

有限容積法を用いた伊万里湾の物質循環機構の解明に関する基礎的研究

佐賀大学大学院工学系研究科 学生会員 ○永瀬 真豪
 佐賀大学大学院工学系研究科 正会員 古賀 憲一
 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 荒木 宏之

1. はじめに

伊万里湾では過去20年間ほぼ毎年赤潮が発生している。湾内の水質特性として、外海との移流・分散と底質からの再帰帰負荷の影響を受けていることが示唆されている¹⁾。本研究は、有限容積法を用いて伊万里湾の物質循環機構の解明を試みたものである。

2. 計算条件

伊万里湾の概略図を図-1に示す。伊万里湾の水質・底質特性を考慮して4つのエレメントに分割した。本研究で計算対象とした水質はChl-a、CODである。潮位データは松島と大飛島の観測値等を参考にした。各エレメントの水質の実測値に関しては佐賀県及び長崎県公共用水域水質測定データを用いた。陸域からの流入負荷は、L-Q式を参考にし、外海からの流入負荷は一定値で与えている。計算期間は1997年4月1日から2010年3月31日として、計算ステップは1日とした。有限容積モデルの基礎式を式(1)に示す。CODは溶存性、懸濁性の和とした。溶出は溶出速度と濃度項の積とし、水温により補正して高水温時に溶出量が多くなるようにした。

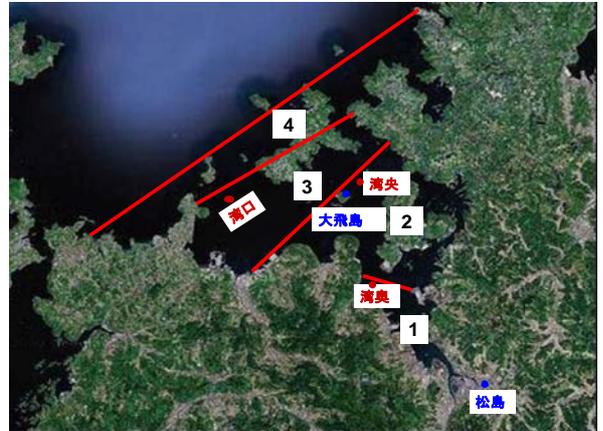


図-1 伊万里湾の概略図

$$\frac{dc_n \cdot V_n}{dt} = \sum_m \{Q_{mn} [\delta_{mn} \cdot c_m + (1 - \delta_{mn}) \cdot c_n] + E'_{mn} \cdot (c_m - c_n)\} \pm S_n \tag{1}$$

c : エレメントの濃度[M/L³], V :エレメントの体積 [L³]
 Q_{nm} : エレメントmとエレメントn間の流出入量[L³/T]
 δ_{nm} : エレメントmとエレメントnの移流係数[-]

E'_{nm} : エレメントmとエレメントn間の分散係数[L³/T]

S_n : 反応項[M/T]

3. 計算結果と考察

有限容積モデルでは反応系物質の計算に際して、流動に関する移流と分散に関するパラメーターの較正が必要とされ、本研究では保存系物質の塩分により実施した。計算結果の一例を図-2に示す。降雨時の淡水流入に伴う塩分の低下といった定性的な現象が再現できている。この移流係数と分散係数を用いて、反応系の物質について計算を行うこととした。まず、陸域からの流入負荷の寄与度を確認するために流入負荷のみでの計算を行ない、湾奥のCOD濃度を一例として図-3

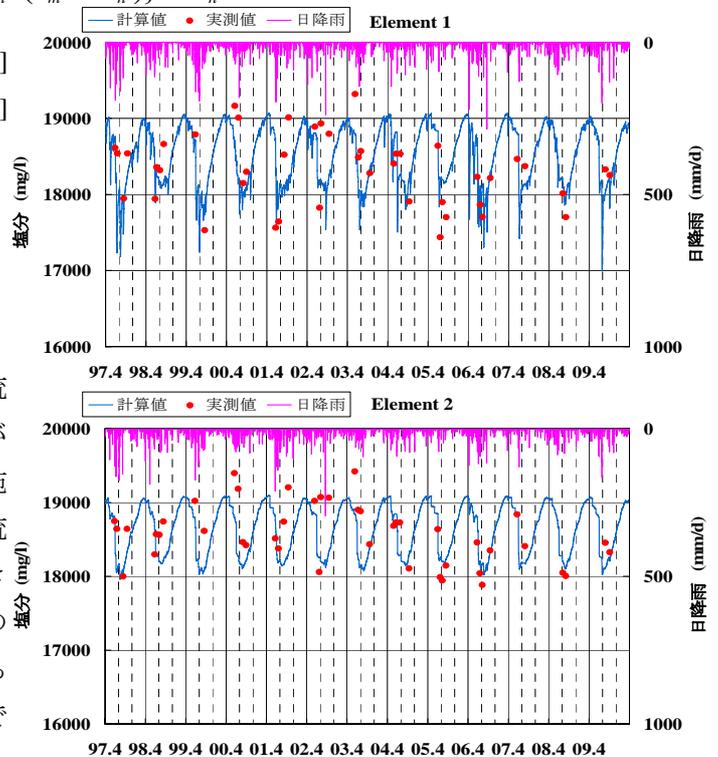


図-2 塩分(上から湾奥、湾央)

キーワード 伊万里湾、有限容積モデル、底質 COD、溶出、溶出速度

連絡先 〒840-8502 佐賀市本庄町1番地 佐賀大学大学院工学系研究科都市工学専攻 TEL/FAX 0952-28-8575

に示す。本図から分かるように、陸域からの流入負荷の影響が顕著に現れると思われる湾奥においてすら、COD計算濃度が実測値より低いことから、伊万里湾のCOD濃度は、流入負荷に加えて、付加的な負荷の影響を受けていることが確認される。本研究では、既往の研究¹⁾を参考にし、内部生産と底質からの溶出を想定して計算を実施した。まず、溶出は考慮せず、陸域からの流入負荷と内部生産の双方を考慮した計算結果を図-4に示す。本図において夏期の藻類増殖に伴うChl-aの再現性は比較的良好であるが、COD濃度については実測値との乖離が確認される。Chl-aのCODへの換算係数については、有明海で確認された値を用いていること、及び別途行った感度解析の結果から実測値との乖離を解消することが困難であることを確認している。いずれにしても夏季における湾全体のCOD濃度の増加傾向を十分再現することは困難なようである。以上のことから、底質からの溶出現象を考慮する必要性が確認された。流入負荷、内部生産に加え溶出を考慮した計算結果を図-5に示す。溶出を考慮したことにより夏季における湾奥のCOD濃度の増加(季節的な変化)が確認される。平均的な伊万里湾のCOD溶出速度を再現結果から試算すると約1000(mg/m²day)が得られた。既往の報告によれば大阪湾および三河湾で得られたCOD溶出速度は各々130(mg/m²day)²⁾、84(mg/m²day)³⁾であり、伊万里湾の溶出速度は他の水域に比べて大きいことが分かる。一方、海域の上層水の年間平均COD濃度は、伊万里湾で1.5(mg/l)、大阪湾では2.6(mg/l)並びに三河湾は6.0(mg/l)であることから、伊万里湾の溶出ポテンシャルは、これらの海域に比して上層水質で規定される沈降フラックスでなく、相対的に高沈降フラックスにより底質が形成されているものと考えられる。このことは伊万里湾の底質が比較的新鮮な(排出時間の短い)有機物で構成されている可能性が高いこと¹⁾、とも矛盾はないようである。

4. まとめ

本研究では、有限容積法を用いて伊万里湾の水質計算を行うことにより、易分解性物質の物質循環と水質・底質特性が確かめられた。

参考文献

- 1)永瀬ら：伊万里湾の水質・底質環境に関する基礎的研究，土木学会第65回年次学術講演会，pp.27-28, 2010
- 2)大阪湾流域別下水道整備総合計画検討委員会：平成19年度大阪湾流域別下水道整備総合計画，pp.106, 2008年3月
- 3)国土技術政策総合研究所：流域における物質循環の動態と水域環境への影響に関する研究，pp.6-51, 2009

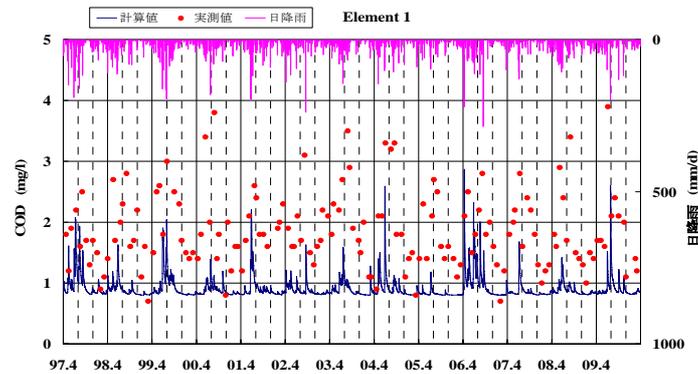


図-3 陸域からの負荷のみを考慮した COD

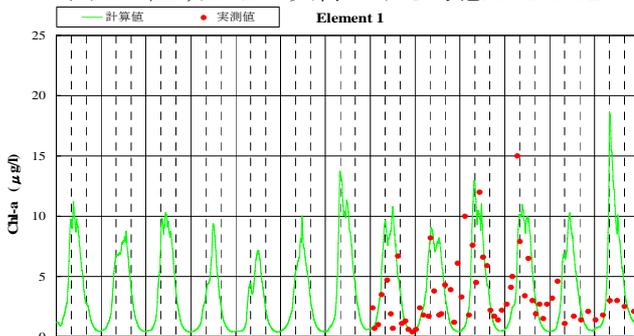


図-4 内部生産を考慮した計算結果 (上から Chl-a, COD)

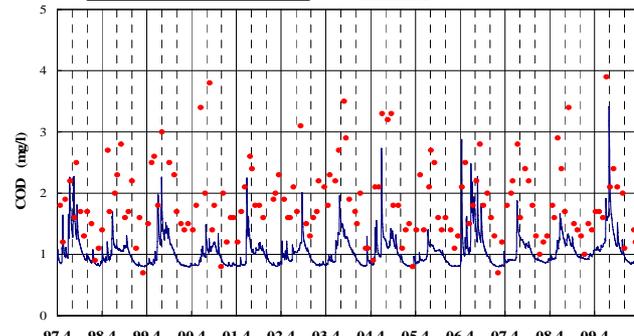


図-5 溶出を考慮した COD

