

有限容積モデルを用いた有明海の溶存酸素の変動機構解明に関する研究

佐賀大学大学院工学系研究科

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター

佐賀大学大学院工学系研究科

学生会員 ○澤田 大樹 永瀬 真豪

正会員 V.Narumol

正会員 古賀 憲一 三樹 祐太

1. はじめに

有明海湾奥部や諫早湾付近において溶存酸素濃度(以下 DO 濃度)の低下が報告されている¹⁾。一般的に DO 濃度が 4mg/l を下回ると生態系等に影響があると指摘されている。有明海の DO 濃度変動については未解明な部分が多いが、長期的かつマクロ的な観点からは、有明海湾奥部の DO 挙動に対しては藻類の寄与が確認されている²⁾。しかしながら、干潟・浅海域における局所的な DO 濃度の挙動については、検討すべき課題が多いようである。本研究は、三次元有限容積モデルを用いて、湾奥部の干潟・浅海域における DO 濃度の変動機構に関して現象解明の観点から考察したものである。

2. 計算方法

有明海を水平方向に11、鉛直方向に最大で3分割した計27の要素で構成される三次元有限容積モデルを用いて水質計算を行った。領域構成概念図を図-1に示す。海面とT.P.-4.00mの区間を表層として、年間を通して表層には海水が常に存在するように設定した。中層をT.P.-4.00～T.P.-8.00m、底層をT.P.-8.00m～海底までとした。本研究で用いた水質モデルは低次生態モデルであり、藻類の増殖はモノー型とした。藻類による酸素供給(光合成)と呼吸、底泥巻き上げに伴う酸素消費に関するパラメーターに関しては水温の影響を受けるものとした。DO 濃度実測値は浅海定線調査³⁾によるものであり、潮位データとして口之津潮位観測所と大浦潮位観測所の観測値を用いた。陸域からの流入負荷はL-Q式に基づいて与えた。計算対象期間は1991年から2004年の14年間であり、計算ステップは1日とした。計算値及び観測値の水質濃度は各領域内で空間的に平均化されたものであり、基礎式を式(1)に示す。パラメーターの詳細については紙面の都合上割愛する。

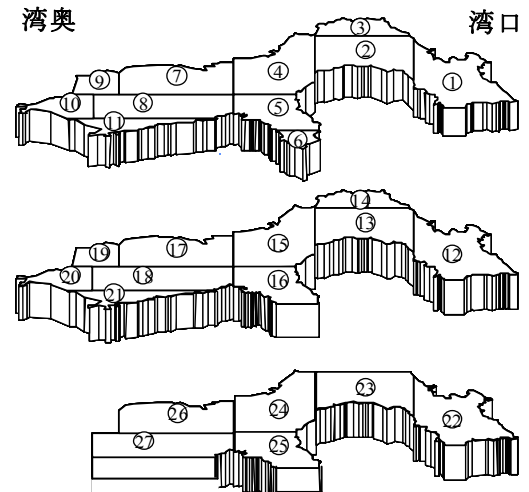


図-1 領域構成概念図
(上から順に表層、中層、底層)

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

n, m : エレメント番号 c : 濃度 V : エレメントの体積

Q_{mn} : エレメント m からエレメント n への流量

δ_{mn} : エレメント m とエレメント n の移流係数 ($\delta_{mn}=1-\delta_{nm}$)

E'_{mn} : エレメント m とエレメント n の分散係数 S_n : 反応項

3. 計算結果及び考察

藻類(渦鞭毛藻類を除く)と底泥巻き上げに伴う酸素消費を考慮した DO 濃度の計算結果を図-2に示す。紙面の都合上、有明海湾奥部のエレメント 21(干潮時の干潟域に相当)とエレメント 27(沖合域)のみ示す。図中の帯状の縦線は渦鞭毛藻による赤潮が発生した期間である³⁾。図-2の計算結果において、夏季における DO 濃度の減少や秋季から冬季における DO 濃度の上昇など季節変動特性が概ね再現されている。しかしながら、湾奥部の底層エレメント 21において非周期的に現れる急激な DO 濃度低下が十分再現されていない。図-2

キーワード 有明海 溶存酸素濃度 渦鞭毛藻類 有限容積モデル

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

からはこの急激な DO 消費の低下時期と渦鞭毛藻類の発生が一致する期間(带状縦線部分参照)が存在するようである。一般的に渦鞭毛藻は日周期性の鉛直移動習性を持つことが知られていることから、中層・底層の栄養塩を摂取するために鉛直方向に周期的に移動し、最終的には DO 消費に関与したものである。従来の低次生産モデルに渦鞭毛藻類の消長過程を導入し再計算を行い、その結果を図-3 に示す。渦鞭毛藻に関する定量的なデータ(個体数等)がないため、定量的な比較は困難であるが発生時期(特に夏季)の再現に関しては改善されたようである。図-4 に渦鞭毛藻の日周期性の鉛直移動習性を考慮した DO 濃度の計算結果を示す。図から 1993、1995、1998、2003 年の夏季に観測された DO 濃度の減少が概ね再現されており、渦鞭毛藻消長過程を導入したことによるモデルの再現性向上がうかがえる。1991、1999 年の夏季には渦鞭毛藻による赤潮の発生が確認されていないがこの時期には DO 濃度が低い値を示していること、渦鞭毛藻由来の計算 Chl-a 濃度が高いことを勘案すると、渦鞭毛藻による赤潮発生の影響は否定できないと考えられる。2001 年は渦鞭毛藻による赤潮の発生が確認されているものの、DO 濃度の再現性が十分でなく、今後の課題としたい。

4. まとめ

三次元有限容積モデルを用い、有明海における DO 濃度の変動機構に関し検討を行った。本研究で示す範囲では、湾奥部の夏季における急激な DO 濃度低下には渦鞭毛藻による寄与が示唆された。年間を通し概ね良好な再現結果が得られた一方で、干潟域において DO 濃度の低下を十分再現しきれていない期間が一部あり今後の課題としたい。

謝辞：本研究の遂行にあたり、貴重な資料提供にご協力下さった橋口尚平氏及び関係者各位に深謝致します。

【参考文献】

- 1) 環境省：有明海・八代海総合調査評価委員会報告書 平成 18 年 12 月
<http://www.env.go.jp/council/20ari-yatsu/yoshi20.html>
- 2) 石井孝憲ら：有限容積モデルを用いた有明海における溶存酸素濃度計算，平成 19 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,pp.997-998,2008
- 3) 社団法人 日本水産資源保護協会 環境情報センター：浅海定線調査
http://ay.fish-jfrca.jp/ariake/gn/gn_water_top.html

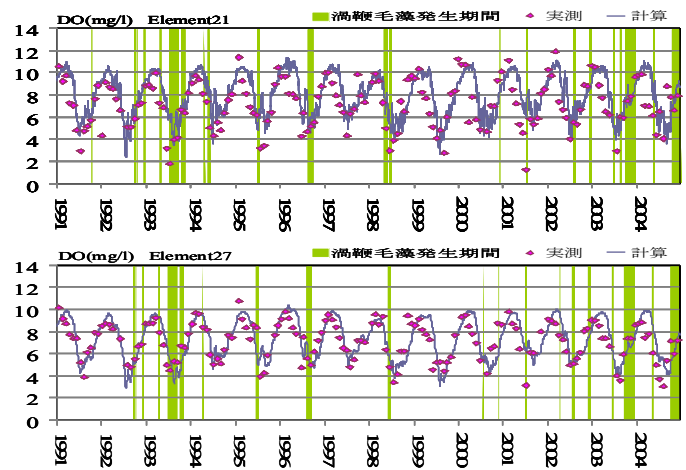


図-2 DO 濃度再現結果(藻類と底泥巻上を考慮)

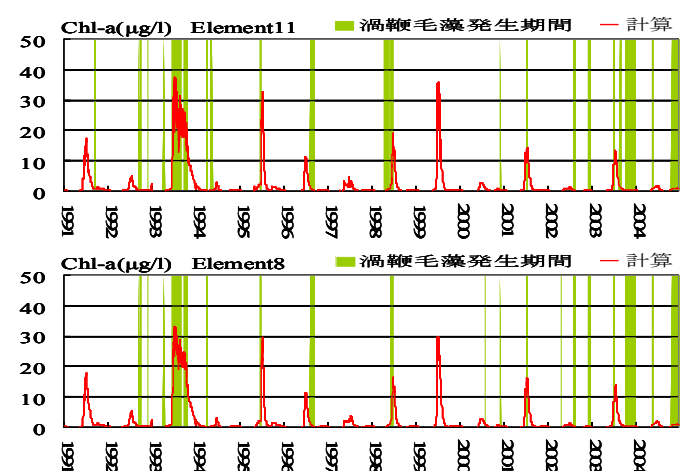


図-3 Chl-a 濃度再現結果(渦鞭毛藻を想定)

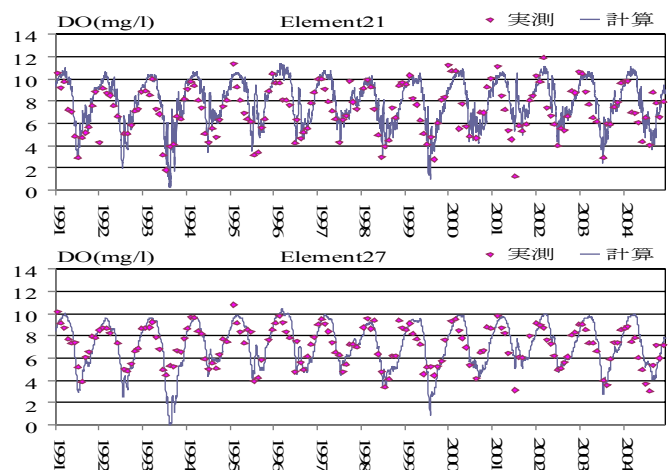


図-4 DO 濃度再現結果(渦鞭毛藻追加)