに陸地、海域の判断をさせるようにした。それによって、水深がある値以下になった際に、陸地であると再設定するようになった。

2.2 解析領域

今回、干潟域を有する海域の数値計算を行うために図-1、図-2に示す矩形湾において数値計算を行った。計算領域は5×5(km)で、格子間隔は100m、鉛直方向の分割数は5と設定した。水深は開境界を10m、湾奥部(開境界から4km以上の領域)を2mとし、その

他の領域は、開境界部から湾奥部に向かって1/500の緩勾配傾斜を与えた。干潟の設定は水深が0.2m以下になった場合に干潟(陸地)であると判断するように設定した。境界条件は開境界から振幅

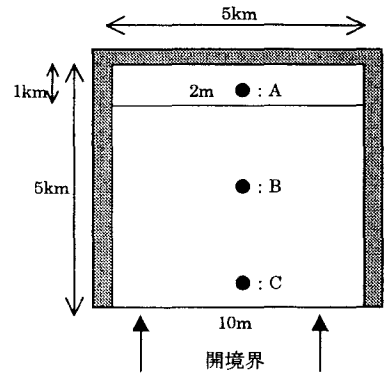


図-1 矩形湾計算領域(平面図)

幅 2.5m、周期 12 時間の波を与え、水位の変動によって湾奥部で干潟が形成されるようにした。

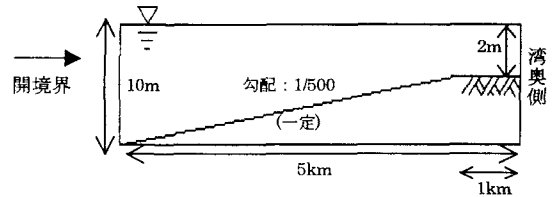


図-2 矩形湾計算領域(断面図)

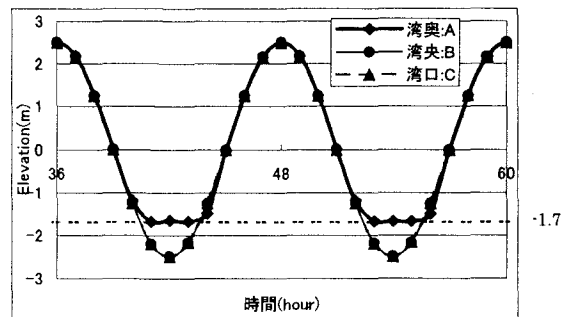


図-3 矩形湾水位変動図

2.3 矩形湾計算結果及び考察

計算開始後、36~60 時間後の湾奥(図-1、A)、湾中央(図-1:B)、湾口(図-1:C)における水位変動を図-3に示す。

図-3を見ると、湾口部、湾奥部では境界条件である2.5mの水位変動が生じているのに対し、湾奥部では水位の下降が約1.7m(水深約0.3m)にとどまり、上げ潮と共に再び水位が上昇している。本プログラムで設定したしきい値(0.2m)と比べてやや大きい値ではあるが、水深のしきい値により、水域・非水域の制御をすることにより、干潟息の干出・水没を考慮した計算が可能であることが本計算によって検証できた

### 3. 有明海への適用について

#### 3.1 解析領域

解析領域は図-4に示す有明海域で、X方向に70.4km、Y方向に90.4km、メッシュ幅は800mと設定した。また、鉛直方向には6層に分割した。境界条件は領域の左側から振幅2.0m、周期12時間の波を与えた。干潟

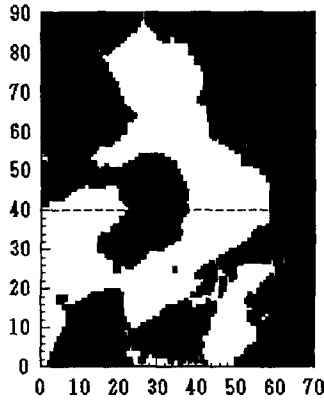


図-4 有明海計算領域

の考慮に関しては、潮汐による水位変動で水深が0.2m以下になった場合、その地点を干潟(陸地)であると判断するように設定した。

#### 3.2 計算結果及び考察

図-5は6潮汐目干潮時の湾中央部における2次元流速及び水位変動を表している。

図-5を見ると、湾中央部ではほぼ全域で約2mの水位の下降が見られる。しかし、干潟が生成される熊本新港周辺(円で囲んだ部分)では水位の下降が約0.2mで止まり、それ以上は水位が変化していないことがわかる。これは干潟生成後には水位の変動が止まり、下げ潮時にはそれ以上水位が変化していないことを表している。これより、今回改良したプログラムによって、干潟の生成をうまく処理できた潮流解析が行われていると考えられる。

図-6は6潮汐目下げ潮最大時、Y=40km断面における島原-熊本間の流速を表している。また、ここでは鉛直流を確認しやすいように鉛直流速を1000倍にして表している。

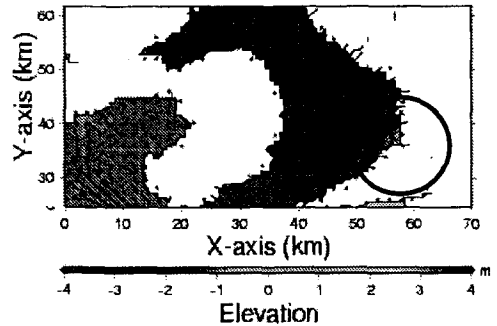


図-5 6潮汐目干潮時の水位・流速分布

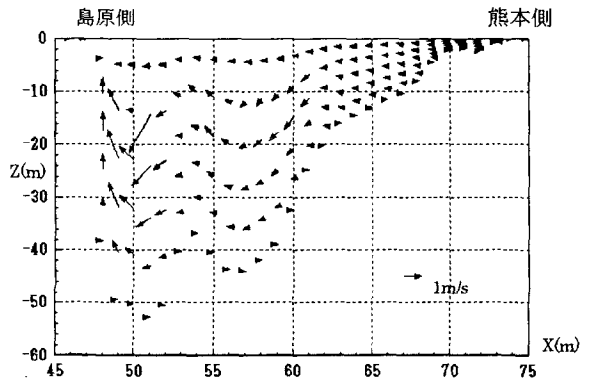


図-6 鉛直断面流速分布図

図-6より、数値解析の結果では微小ではあるものの鉛直方向の流れが発生していることが確認された。また、鉛直流は水深に関係しており、下げ潮時には水深の大きい方向に沈み込む流れが発生していることも確認できる。鉛直流の大きさに着目すると、水平流速の大きい島原側の方が、熊本側に比べて大きな鉛直流が発生していることも確認できる。このような鉛直流は干潮時、上潮最大時、満潮時において、微小ではあるもののいずれの場合も確認できた。

### 4. まとめ

$\sigma$ 座標系3次元流動モデルに干潟の干出・水没過程の導入を図り、有明海域への適用が可能となった。

今後、計算領域を拡張し、外部域との相互作用について検討を進めていく。

#### <参考文献>

George L. Mellor : USERS GUIDE for A THREE-DIMENSIONAL, PRIMITIVE EQUATION, NUMERICAL OCEAN MODEL, 1998.