

生態系モデルを用いた有明海の3次元水質解析

佐賀大学大学院 学○小野盛一

佐賀大学低平地研究センター 正 荒木宏之・山西博幸

佐賀大学理工学部 正 古賀憲一

元佐賀大学大学院 茂木裕介

1. はじめに 近年、有明海では、大規模な赤潮の発生、ノリの不作、魚介類の減少、水・底質環境の悪化等が深刻な問題となっている。これらの対策並びに水・底質環境の回復を講ずる上で、有明海の物理・化学・生物学的特性とそれらが生態系に及ぼす影響について明らかにする必要がある。本研究は、有明海の水質特性の把握を目的とし、生態系モデルを用いて三次元数値解析を行ったものである。

2. 数値計算モデル

2.1 流動モデル 流動モデルは連続の式、運動方程式および塩分・水温の保存式を差分化することにより解く三次元モデルとした。計算領域は、図-1 のように有明海全域を含む海域とし、水平方向に 900m 格子で一様に分割し、鉛直方向に 2m 層厚で 11 層に分割した。また、熊本県富岡港の調和定数を用いて調和解析を行い、これを開境界の潮位境界条件とした。河川流入量は、有明海に直接流入する 1 級河川と諫早湾調整池からの排水を設定した。なお、解析期間は、2000 年 1 月 1 日から 2000 年 12 月 31 日の 1 年間とした。

2.2 水質モデル 水質モデルは、図-2 に示すように、植物プランクトン（珪藻・緑藻・藍藻）、動物プランクトン、デトリタス、懸濁態無機物、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、リン酸態リン、溶存態 COD、DO を取り扱う生態系モデルとした。それぞれのベクトルは、各状態変数のプロセスを表している。また、水質計算に用いた分散係数は、流動モデルによる塩分の計算結果と実測値との比較・検討を行い、塩分について最も再現性の良好な値を採用した（図-3 参照）。

3. 計算結果及び考察 図-4 に Chl-a、SS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、DO、COD の実測値及び計算結果を示す。SS の実測値と計算値との乖離は小さく、概ね良好な再現結果が得られた。

Chl-a 量の実測値は湾奥部のみであったが、夏期のリン溶出が始まると増殖していく傾向を有しており、本例に示す範囲内では計算結果との相関は良好である。なお、SS と Chl-a では、湾奥部での波や流れによる底泥の巻き上げの影響が強いため、周期的な濃度増減が見られる。これは、上げ潮時に底泥面を流れる水塊フロントによる強い攪乱により底泥粒子とともに付着藻類が巻き上がり、底層濃度が上昇するためである。その後、満潮時に水位上昇と鉛直拡散により深さ方向にほぼ濃度が一様となる¹⁾。SS

と DO を除く他の水質項目については、夏期に上昇し、冬期に減少する季節変動の再現性が得られた。湾内の植物プランクトンの増殖にかかわる栄養塩のうち、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ に短期的な濃度増加が認められるが、これは降雨時の陸域からの流入負荷によるものである。 $\text{NO}_3\text{-N}$ は年間を通して、計算値が実測値より若干

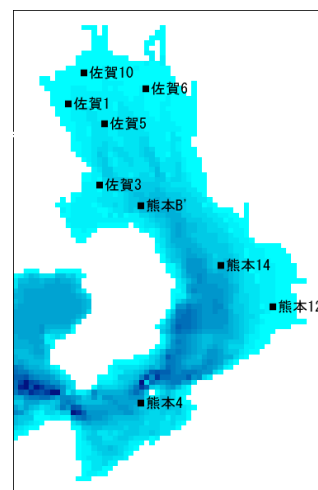


図-1 計算領域

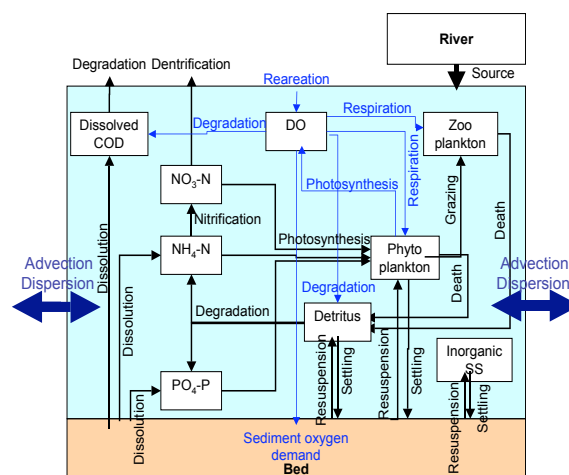


図-2 水質モデル概念図

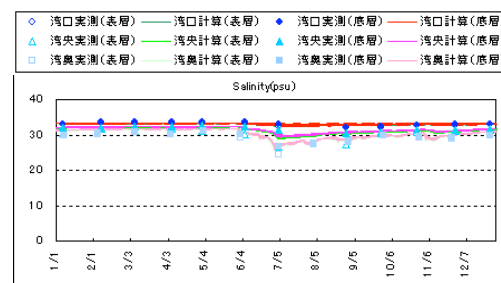


図-3 塩分の計算結果

キーワード 有明海、生態系モデル、水質解析、Chl-a、栄養塩

連絡先 〒840-0034 佐賀県佐賀市本庄町1番地 TEL 0952-28-8189

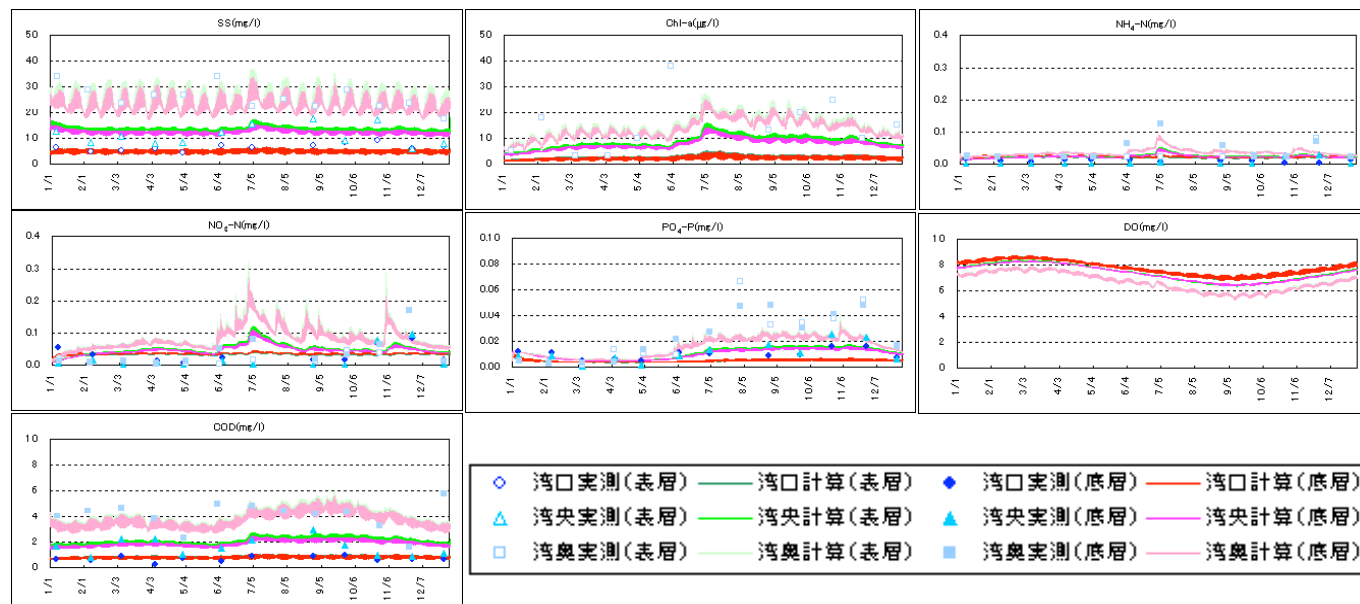


図-4 各水質項目の実測値及び計算結果

高い傾向が認められる。一方、もう一つの栄養塩としての $\text{PO}_4\text{-P}$ は、夏期から秋期の湾奥部で計算値が実測値より低い傾向が認められるが、これは底泥からの溶出を過小評価したためであると考えられる。このことから、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ の精度向上には、DO の再現性を向上させることにより、夏期に底層の嫌気化による脱窒および $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出の改善が必要といえる。COD の実測値と計算値との差は小さく、夏期における植物プランクトンの内部生産による濃度上昇を再現し、概ね良好な結果が得られた。

図-5 に有明海湾奥部における底質の中央粒径 d_{50} の水平分布を示す。図から東部海域では粒径が大きく細砂質であり、西部海域ほど粒径が細かく、シルト・粘土質となる。吸着能の大きい微細粒子が多く堆積する西部海域では有機物量も多くなる²⁾。図-6 に2000年の1年を通した懸濁態有機物の沈降量分布の計算結果を示す。図より懸濁態有機物（植物プランクトン+デトリタス）は、湾奥部で有明海全体の54%が沈降し、その分布は、西部海域ほど大きい。このことは、先に示した現地堆積状況とほぼ一致する結果と言える。

4. まとめ 本研究では、生態系数値計算モデルを用いて有明海における水質特性の把握を行った。水質計算を行った結果、定量的には未だ不十分ではあるものの、定性的には各水質項目について概ね良好な再現性を得た。これは、有明海における水環境の保全・回復を講じる上での基礎的知見となる。本研究を遂行するにあたり、生研センター・地域コンソーシアム（代表：林）、佐賀県委託研究費（代表：林）、科研費基礎研究(B)(2)（代表：山西）および佐賀大学有明海総合研究プロジェクトから補助を受けた。ここに記して謝意を表す。

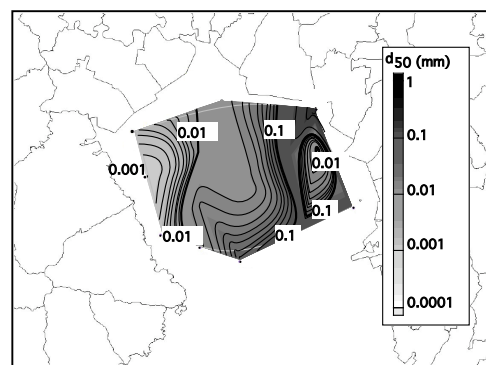
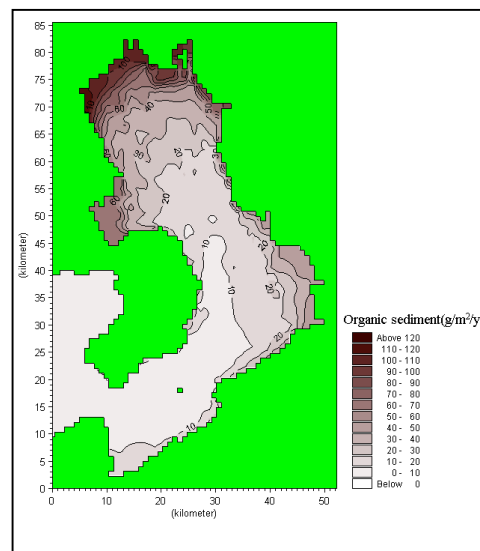
図-5 底質の中央粒径 d_{50} の水平分布²⁾

図-6 懸濁態有機物の沈降量分布

参考文献 1)山西ら,日本水環境学会九州西部研究発表会講演要旨集,pp.23-24,2005.

2)山西ら,環境工学論文集,第39巻,pp.219-227,2002.