

伊雑ノ浦環境改善技術効果把握事業－1

藤原正嗣・坂口研一・中西尚文

目的

的矢湾奥部の伊雑ノ浦ではかつて年間 300 トンのアオサ生産量があったが、現在は海水の濁りなどの環境悪化により、約 1/100 にまで落ち込んでいる。そこで、濁りの原因である懸濁物質の収支算定をシミュレーションを用いて行うことにした。

方法

1 伊雑ノ浦の懸濁物質収支の算定

以下の調査関連データを用いて沿岸域に適用される一般的な 3 次元非定常傾圧流動モデル（マルチレベルモデル）を用い、静水圧近似した流れの運動方程式、流量連続式、熱・塩分保存式および状態方程式に基づいて、流速、潮位、水温・塩分の時空間分布を予測した。

- ・H23 地盤高測量結果（志摩市）
- ・流入河川の流量，SS
- ・伊雑ノ浦の水温・塩分，SS
- ・粒径分布
- ・野川の水位計データ（三重県志摩建設事務所）
- ・AMeDAS データ：気温，降水量，風速は鳥羽日射量は津（気象庁）

数値モデルの計算式は、以下のように表される。

$$\frac{\partial M_k}{\partial t} + (v \cdot \nabla) M_k + (wv)_{k, H_{k-1}} - (wv)_{k, H_k} - f_b k \times M_k = \frac{h_k}{\rho_s} \left(\psi_k - \frac{1}{2} g h_k \nabla^2 \rho_k \right) + [\nabla \cdot (A_H \nabla)] M_k + \left(A_z \frac{\partial v}{\partial z} \right)_{-H_{k-1}} - \left(A_z \frac{\partial v}{\partial z} \right)_{-H_k} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = w_1 - \nabla \cdot M_1 \quad , \quad w_{k-1} = w_k - \nabla \cdot M_k \quad (2 \leq k \leq K-1) \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (h_k \theta_k) + \nabla \cdot (M_k \theta_k) + (w\theta)_{k, H_{k-1}} - (w\theta)_{k, H_k} = [\nabla \cdot (h_k K_H \nabla)] \theta_k + \left(K_z \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)_{-H_{k-1}} - \left(K_z \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)_{-H_k} \quad (3)$$

ここで、 h_k ($k=1, 2, \dots, K$) は第 k 層の厚さ、 H_k は第 k 層下端の深度、 $v = (u, v)$ は流れの水平速度成分、 w は鉛直は水温および塩分、 ψ は第 k 層内の体積輸送、 ∇ は水平傾度演算子、 g は重力加速度、 f_b はコリオリ係数、また A_H 、 K_H と A_z 、 K_z はそれぞれ水平および鉛直方向の渦粘性、渦拡散係数。そして、(1) 式の ψ_k は第 k 層の水平圧力勾配を表す。海水密度を記述する状態方程式に対しては、knudsen 式を適用した。水温解析の際の海面からの冷却または加熱による交換熱量 Q_0 は次のようにした。

$$Q_0 = Q_s - Q_b - Q_h - Q_e \quad (4)$$

ここで、 Q_s は輻射量 ($\text{cal}/\text{cm}^2/\text{s}$)、 Q_b は海表面からの逆輻射量、 Q_h は顕熱量（対流により大気と海面の間を出入りする熱交換量）、 Q_e は潜熱量（蒸発・凝縮による熱移動量）である。

シミュレーションの計算範囲は伊雑ノ浦～的矢湾に至る範囲（東西 9.7 km × 南北 5.6 km）を対象とし、50 m の水平メッシュ分解能とした（図 1）。鉛直層区分については、0.2～5 m ピッチで 11 層の区分を設けた。

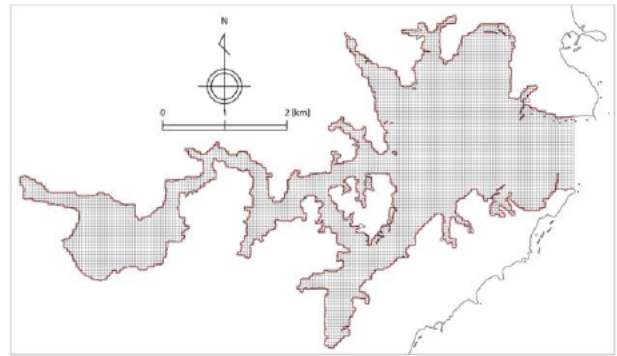


図 1. 計算範囲と格子分割

計算期間は、H24 年度の三重県水産研究所による観測が実施された期間を含む、2013 年 10 月 1 日 0 時～2014 年 1 月 31 日 24 時の 4 ヶ月とした。

海図（日本水路協会）と地盤高測量結果（H20 および H23 年度、志摩市）により、海岸地形と水深を設定した（図 2）。

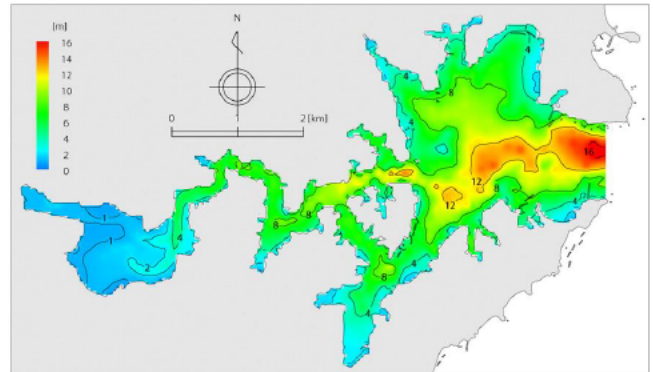


図 2. シミュレーションに設定した水深分布 (DL に平均水面 1.1m をプラス)

湾口境界の潮位条件は、主要 16 分潮から生成した計算潮位で近似し、的矢における 2013 年 10 月 1 日 0 時～2014 年 1 月 31 日 24 時の毎時の潮位を設定した（図 3）。

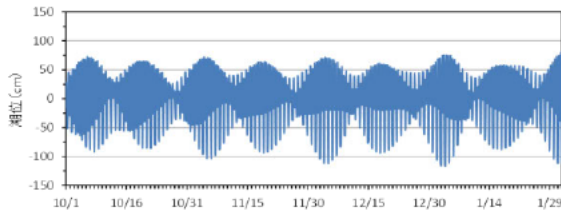


図 3. シミュレーションに設定した境界の潮位

結果

1) SS の再現性

2013年10月1日～2014年1月31日の4ヶ月間の懸濁物質拡散シミュレーションを実施し、調査で得られた観測値と比較して、計算結果の整合性を調べた。

SSの計算結果について、濁度計設置地点における濁度の連続観測結果と比較して、再現性を検証した。なお、観測値の濁度 (FTU) からSS (mg/L) への換算は、調査結果から得られた濁度と無機態SS濃度との相関式を用いた。

2) SS の分布

平水時は、浦内へのSSの流入もわずかで、河口からSt.1付近においてSSが高くなる分布であった。出水時は、河川からのSS負荷が浦中央部へも拡散しており、的矢湾との接続部まで高濃度になっていた。

3) SS のフラックス

計算結果から、SSの流入負荷、的矢湾との交換（流入・流出）、沈降堆積および再懸濁に関するフラックスを算出した。その結果、各フラックスについて期間の平均値は、流入負荷量 73.51 kg/hr、的矢湾への流出量 20.78 kg/hr、底泥への沈降堆積量 87.52 kg/hr、巻上げによる再懸濁量 90.57 kg/hrであった（図4）。収支は+56 kg/hrとなり、再懸濁と沈降堆積を繰り返しながら、浦内に濁りが残っている結果となった。以上の事から、伊雑ノ浦における懸濁物質は、巻上げによる再懸濁の寄与が最も高く、濁りの主要な要因であることがシミュレーション結果からもわかった。

関連報文

平成 24, 25, 26 年度 的矢湾漁場環境改善事業効果調査業務 報告書

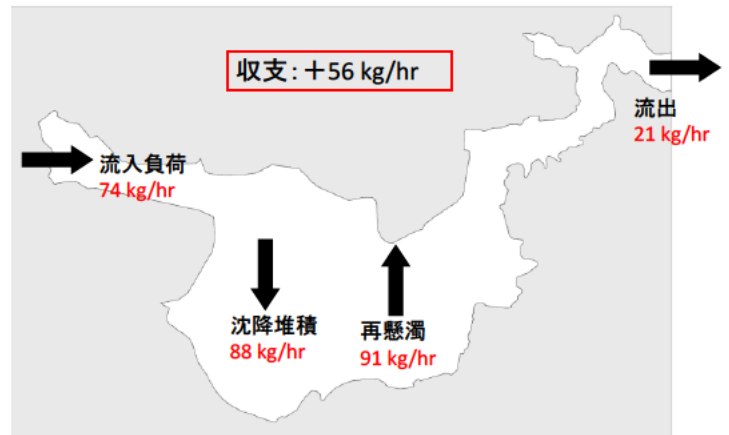


図 4. シミュレーション結果から伊雑ノ浦におけるSSフラックスの模式図