

3次元流動・生態系結合モデル COHERENS の有用性に関する一検討

名古屋大学工学部 学生会員 ○ 鈴木 一輝
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 川崎 浩司
 名古屋大学大学院工学研究科 金 昌勲
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 水谷 法美

1. はじめに

貧酸素水塊, 赤潮, 青潮などといった海域環境問題の予測・対策の手段として, 数値シミュレーションは不可欠な手段である. 数値シミュレーションで用いられる海洋モデルは, これまで多くの研究者によって開発がなされている. 例えば, σ 座標系を用いた海洋モデル POM (Princeton Ocean Model) や多重 σ 座標系を用いた CCM (Coastal ocean Current Model) などがある. 1990年代のヨーロッパにおいては, MASTプロジェクトの一環として COHERENS (COupled Hydrodynamical Ecological model for REgionAl Shelf seas) が開発された. 同モデルは, 流動モデルと生態系モデルが結合されており, 用途に応じて水質計算も流動計算と同時に行うことができるという利点をもつ. 本研究では, 伊勢湾における水質計算を行う前段階として, 3次元流動・生態系結合モデル COHERENS を用い, 秋季の伊勢湾における流動・密度場の再現計算を行う. そして, 観測値との比較により, 同モデルの妥当性・有用性を検証することを目的とする.

2. 3次元流動・水質結合モデル COHERENS

COHERENS は, 沿岸海域を対象とした3次元多目的計算モデルである (Luyten et al., 1999). 同モデルの最大の特徴は, 流動場の計算だけでなく, 物質輸送計算および水質計算についても同時に計算することができるという点である. 基礎方程式は, x, y, z 方向の運動方程式, 連続式, 水温と塩分の移流拡散方程式の6つの式によって構成されている. 座標系には極座標系, 鉛直座標系に σ 座標系を, 計算格子には Arakawa-C型スタガード格子を用いている. 運動方程式の移流項を解く際には, TVD (the Total Variation Diminishing) スキームを採用している. TVD スキームとは, 不連続点付近で発生する数値振動により2次精度以上の解を得ることができないことを回避するために不連続点付近で1次精度の差分を用い, その他は高次精度以上で近似することで, 全体として高次精度を維持するという考え方である. 本モデルでは, 1次精度の差分には風上法を用い, 水平方向に the Lax-Wendroff 法, 水深方向に中央差分法を用いている. 計算手法としては, mode-splitting 手法を用いて2次元と3次元の計算を分けて計算を行うことで計算効率を高めている.

3. 計算条件

夏季の強成層の状態から冬季の非成層期へ移行する期間である秋季の伊勢湾の計算を行った. 計算期間は, 2001年9月15日~22日, 計算領域は図-1に示す通りとした. 水平解像度は30秒 \times 30秒, 水平格子数97 \times 95とした. 鉛直層数は20層とした. 海洋場の初期値は, 中部国際空港株式会社・愛知県企業庁による水温・塩分の観測データに基づき作成した. また, 日本周辺潮汐モデル NAO99jb による潮汐の位相と偏差を, 開境界条件として課した. 河川の境界値には国土交通省中部地方整備局による主要10河川の毎時流量データを与えた. 海面境界条件は, 名古屋, 東海, 南知多, 岡崎, 蒲郡, 豊橋, 伊良湖, 桑名, 四日市, 亀山, 津, 小俣, 鳥羽, 南伊勢, MT局の気象観測所で得られたデータをクレスマン補間によって空間補間した風速, 日射, 降水量, 湿度, 雲量を与えた.

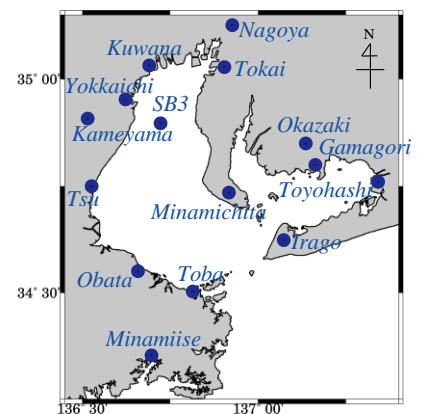
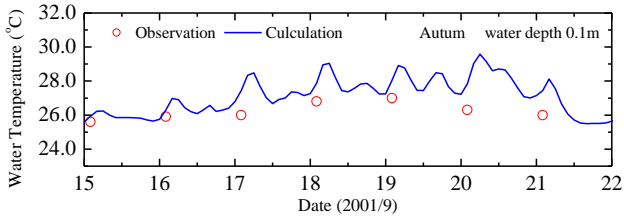


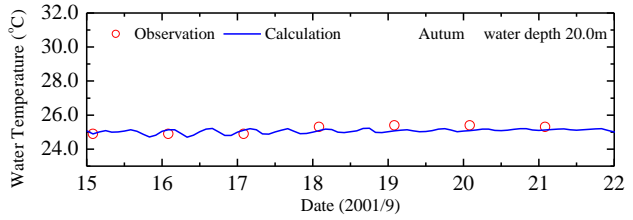
図1 計算領域及び気象観測点

4. 計算結果および考察

COHERENS の妥当性・有用性を示すため, 計算精度の検証を行う. 湾奥部の観測点 SB3 (図1参照) における水温の観測値と計算値の比較を図-2に示す. 表層の水深0.1m地点をみると, 計算値は観測値を若干過大評価しているが, 気温・日射といった1日周期の気象場からの影響を反映した変動をしており, 概ね再現できて

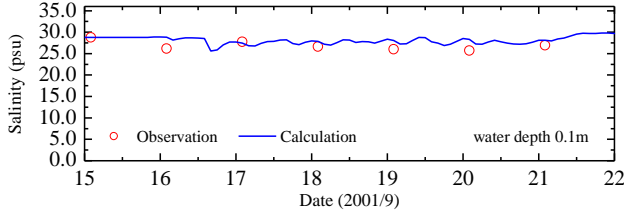


(a)表層 (0.1m)

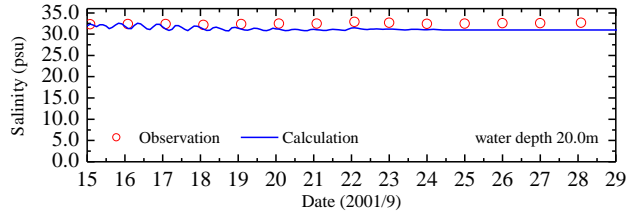


(b)底層 (20.0m)

図-2 SB3における水温の観測値と計算値

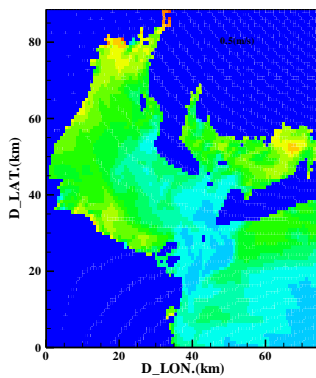


(a)表層 (0.1m)

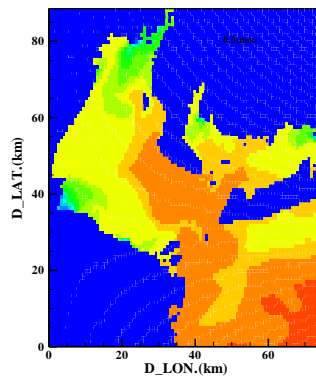


(b)底層 (20.0m)

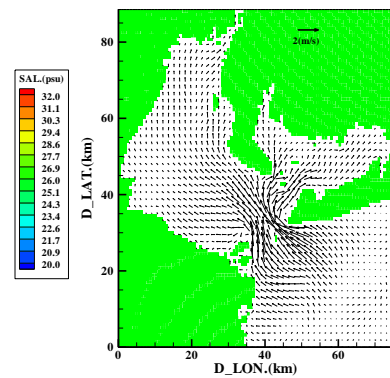
図-3 SB3における塩分の観測値と計算値



(a)水温分布



(b)塩分分布



(c)流速分布

図-4 19日11時における表層の水温・塩分・流速分布

いるといえる。図-2(b)に示す底層では、ほぼ一定の値ではあるものの、精度よく計算されていることがわかる。図-3には観測点 SB3 における塩分の観測値と計算値の比較を示した。同図より、変動幅は小さいものの、表層・底層どちらも計算値は観測値を良好に再現していることが確認できる。図-4 に 19 日 11 時の表層における水温・塩分・流速分布を示す。湾口部および外洋において水温の低くなっているのを見ることができる。塩分分布をみると、河川から流入する淡水が表層に広がっていることが観察できる。流速分布を見ると、狭くて深い地形に起因して、湾口部で流速が大きくなっていることが認められる。

5. おわりに

本研究では、3次元流動・生態系モデル COHERENS を用いて、強成層の状態から非成層期へ移行する期間である秋季の伊勢湾において流動計算を行い、計算値と観測値の比較を行った。その結果、秋季の伊勢湾について概ね良好に再現できることが明らかとなった。今後は、秋季以外の各季節について数値計算を行い、COHERENS モデルの有用性の検証をさらに進めていく予定である。

参考文献: LUYTEN, P.J., JONES, J.E., PROCTOR, R., TABOR, A., TETT, P., WILD-ALLEN, K., 1999. COHERENS-A COUPLED HYDRODYNAMICAL-ECOLOGICAL MODEL FOR REGIONAL AND SHELF SEAS: USER DOCUMENTATION. MUMM REPORT. MANAGEMENT UNIT OF THE MATHEMATICAL MODELS OF THE NORTH SEAS