

谷津干潟における生態系モデルを用いた水質環境評価

千葉工業大学大学院工学専攻 学生員 ○藤原 誠司
 千葉工業大学生命環境科学科 吉野 美紀
 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

谷津干潟は千葉県習志野市に位置し、東京湾奥部の三番瀬と海水交換を行っている潟湖干潟であり、水鳥の休息地として重要なためラムサール条約に登録されている。しかし、近年アオサの異常繁茂による水質の悪化や悪臭の発生が起きている。

谷津干潟における水質は、海水交換を行っている谷津川と高瀬川で年3回の観測を行っているほか、干潟中央部で連続水質計による連続観測を行っているが、干潟全域に対する水質環境は明らかとなっていない。

本研究では、生態系モデルを用いて谷津干潟における水質環境評価を行った。

2. 数値計算手法

計算には MEC モデル¹⁾を使用した。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シネスク近似と静水圧近似を適用した式(1)~(3)と、連続の式(4)で表される。生態系モデルは中田²⁾によるモデルを使用した。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = f v - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + A_M \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_M \frac{\partial u}{\partial z} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -f u - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + A_M \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_M \frac{\partial v}{\partial z} \right) \quad (2)$$

$$0 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g \quad (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial B}{\partial t} + u \frac{\partial B}{\partial x} + v \frac{\partial B}{\partial y} + w \frac{\partial B}{\partial z} = A_C \left(\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 B}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_C \frac{\partial B}{\partial z} \right) + \left(\frac{\partial B}{\partial t} \right)^* \quad (5)$$

ここに、 u, v, w : x, y, z 方向流速、 ρ : 海水密度、 ρ_0 : 海水の代表密度、 p : 圧力、 A_M, K_M : 水平および鉛直渦動粘性係数、 f : コリオリパラメータ、 g : 重力加速度、 A_C, K_C : 水平および鉛直渦動拡散係数、 B : 生物変数である。式(5)の右辺最終項は生態系によって計算される生物化学変化項である。



図-1 解析領域

表-1 流動計算条件

計算格子数	170×120×4	
時間刻みΔt [sec]	0.1	
助走時間 [hour]	12	
計算時間 [day]	14	
渦動粘性係数 [m ² /s]	水平	50 (Δx=1×10 ³ m の時)
	鉛直	1×10 ⁻³
渦動拡散係数 [m ² /s]	水平	10 (Δx=1×10 ³ m の時)
	鉛直	1×10 ⁻⁵

3. 計算条件

計算領域は、図-1 に示す谷津干潟を中心とした 1220m×820m である。計算条件を表-1 に示す。水平方向の渦動粘性係数と渦動拡散係数は、リチャードソンの 4/3 乗則にしたがって自動計算された値を使用した。潮汐は気象庁のデータ³⁾より千葉港における主要 4 分潮を考慮した。水質解析には流動計算で得られた大潮-小潮-大潮間の流動データを繰り返し読み込み、刻み時間 5 秒で 30 日間の解析を行った。初期値および境界条件は 2013 年 5 月 8 日の現地観測結果の平均値を与えた。水質計算項目は、植物プランクトン、動物プランクトン、PO₄-P、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、COD、DO である。

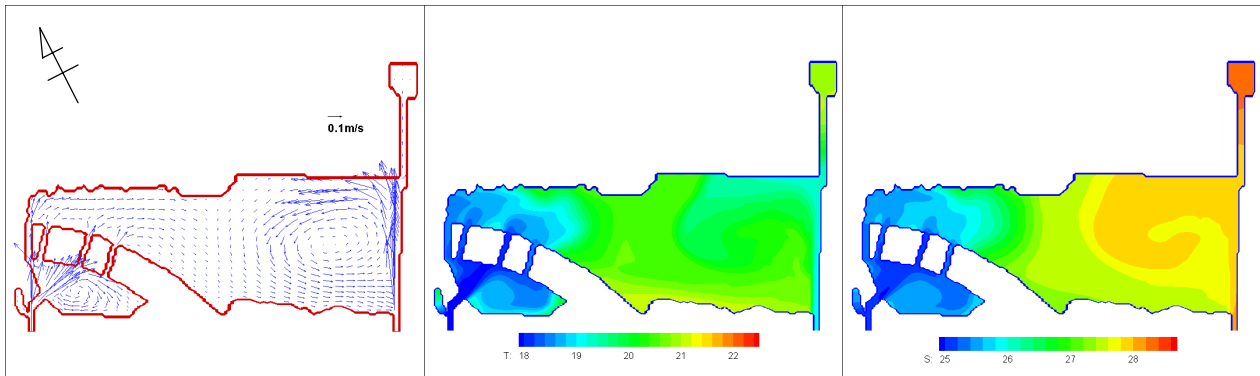


図-2 流速分布

図-3 水温分布

図-4 塩分濃度分布

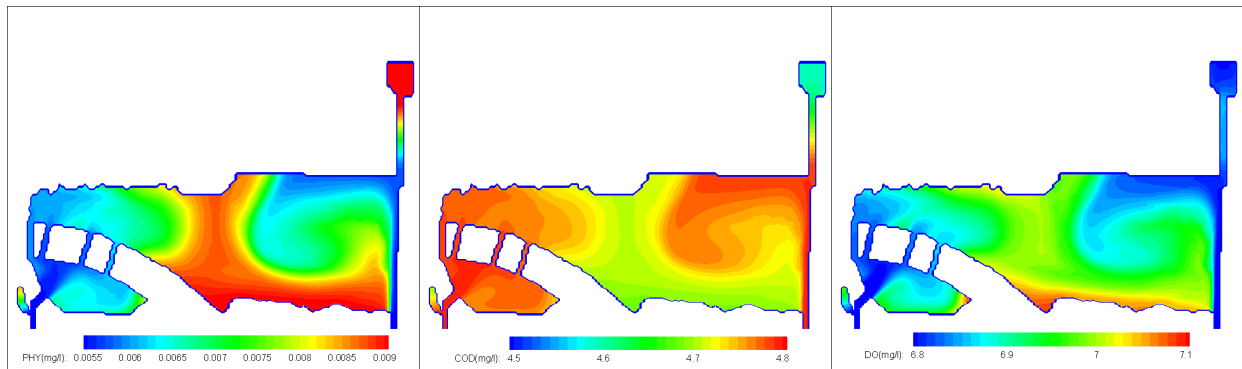


図-5 植物プランクトン濃度分布

図-6 COD 濃度分布

図-7 DO 濃度分布

4. 結果および考察

(1) 谷津干潟の流速分布

図-2 に谷津干潟における上げ潮時の流速分布を示す。高瀬川と谷津川で大きな流速が見られ、干潟東部では反時計回りの渦が発生していることがわかる。

(2) 水温・塩分濃度分布

上げ潮時の水温分布を図-3 に、塩分濃度分布を図-4 に示す。高瀬川からは谷津川より低水温かつ低塩分濃度の海水が流入しているため、干潟東部と西部で水温は約 2℃、塩分濃度は約 3psu の差が見られた。

(3) 水質分布

図-5～7 にそれぞれ上げ潮時における植物プランクトン濃度分布、COD 濃度分布、DO 濃度分布を示す。河川から高栄養・低酸素の海水が流入し、干潟南部で滞留している状態を示している。

(4) 水質環境評価

東京湾からの海水流入に対し、干潟内部で植物プランクトン濃度と DO 濃度の上昇が見られたことから、干潟は植物プランクトンを増殖させる役割を担うとともに、東京湾に対して高酸素の海水を供給し

ていると考えられる。また、干潟への流入水と干潟内部の COD 濃度を比較すると、干潟内部の値が低いことから、東京湾の海水を浄化する役割を干潟が担っていることが考えられる。

5. まとめ

谷津干潟において生態系モデルによる解析を行った結果、上げ潮時に干潟の東部で反時計回りの渦が見られたほか、干潟の東部と西部で水温と塩分濃度に差が見られた。また、干潟は東京湾に対して植物プランクトンと DO 濃度に富む海水を供給するとともに、東京湾を浄化していると考えられた。

参考文献

- 1) MEC Ocean Model : <http://mee.k.u-tokyo.ac.jp/mec/model>
- 2) 中田喜三郎(1993):生態系モデル-定式化と未知のパラメータの推定法-, Journal of Advanced Marine Technology Conference, Vol.8, pp.99-138.
- 3) 気象庁 : <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 4) 深谷雄司・處由佳・藤原誠司・矢内栄二 (2013) : 谷津干潟周辺におけるアオサ・ノリの繁茂と水質環境特性に関する研究, 土木学会第 68 回年次学術講演会概要集 (CD-ROM), II-140.