

生態系モデルによる東京湾の水質空間分布特性

千葉工業大学生命環境科学専攻 学生員 ○大塩 隆介
 千葉工業大学生命環境科学科 学生員 藤原 誠司
 千葉工業大学生命環境科学科 正会員 小田 僚子
 千葉工業大学生命環境科学科 フェロー 矢内 栄二

1. はじめに

近年、生物多様性への関心の高まりとともに、海洋生態系モデルにより海域生物の動的挙動を解明し、温暖化や海洋汚染などに対する環境インパクトを解析する試みがなされるようになってきた。モデルとしてはさまざまな提案がされているが、構成要素の選択などが難しく、決定的なモデルが示されていない。本研究では、構成要素の実例データが豊富な東京湾を対象に、東京湾における栄養塩の空間分布特性の把握を目的とする。

2. 数値計算手法

本研究では物理場の計算として MEC モデル¹⁾を使用して解析を行った。本モデルは静水圧近似により、解析領域を平面二次元的に計算できる。支配方程式は Navier-Stokes の式に基づき、浮力項でのみ密度変化を考えるブジネスク近似と静水圧近似を適用した式と連続の式で表される。水平方向の渦動粘性係数および渦動拡散係数はリチャードソンの4/3乗則に従うものとし、鉛直方向の渦動粘性係数および渦動拡散係数は成層化関数による表現を用いた。本研究での生態系モデルは、MEC モデルの ecosystem model を基にした。各生物変数は以下の移流拡散方程式によって計算される。

$$\frac{\partial B}{\partial t} + u \frac{\partial B}{\partial x} + v \frac{\partial B}{\partial y} + w \frac{\partial B}{\partial z} = A_c \left(\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 B}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_c \frac{\partial B}{\partial z} \right) + \left(\frac{\partial B}{\partial t} \right)^* \quad (1)$$

ここに、 B は生物変数、 u, v, w はそれぞれ x, y, z 方向の流速、 A_c, K_c はそれぞれ水平・鉛直方向の拡散係数、右辺最終項は生態系計算による生物化学変化項である。

3. 計算条件

計算領域は、東京湾(図-1)とし、数値モデルはデカルト座標によるスタガードメッシュを用いてf面近似を適用して解析を行った。計算条件を表-1に

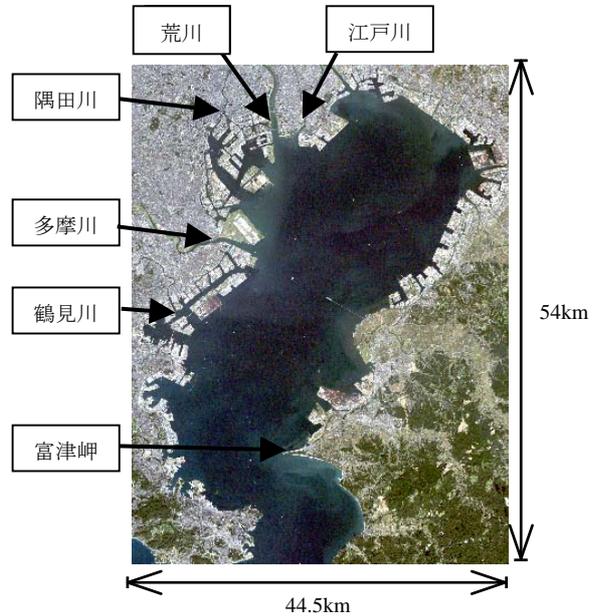


図-1 東京湾の計算領域

表-1 計算条件

		数値
計算格子数		89×108×20
時間刻みΔt [sec]		600
計算時間 [day]		52
渦動拡散係数[m ² /s]	水平	50(Δx=1mの時)
	鉛直	流況計算結果

示す。計算格子サイズは 500m×500m×4.25m とした。潮位は S₂+M₂潮を用い T.P.±0 を計算領域全体に与え、助走時間を 48 時間確保した後に 0.52m とした²⁾。各式の移流項は 1 次上流差分、粘性項および拡散項には中央差分を用いた。時間方向の積分には Euler の前進差分を用い、水温、塩分、水質計算には FTCS scheme を用いて解析を行った。河川流量は、二瓶らにより示されたデータ³⁾⁴⁾より、江戸川、荒川、隅田川、多摩川、鶴見川を考慮した。気象条件(気温、湿度、日射量、雲量)の設定には気象庁のデータ⁵⁾を用いた。

初期条件は、東京都環境局の公共用水域水質測定結果データ集⁶⁾によって示された 2009 年 7 月の東京

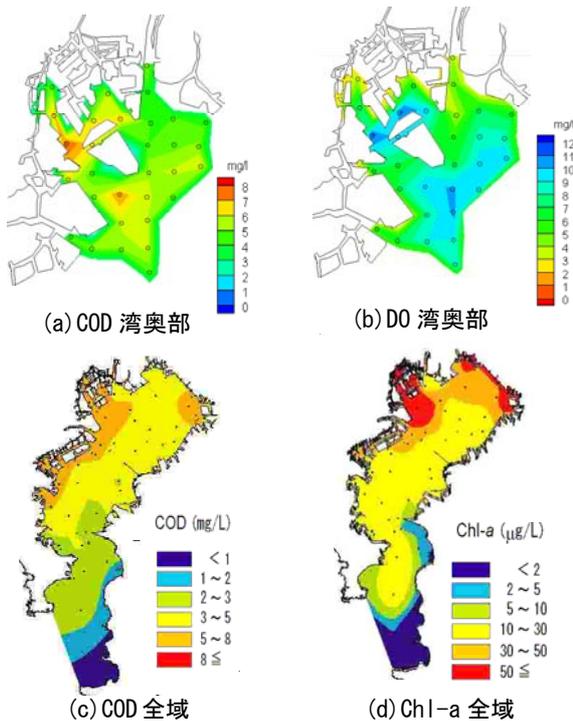


図-2 東京湾の現地観測結果

湾北西部における図-2 の (a), (b) の現地観測結果および、東京湾岸自治体保全会議⁷⁾によって示された図-2 の (c), (d) の2009年7月におけるCODとChl-aの測定結果を与えた。

4. 結果および考察

(1) CODの計算結果

東京湾におけるCODの計算結果を図-3に示す。図-3より、湾奥ほど高い結果となり、特に東京都側で顕著である。図-2の(a)に示した湾奥部の実測値と比較すると、隅田川流入部の埠頭や中央防波堤に囲まれた海水が停滞しやすい領域において高濃度分布が再現されていることがわかった。図-2の(c)に示した全域における実測値と比較すると、湾口部から中央部にかけて、分布が概ね再現できている。一方、湾北東部は値が低く、その理由として、千葉県側に流入河川を与えておらず、相対的に低い結果となったと考えられる。

(2) DOの計算結果

図-4にDOの計算結果を示す。COD分布とは対照的に、湾奥ほど低い結果となり、特に東京都側で顕著である。図-2に示した湾奥における実測値は、河口部を除き、10mg/lを超える値が測定されたが、計算結果では3~5mg/lほど低い値となった。図-2

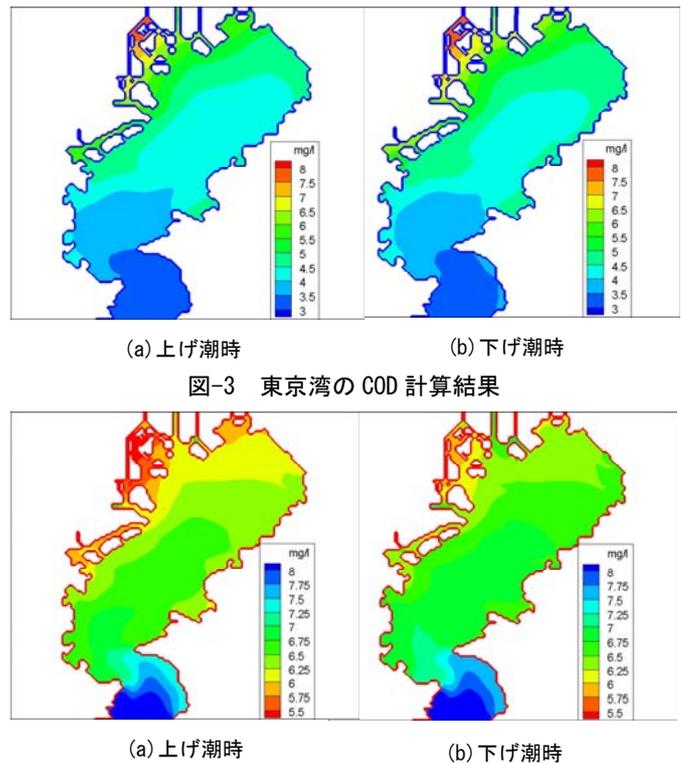


図-3 東京湾のCOD計算結果

図-4 東京湾のDO計算結果

の(d)に示したChl-aの実測値より、湾奥では50µg/lを超過する赤潮が発生している状態⁷⁾であることがわかる。そのため、湾奥での植物プランクトンによる光合成が活発となり、DOの実測値が上昇したと考えられる。このことから、本研究で使用した生態系モデルにおけるDO計算項の酸素供給に関して今後の検討が必要であることがわかった。

5. まとめ

生態系モデルによる東京湾の水質シミュレーションを行った結果、CODに関して、実測値の分布を概ね再現できていることが示された。DOに関しては、湾奥の分布に差異が見られた。

参考文献

- 1) MEC Ocean Model : <http://mee.k.u-tokyo.ac.jp/mec/model>
- 2) 海上保安庁 : <http://www.kaiho.mlit.go.jp>
- 3) 二瓶泰雄・高村智之・渡邊敬之(2007) : 東京湾主要河川における流量モニタリングの現状と課題, 海岸工学論文集, Vol.54, No.2, pp.1226-1230.
- 4) 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 海洋環境研究室(2009) : 東京湾環境マップ 場の理解と生き物の棲み処づくり.
- 5) 気象庁 : <http://www.jma.go.jp/jma>
- 6) 東京都環境局 : <http://www.kankyo.metro.tokyo.jp>
- 7) 東京湾岸自治体環境保全会議 : <http://www.tokyowangan.jp/>