

第 部門 干潟域を含む流動・水質シミュレーション

大阪大学工学部

大阪大学大学院

大阪大学大学院

学生員 ○橋本 基

正会員 西田 修三

正会員 入江 政安

1. はじめに

近年、海域の流動・水質の現状把握や大規模事業にともなう環境変化の影響評価の手段のひとつとして、数値シミュレーションが多く用いられている。有明海においても、諫早湾干拓事業などの大規模事業にともない、様々な問題が表面化しはじめたことを端緒に、種々のモデルによる流動や水質の数値シミュレーションが行われるようになった。しかしながら有明海のように大きな干満差と広大な干潟域が存在する海域では、既存のモデルによるシミュレーションでは流動・水質ともに精度の高い再現は困難であった。そのため、汀線の移動が扱えるような流動モデルがいくつか構築され、流動についてはある程度の再現性が確認されたが、そのような流動モデルに水質モデルを組み込んだ例はほとんどみられない。そこで本研究では、干潟域を計算できるように拡張された¹⁾3次元流動モデル(POM)に水質モデルを組み込み、干潟域を含む流動・水質シミュレーションモデルを構築し、単純な地形においてそのモデルの検証を行う。

2. 水質モデルの組み込み

組み込んだ水質モデルを図-1に示す。拡張されたPOMでは、全水深がある基準値 ε より小さくなった時点で陸域部になったと判断している。また、水質計算においては、陸域部では濃度を0として計算を進めている。したがって、ある領域が ε 以下の水深 ε_1 となった際、そこには水深 ε_1 が存在するにもかかわらず計算上は陸域と判断され、 ε_1 の水中に含まれていたはずの物質量は0となってしまう。当然ながら有明海のように干出する領域が広い場合、これを無視することはできない。そこで、干出する際にそのメッシュの各物質の濃度を保存しておき、再び冠水するときに保存しておいた値を与えることとする。

現実には干潟域では干出している間にも生物活動などが活発におこなわれており、取り残されている水中の物質濃度も変化しつづけている。しかしながら、干出中に生じている現象の定量的な評価はいまだ十分になされていないため、本研究では干出前の値を冠水時にそのまま与えるものとした。

3. モデル地形への適用

モデル地形を図-2に示す。計算領域は $8\text{km} \times 4.5\text{km}$ で水平格子は $500\text{m} \times 500\text{m}$ とし、鉛直方向には10層に分割した。沖側境界で振幅1.5m、周期12.5時間の潮位振動を与え、80日間の計算を行った。また、初期密度場および初期水質は一定値を与えた。

図-3に計算結果の一例として80日後の満潮時および干潮時のCODの分布を示す。モデル地形1では干潮時に干出が起こっており、干出・冠水を繰り返す領域でも水質計算が問題なく行われて

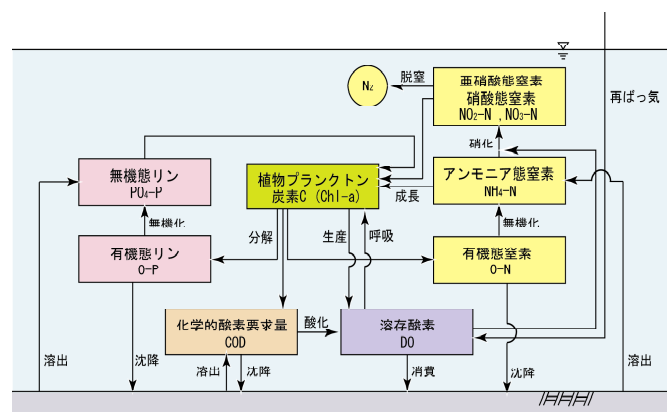


図-1 水質モデル

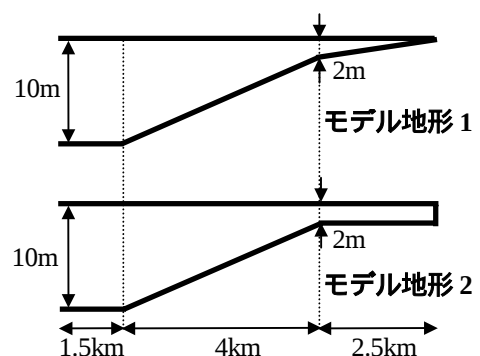


図-2 モデル地形

Motoi HASHIMOTO, Masayasu IRIE and Shuzo NISHIDA

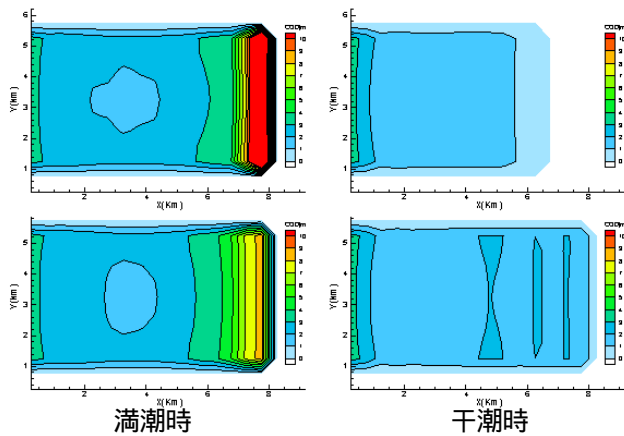


図 - 3 計算結果 (COD・底層)

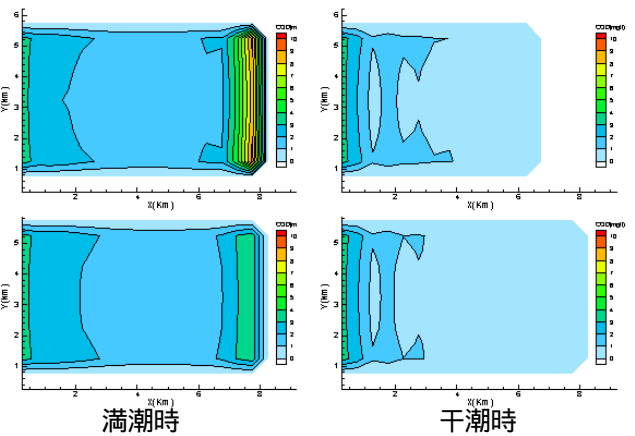


図 - 4 補正計算結果 (COD・底層)

いることが確認できる．どちらの地形においても満潮時に汀線付近で高い濃度となっているが，これは底泥からの溶出速度を温度のみに依存した形で与えているため，水深が浅い領域では底泥からの溶出に比して水柱の体積が小さくなるのが原因であると考えられる．モデル地形 1 で特に高い濃度となっているのは，より水深が浅いためであると考えられる．同じく底泥からの溶出を考慮しているアンモニア態窒素や無機態リンでも同様の傾向が見られた．また，底泥による消費を考慮している溶存酸素 (DO) では浅い海域において低い濃度となり，汀線付近では無酸素状態となっていたが，これも底泥による消費に対する水柱の体積の減少が原因と考えられる．実現象を再現するためには底泥からの溶出速度の与え方を改善する必要がある．クロロフィル a 濃度も汀線付近で高くなっていたが，これは濃度の高い栄養塩を利用し，日射量の多い浅瀬で植物プランクトンが増殖したためと考えられる．

4. 底泥の溶出・消費速度の補正

COD・アンモニア態窒素・無機態リンの底泥からの溶出速度および DO の底泥による消費速度に，直上水の核物質の濃度による補正を加える．溶出速度については底層における直上水の濃度が高いほど溶出速度を小さく，酸素消費速度については濃度が低いほど消費速度が小さくなるようにした．補正した計算結果 (COD) を図 - 4 に，また，DO の補正なしとありの計算結果の比較を図 - 5 に示す．COD は補正なしの結果と比べて全体的に濃度が低くなったが，特に汀線付近において大きく濃度の低下がみられることが分かる．これはアンモニア態窒素や無機態リンでも同様であった．DO については補正前には無酸素状態であった浅海域において補正後には DO 濃度が高くなったことが分かり，モデル地形 1 の汀線付近で DO 濃度が特に高くなることが確認された．

5. まとめ

本研究では汀線の移動をとまなう計算が可能な流動モデルに水質モデルを組み込んだ．単純なモデル地形で検証計算を行った結果，干出・冠水を繰り返すような領域においても水質の計算が問題なく行われることを確認した．また，底泥からの溶出速度および底泥による酸素消費速度に各物質の底層の濃度依存による補正を加えることにより，計算結果が干潟域で無酸素状態となることや，COD および栄養塩類が異常に高濃度となることを防ぎ，より現実に近い計算が行えるようになった．今後，水質パラメタの最適化をはかり，実水域への適用を考えている．

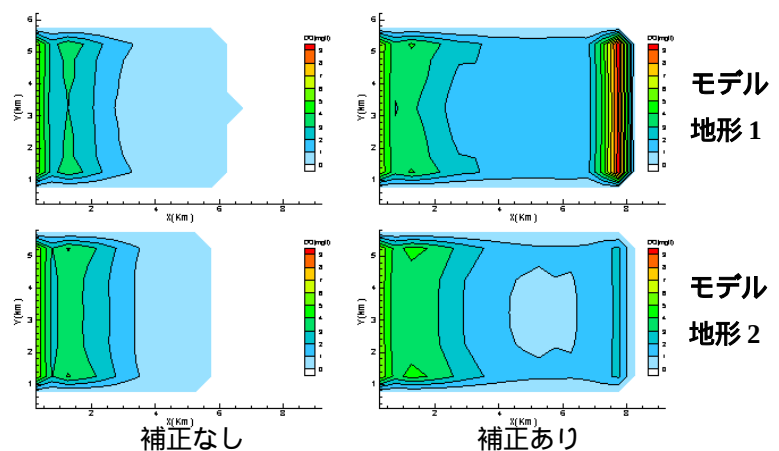


図 - 5 計算結果比較 (DO・底層・満潮時)

参考文献：1) 海江田洋平：干潟を考慮した有明海の流動解析，関西支部年次学術講演会，2004．