

三次元有限容積法を用いた有明海における溶存酸素濃度解析

佐賀大学工学系研究 学生会員 ○橋口尚平
 佐賀大学理工学部 正会員 古賀憲一
 佐賀大学低平地研究センター 正会員 荒木宏之 山西博幸
 日本上下水道設計株式会社 石井孝憲

1. 研究目的

貧酸素水塊の発生は、有明海湾奥西部の干潟域や諫早湾付近で報告されている。一般的に溶存酸素濃度(以下 DO 濃度)が 4mg/l を下回ると生態系に影響があると指摘されている。DO 濃度が低下することで底泥から鉄が溶出しやすくなりシャトネラ赤潮を引き起こす可能性があるとの報告もある¹⁾。貧酸素水塊発生原因として、藻類等の有機物の底質への沈降、呼吸・酸化(酸素消費)と底質による消費が挙げられている。著者らは、これまで有明海を対象とした三次元水質モデルを構築し、有明海の物質輸送・変換現象の解明を試みてきた²⁾³⁾。本研究は、藻類と底泥(嫌気性)の巻き上げによる酸素消費に着目し、三次元有限容積モデルを用いて DO 濃度解析を行い有明海における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 3、計 27 の領域で構成されるとして水質計算を行った。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. -4.00m ~ T.P. -9.00m、底層を T.P. -9.00m ~ 海底までとした。潮位データは、口之津潮位観測所と大浦潮位観測所の観測値を使用した。実測値は浅海定線調査によるものを用いた。陸域からの流入負荷は L-Q 式に基づいて与えた。計算期間は 1991 年から 2004 年の 14 年間で計算時間は 1 日とした。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、計算で使った基礎式を式(1)に示す。DO 濃度に寄与するものとして曝気、藻類及び底泥を考慮している。

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

n, m : ボックス番号 c : 濃度 V : ボックスの体積 Q_{mn} : ボックス m からボックス n への流量

δ_{mn} : ボックス m とボックス n の移流係数 $\delta_{mn} = 1 - \delta_{nm}$ E'_{mn} : ボックス m とボックス n の分散係数 S_n : 反応項

3. 計算結果及び考察

3.1 基準パラメーターによる計算結果

表-1 に藻類による酸素生産(光合成)、呼吸と底泥巻き上げに伴う酸素消費に関するパラメーターを示す。酸素の生産及び消費は表 - 1 に示すように水温の影響を受けるものとした。基準パラメーターを用いた計算結果と実測値を図 - 2 に示す。紙面の都合上、有明海湾奥部のボックス 21 (干潟域)とボックス 27 (沖合域)のみ示す。飽和溶存酸素濃度(C_s)は水温、塩分と大気

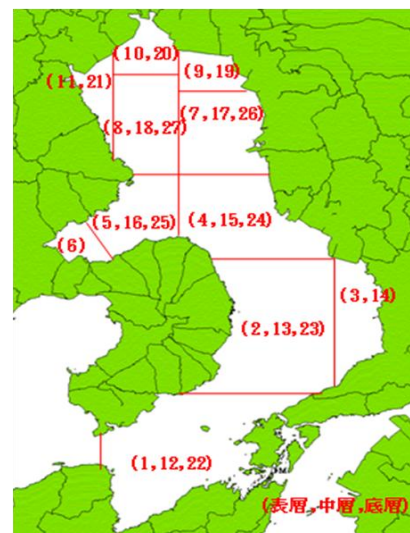


図-1 領域構成概略図

表 - 1 基準パラメーター

酸素生産(藻類)	生産速度(1/day)	0.08
	温度補正係数($\theta^{(20-T)}$)	1.03
呼吸(藻類)	呼吸速度(1/day)	0.02
	温度補正係数($\theta^{(20-T)}$)	1.07
酸素消費(底泥巻上)	消費速度(1/day)	0.05

キーワード 有明海 貧酸素 三次元有限容積モデル 底泥 藻類

連絡先 〒840-8502 佐賀市本庄町 1 佐賀大学理工学部都市工学科 TEL/FAX 0952-28-8575

圧によって定まる。図-2にDO濃度の計算結果を示す。この図において夏季における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概ね再現されている。紙面の都合上割愛するがChl-a濃度とSS濃度の計算結果はともに概ね良好な再現性を得ている。

3.2 感度解析

DO濃度の計算結果に及ぼす底泥(消費)と藻類(消費と生産)の寄与を把握するために感度解析を行った。まず、底泥による酸素消費速度を0とした時の結果を図-3に示す。図-2に示す計算結果と年間を通して双方に顕著な違いが認められない。このことから、定線観測結果で示されるような広域かつ長期的なDO濃度の挙動に関しては底泥の寄与は相対的に低いことが示唆される。次に、DO濃度に及ぼす藻類による酸素変換速度(生産と消費)を0として計算し、結果を図-4に示す。図-2との比較から、夏季においてのみ違いが生じている。このことから、夏季におけるDO濃度の減少は藻類による呼吸の寄与が確認されるようである。冬季においては、藻類の生産に加えてCsに及ぼす水温の影響が支配的になっているものと考えられる。外海からのDO供給の評価についても想定されるが貧酸素現象の観点からは本質的な課題ではない。

4. まとめ

本研究では、三次元有限容積モデルを用いて感度解析を行い、有明海における酸素消費について検討した。本研究で示す範囲では、湾奥部におけるDO濃度の減少は藻類による寄与が示唆された。年間を通して概ね良好な計算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点があり今後の課題としたい。

参考文献

- 1)環境省有明海・八代海総合調査評価委員会の報告書 平成18年12月21日
- 2) Vongthanasunthorn, N., 古賀憲一, 荒木宏之, 山西博幸, 大串浩一郎: 筑後川水系および有明海における水質モデルの開発, 環境工学研究論文集, Vol.40, pp.515-522, 2003.
- 3)石井孝憲, 古賀憲一, 荒木宏之, 山西博幸, Ittisukananth, P.: 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.

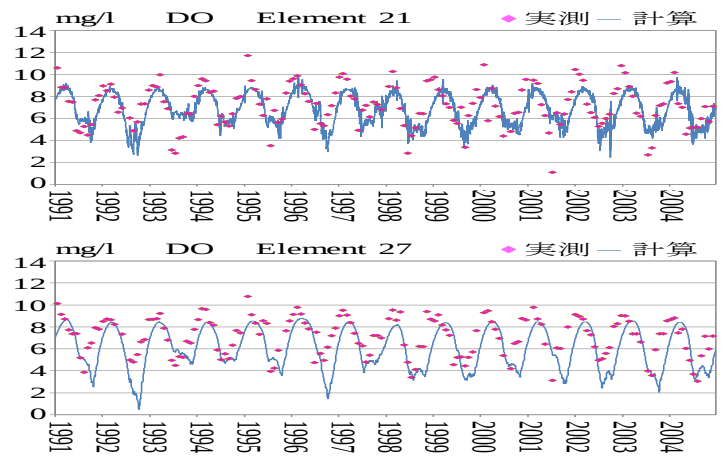


図-2 再現結果(基準パラメーター)

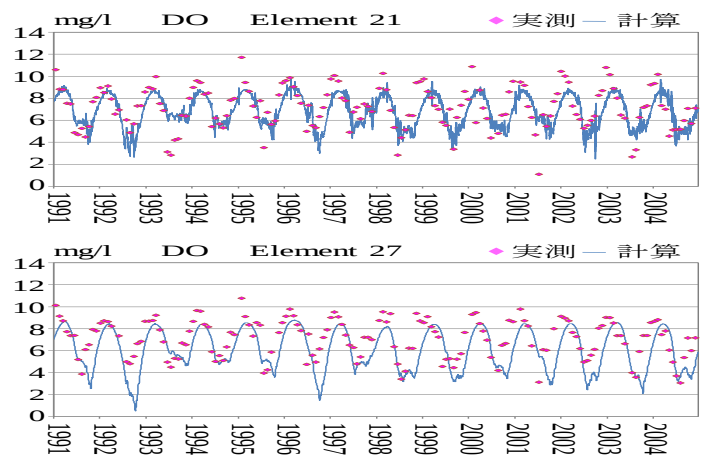


図-3 底泥の影響に関する感度解析

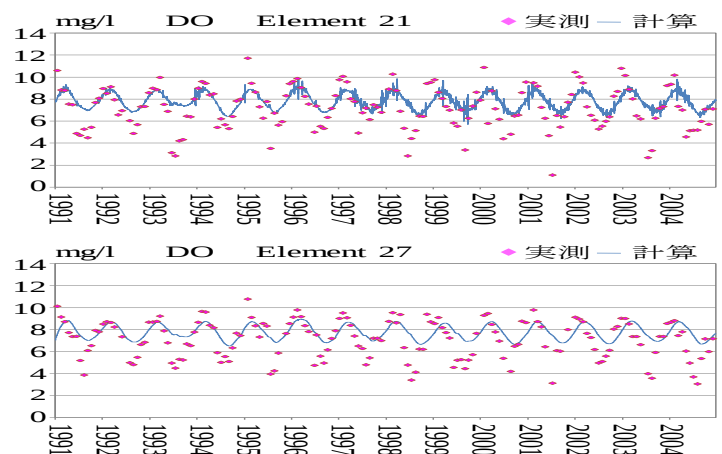


図-4 藻類の影響に関する感度解析