

有明海における溶存態ケイ素と渦鞭毛藻類の挙動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 ○浜崎 佑貴 澤田 大樹
 佐賀大学大学院工学系研究科 正会員 古賀 憲一 三樹 祐太
 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 荒木 宏之 山西 博幸

1. はじめに

近年、有明海では河口域や沿岸域における赤潮発生や、有明海湾奥西部の干潟域や諫早湾付近において赤潮由来とされる DO 濃度の低下等を指摘する報告も見受けられる。赤潮は、渦鞭毛藻類、珪藻類に属するプランクトンが大半を占めるが、有明海の赤潮発生の要因については依然として不明な点が多い。松岡らは、有明海の堆積物中の渦鞭毛藻シスト群中の従属栄養型渦鞭毛藻類シストの増加を指摘し、1960 年代後半まで独立栄養群は 60%前後を占めていたが、それ以降、従属栄養群が増加し 1990 年代には 65~80%を占めるようになったと報告している¹⁾。従属栄養性種(シスト)の増加はそれの餌料となる珪藻類などの植物プランクトンの増加、すなわち栄養塩類の増加を反映しているとも言えるが、詳細については検討課題も残されているようである。本研究では、水質モデルを用いて有明海の DO、溶存態ケイ素(以下 DSi (=SiO₂-Si) と称する)と渦鞭毛藻類の挙動について基礎的知見を得たものである。

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 のエレメント領域で構成される三次元有限容積モデルを用いて水質計算(低次生態モデル)を行った。領域構成概略図を図-1に示す。水面と 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。DSi 計算は、実測データを踏まえ 11 の領域の二次元有限容積モデルにより計算を行った。モデル検証に用いた DO 濃度、DSi 濃度実測値は浅海定線調査によるものであり、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。有明海における河川からの流入負荷は L-Q 式で与え、対象流入河川は、有明海に注ぐ 8 本の一級河川とした。DSi の海洋への供給源として、一般的には河川からの流出に加え湧昇流によるものが報告されているが²⁾、本研究では河川からの影響のみを対象とした。低次生態モデルの Chl-a 計算において、本研究では藻類種は珪藻のみとした。陸域からの藻類流入はないものとし、増殖式は Monod 型とした。藻類に関する反応項は死滅と増殖そして沈降を考慮した。計算対象期間は 1991 年から 2004 年の 14 年間(DSi は 2005 年の 15 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として取り扱い、基礎式を式(1)に示す。

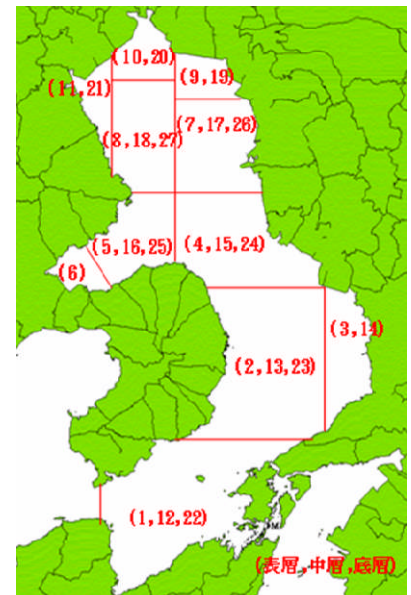


図-1 有明海の領域構成概略図

図-2に Element27 (Element8 の底層)、Element21 (Element11 の底層)における藻類(5 藻類種を想定)と底泥巻上に伴う酸素消費を考慮した DO 濃度の再現結果を示す^{3) 4)}。他の Element については紙面の都合上割愛

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

V :エレメントの水の容量, Q_{nm} :エレメント n とエレメント m の交換流量, δ_{nm} :エレメント n とエレメント m の移流係数,
 E'_{nm} :エレメント n とエレメント m の分散係数, n, m :エレメント番号, S_n :反応項

3. 結果および考察

図-2に Element27 (Element8 の底層)、Element21 (Element11 の底層)における藻類(5 藻類種を想定)と底泥巻上に伴う酸素消費を考慮した DO 濃度の再現結果を示す^{3) 4)}。他の Element については紙面の都合上割愛

キーワード 有明海, 溶存態ケイ素, DO, 従属型渦鞭毛藻類, シスト

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

する。この図から夏季における DO 濃度の減少、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再現されている。しかしながら非周期的に現れるイベント的な DO 濃度の低下が十分に再現されていない。図に示す緑の帯は渦鞭毛藻類による赤潮発生期間を示している。渦鞭毛藻類による赤潮発生期間と急激な DO 濃度の低下期間が概ね一致することから、このイベント的な DO 消費に関連した事が示唆される。図-3 に渦鞭毛藻類の消長過程をモデル化した DO 濃度の再現結果を示す。モデル導入に際しては、現地観測データから渦鞭毛藻類による赤潮発生期間の成層が顕著に現れていることから渦鞭毛藻類の増殖に成層強度の概念を導入し、最終的には底層の栄養塩摂取による増殖過程を導入した。図-3 に示されるように 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、渦鞭毛藻導入によるモデルの再現性の向上がうかがえる。図-4 に Element8,11 の DSi 計算結果と珪藻を想定した Chl-a の関係を示す^{2) 5) 6)}。DSi 濃度の上昇に伴う珪藻由来の Chl-a の増加傾向は再現されている。また、図中には渦鞭毛藻類による赤潮発生期間を同様に示す。これらの結果から表層における DSi 増加に伴う珪藻増殖、それに伴う渦鞭毛藻類の誘発並びに鉛直移動による底層部での DO 消費過程の再現性が確認されるようであるが、渦鞭毛藻類と珪藻との発生時期に不整合な部分もあり、渦鞭毛藻類と珪藻の消長過程の再現性については、今後の課題としたい。

4. まとめ

DSi、珪藻増加に伴う栄養塩の減少、渦鞭毛藻類の日周期性の鉛直移動習性から、DSi 増加による渦鞭毛藻類の発生について関連性が伺えるが詳細については今後の課題である。

謝辞：本研究にあたり資料を提供して頂きました関係者各位に深謝致します。

参考文献

- 1) 松岡数充：有明海・諫早湾堆積物表層部に残された渦鞭毛藻類シスト群集からみた水質環境の中期的変化,沿岸海洋研究第 42 巻第 1 号 (2004)
- 2) 古米弘明：河川におけるケイ酸などの無機溶存物質の流出機構に関する研究会,(2007)pp.1-16
- 3) 石井孝憲：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
- 4) 澤田大樹：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,平成 23 年度土木学会年次学術講演会講演概要集,VII-93
- 5) 熊谷博史,田中義人,白川ゆかり,松尾宏,金並和重：有明海北東部流域からの溶存態ケイ素濃度の予測,水環境学会誌 vol.33 (2010) No.3 pp.17-23
- 6) 浜崎佑貴：有明海における溶存態ケイ素の挙動に関する研究,平成 23 年度土木学会年次学術講演会講演概要集, VII-23

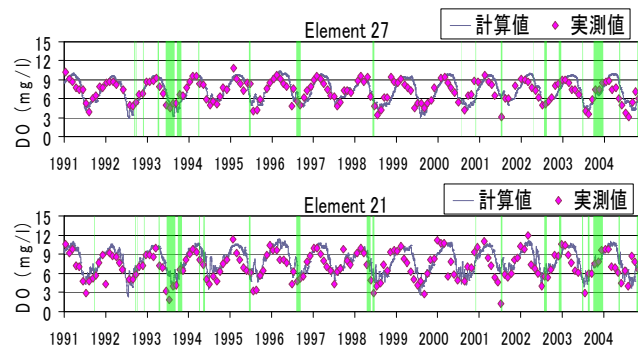


図-2 DO 濃度再現結果 (藻類と底泥巻上を考慮)

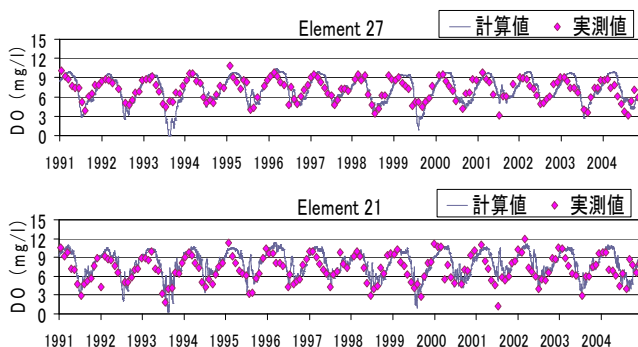


図-3 DO 濃度再現結果 (渦鞭毛藻導入)

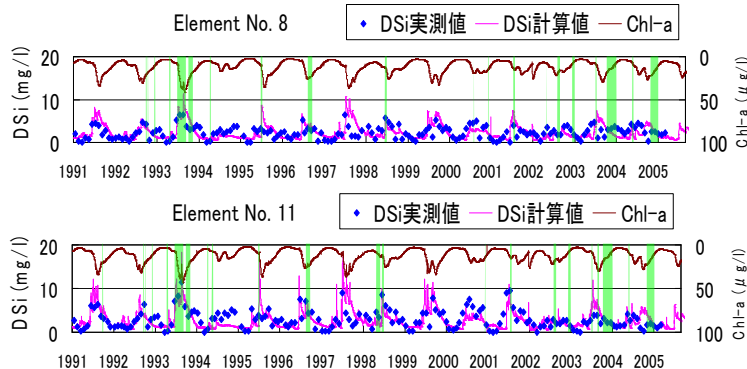


図-4 DSi 計算結果 (珪藻考慮)