

和白干潟における一次生産の空間分布

九州大学大学院 総理工 学生会員 ○水田健太郎 学生会員 児玉真史
正会員 松永信博 学生会員 徳永貴久

1. はじめに

近年、干潟の浄化機能を定量化するための研究が数多く行われている。著者らはこれまでに博多湾の和白干潟において、水質の時空間変動や物質収支に関する現地観測を行ってきた。そこで本研究ではより詳細な物質収支を求めるために、観測データをもとに簡単な生態系モデルを用いて和白干潟における一次生産の空間分布を見積もり、干潟底泥-海水間の物質交換量を評価した。

2. 数値モデルの概要

数値シミュレーションは、DO と植物プランクトンの濃度の予測を行った。DO については植物プランクトンおよび底生藻類による一次生産、呼吸、底泥による酸素消費と生物呼吸、溶存・懸濁態有機物の酸化による消費、硝化に伴う消費および再ばっ気を考慮し、植物プランクトンについては一次生産、呼吸、沈降および動物プランクトンによる捕食を考慮して、以下の基礎式を用いた。

$$\frac{dc}{dt} = a_{op}(\mu - r) \cdot P - k_1 L_0 - 4.57 \cdot k_{N_1} N_1 - (a_{ops} \mu_s \cdot P_s - SOD) / h - k_2 \cdot (c_s - c) \quad (1)$$

$$\frac{dP}{dt} = [\mu - r - d_p - v_s / h - C_g Z] \cdot P \quad (2)$$

ここで、 c ：鉛直方向に平均化された DO [mg/l]、 P ：*chl-a* 濃度 [μg/l]、 a_{op} ：単位 chlorophyll-a 当たりの酸素生産量 [mg/μg]、 μ ：植物 *pl.* 増殖率 [d^{-1}]、 r ：植物 *pl.* 呼吸速度 [d^{-1}]、 k_1 ：生物化学的酸素消費速度 [d^{-1}]、 L_0 ：最終生物化学的酸素要求量 [mg/l]、 N_1 ：アンモニア態窒素濃度 [mg/l]、 a_{ops} ：底泥における単位 chlorophyll-a 当たりの酸素生産量 [mg/μg]、 μ_s ：底生藻類の増殖率 [d^{-1}]、 P_s ：底生藻類生息密度 [μg/m²]、 SOD ：底質酸素消費速度 [g/m²/d]、 h ：水深 [m]、 c_s ：飽和溶存酸素濃度 [mg/l]、 k_2 ：再ばっ気係数 [d^{-1}]、 d_p ：植物 *pl.* 非捕食死滅速度 [d^{-1}]、 v_s ：植物 *pl.* 沈降速度 [m/d]、 C_g ：動物 *pl.* 捕食速度 [l/mg/d]、 Z ：動物 *pl.* 濃度 [mg/l]である。ここで各パラメータは温度の依存関数とし、 μ については日射、制限栄養塩、温度の依存関数とした。計算は dt を 1[min]とし、水深 0.3m~1.4m について行った。

初期条件として水深毎に DO, chlorophyll-a 濃度の観測値を与え、境界条件として時間ごとに水温、日射量、栄養塩濃度 (NH₄-N, PO₄-P) の観測値を与えた。

3. 計算結果

計算結果の妥当性を検証するために、観測値と計算値の比較を行った。観測は 2000 年 8 月 4 日 8:30~15:30、4 日 22:00~5 日 4:00 に行われ、栄養塩、DO、chlorophyll-a および水温が計測された。図-1(a), (b) に日中・夜間における DO, chlorophyll-a の満潮時 (日中 11:30, 夜間 1:00) の観測値と計算値を示す。ここで、縦軸は各物質の濃度、横軸は水深を示しており、水深の浅い方が岸側、深い方が沖側を表している。岸沖方向の距離は約 350m である。図-1(a), (b) より、DO は濃度が低い場合に高めに見積もられる傾向があるものの、DO、chlorophyll-a とともに概ね観測値を再現できている。

次に日中・夜間における DO, chlorophyll-a の変化率の観測値と計算値を図-2(a), (b) に示す。ここで物質の時間変化率 (mg/m²/hour) は以下の式により算定した。

$$F = \Delta C \cdot V / T \cdot A \quad (3)$$

ここで ΔC ：水塊内の物質の変化量 (mg/m³)、 V ：水塊の体積 (m³)、 T ：経過時間 (hour)、 A ：水塊の底面積 (m²) である。図-2(a) の観測値より、DO の日中の増加率、夜間の減少率ともに沖側で大きくなっており、計算値は物質量の時間変化率も概ね再現できている。しかしながら、夜間において DO の時間変化率の観測値と計算値は符号が異なっている。これは前述したように、DO 濃度が低い場合に精度良く再現できていないためであると考えられる。また、図-2(b) の chlorophyll-a の観測値から、岸側では生産量、捕食量が小さく、沖側では大きいことがわかる。岸側では生産量に対して捕食量が大きいため、正味の生産および消費はほとんどないものと考えられる。逆に沖側では植物プランクトンの個体数が捕食による減少量に比べて十分存在するため、日中の増加率、夜間の減少率はともに大きくなっているものと考えられる。計算値も同様の結果を示している。

4. 干潟底泥-海水間の物質交換量

日中における干潟底泥-海水間の物質交換量をより正確に見積もるためには、底生藻類による栄養塩の吸収量、DO の放出量を評価しなければならない。図-2(a) に示された日中の DO の時間変化率には底生藻類と海水中の植物プランクトンによる生産を含んでおり、純粋な干潟底泥-海水間の物質交換量を見積もるためには、これらを分離する必要がある。図-3(a) に底生藻類、植物プランクトン、および

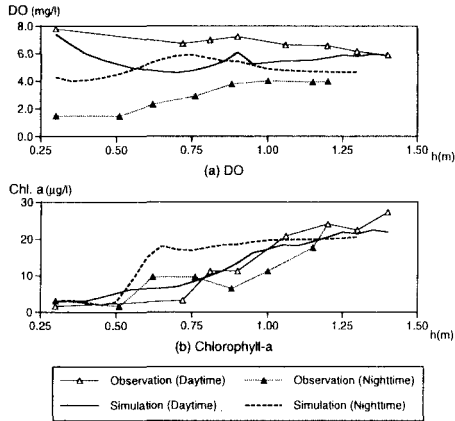


図-1 DO, chlorophyll-a 濃度の
昼夜満潮時の空間分布

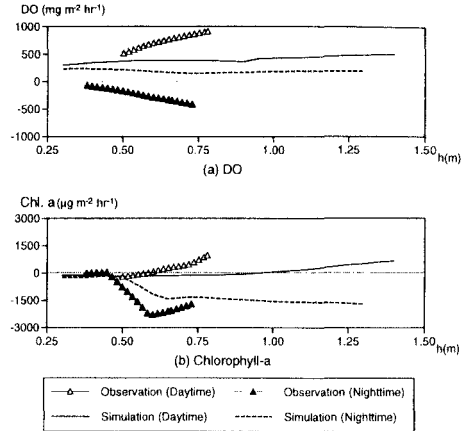


図-2 日中・夜間における DO, chlorophyll-a の
時間変化率の観測値と計算値の比較

Total の一次生産量の計算結果を示す。図-3(a)より水深の浅い部分では底生藻類による一次生産の割合が高く、沖側では逆に植物プランクトンによる一次生産量の割合が高いことがわかる。これは水深の浅い部分では水深の深い部分に比べて底泥まで日射が届き易く、岸側では底生藻類による一次生産量が卓越しているためであると考えられる。次に、光合成率を1.2、藻類による栄養塩の取り込み率をレッドフィールド比 (C:N:P=106:16:1) としてそれぞれの一次生産量から、DIN (無機溶存態窒素)、DIP (無機溶存態リン) の取り込み量を評価した。その結果を図-3(b), (c)に示す。これらの図より栄養塩も沖側に比べて岸側のほうが底生藻類によって多く取り込まれている。つまり、図-3, (a), (b), (c)より水深の浅い岸側のほうが干潟底泥-海水間の物質交換量が大きいと言える。

5. おわりに

和白干潟における干潟底泥-海水間の物質交換量を求めた結果以下のことが明らかになった。

- 和白干潟における底生藻類、植物プランクトンによる一次生産量は岸沖方向に分布があり、岸側では底生藻類、沖側では植物プランクトンによる一次生産の割合が大きい。
- 底生藻類の一次生産量の岸沖方向分布に伴って干潟底泥-海水間の栄養塩の交換量にも分布があり、底生藻類による一次生産の割合が高い岸側で高くなる。

<参考文献>

- 1) Kuwae, T., Hosokawa, Y. and Eguchi, N.: Dissolved inorganic nitrogen cycling in Banzu international sand-flat, Japan,

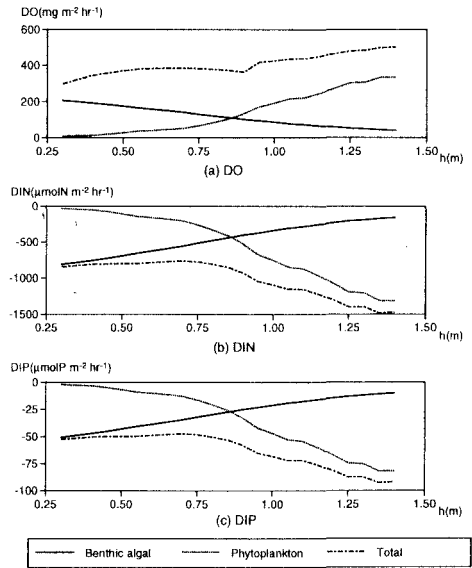


図-3 底生藻類、植物プランクトン
および Total の物質交換量

Mangroves and Salt Marshes, 2, pp167-175, 1998.

- 2) Lee Joseph Hun-wei, 平山彰彦, Lee Hok-shing: 富栄養化した閉鎖性海域の短期的 DO 変動モデル, 海岸工学論文集 第 38 巻, pp861-865, 1991.
- 3) 児玉真史、松永信博、水田健太郎、徳永貴久: 干潟における水質の時空間変動, 水工学論文集, 第 45 巻, 2000, 印刷中.
- 4) 佐々木克之: 干潟の物質循環, 沿岸海洋研究ノート, 第 26 巻, 第 2 号, pp172-190, 1989.