

江田島湾の海洋環境シミュレータの開発とその適用性

広島大学大学院工学研究科	学生会員	○黒川剛幸
広島大学大学院工学研究科	正会員	陸田秀実
広島大学大学院工学研究科	正会員	土井康明
広島大学大学院生物圏科学研究科	正会員	山本民次
広島大学大学院生物圏科学研究科	非会員	橋本俊也

1. はじめに

広島湾湾奥部に位置する江田島湾は、1940年代後半から広島牡蠣の養殖場として有名な海域である。この海域は、主な流入河川がなく、かつ瀬戸内海の潮流影響を直接受けることもないため非常に閉鎖性が高い。また、広島湾に係留されている牡蠣筏は、夏場の台風による高波被害を避けるため、この江田島湾を避難場所として使用しており、広島牡蠣の要所である。その一方で、湾内には大量の牡蠣筏が持ち込まれることから、底層には牡蠣の死骸や排泄物が大量に堆積している。さらに、湾内外水の交換が非常に悪いことから、有機汚泥が湾底に長期間滞留し、堆積物分解による貧酸素状態が毎年頻発する。そこで、本研究では、江田島湾内の環境再生・維持管理、里海保全に向けた方策を打ち出すことを目的として、江田島湾における海洋環境シミュレータを開発し、その精度検証を行う。また、江田島湾の流動や物質循環の特性、さらには、カキ筏養殖が江田島湾の海洋環境に与える影響を考究する。

2. 江田島湾の海洋環境シミュレータの概要

本研究で開発する江田島湾海洋環境シミュレータは、準3次元流動モデル¹⁾、浮遊生態系モデル²⁾、底生生態系モデル³⁾の3つのサブモデルで構成され、サブモデル間の物理量や物質収支のやり取りを考慮したものである。各サブモデルは既往の研究において十分な検証がなされており、これらを結合することによって、物理過程・生物過程を詳細に再現することが可能な江田島湾に適合した統合シミュレータを構築する。本モデルで考慮されるパラメータは、流動モデルにおいて水温、塩分、潮位、潮流速、浮遊生態系モデルにおいてカキ、動物・植物プランクトン、DOP、DIP、デトリタス、底生生態系モデルにおいてSFP、MPB、DFB、デトリタス、DOP、DIPであり、各コンパートメント間の物質のやり取りは参考文献を参照されたい。

本研究では、一年を通じて最も有機物負荷が多く貧酸素状態となる夏季を対象として初期の流動条件および生物条件を設定し、本シミュレータを稼動することにした。なお、今回はデータ同化を行っていない。

3. 計算結果と適用性

図-1は、湾口付近の水深5mと15mにおける南北流速、塩分濃度、水温について、現地観測結果(2007/07/26)と比較検証したものであり、潮位変動に伴う流速変動を精度良く再現できていることが分かる。

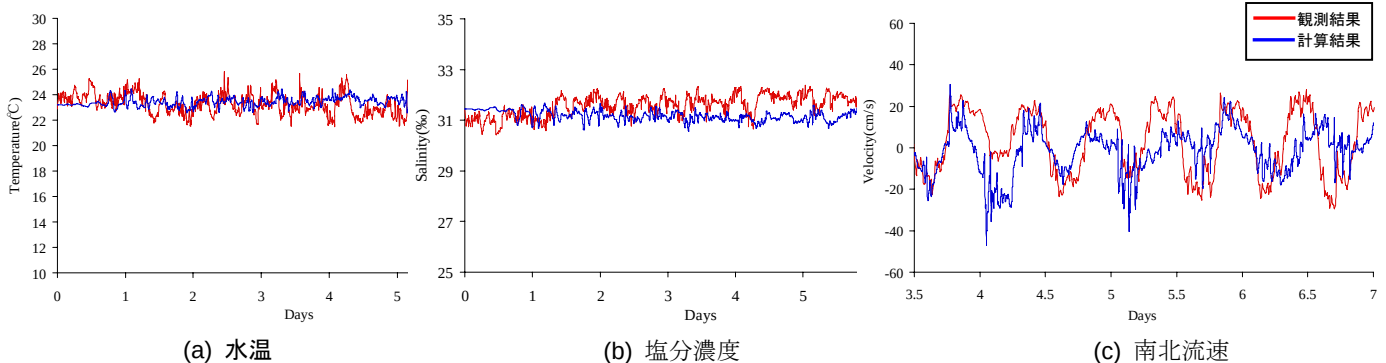


図-1 本シミュレーション結果と現地観測との精度比較（水深5m）

次いで、江田島湾内外水の海水交換特性を調べるため、図-2に牡蠣筏有り・無しの場合における海水交換率の水平分布を示す。牡蠣筏有りの場合、牡蠣筏を配置した湾奥東側海域において海水交換が妨げられている。また、50周期後であっても、海水交換は湾奥西側海域では殆ど行われず、主に東側海域に限定されていることが分かる。図-3は、湾全体の体積 (V_{ini}) と流入した湾外水の体積 (V_{out}) 比による海水交換率の時系列を示したものである。図より、30日経過後の江田島湾の海水交換率は約20%に過ぎず、湾全体の海水交換日数を概算すると約300日と推定される。次いで、上層・下層の物質収支に与えるカキ養殖の影響を調べるため、本数値計算結果に基づいて、底質環境が悪化する夏季の現状再現と物質循環過程を調べた(図-4)。

50周期後拡大図

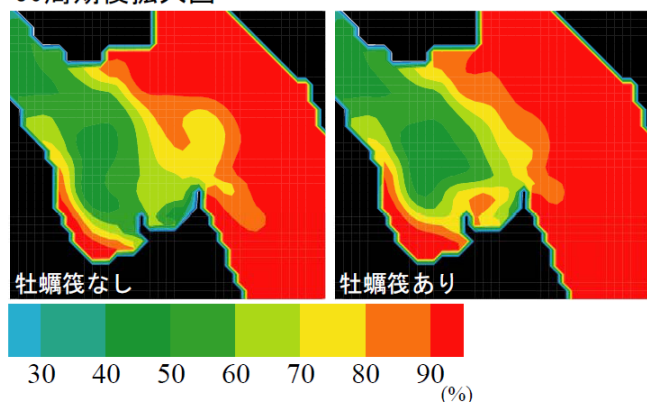


図-2 江田島湾に流入した湾外水の長期的変動に及ぼす牡蠣筏の影響(湾内水の占有率)

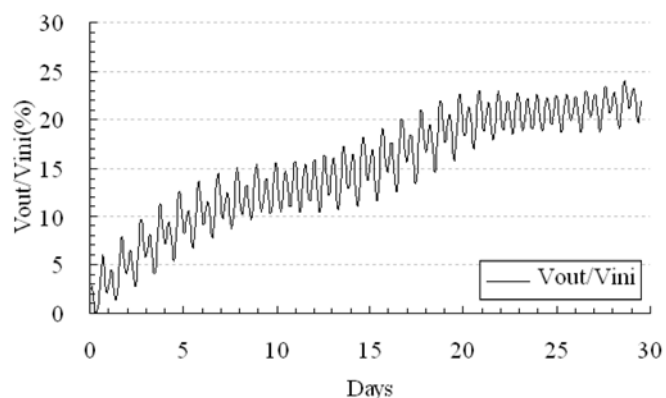


図-3 湾全体に占める湾外水の時間変化

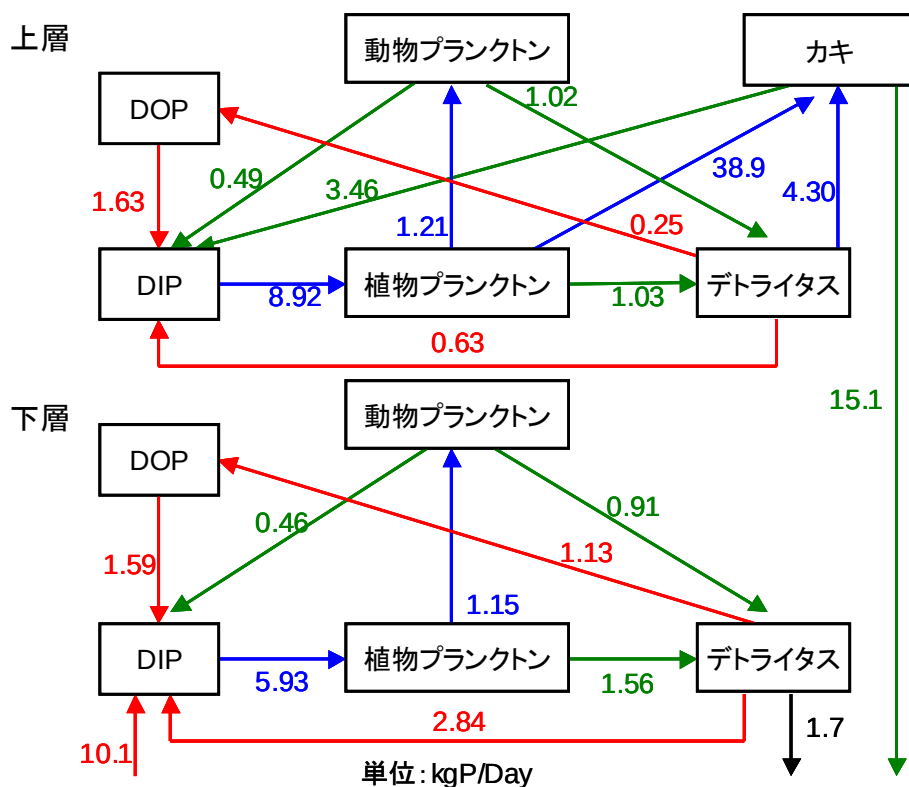


図-4 上層・下層の物質収支に与えるカキ養殖の影響(浮遊系)
(リン循環様式)

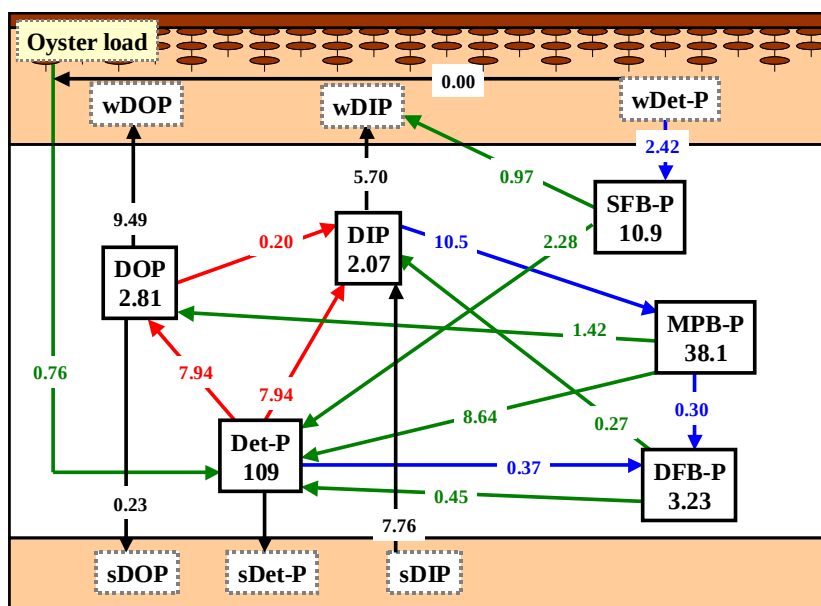


図-5 底質の物質収支（リン循環様式）

カキ養殖場内の底質に対する有機物負荷の約90%がカキの排泄物によるものであり、この結果は橋本のボックスモデル²⁾による結果と良好な一致を示している。また、本数値計算結果に基づいて、底質の物質収支（図-5）および同時期における底層の溶存酸素状態の空間分布を調べた（図-6）。カキ排泄物分解の活発な牡蠣養殖場および海水交換率の悪い湾奥部を中心に貧酸素状態となっていることが分かる。このような貧酸素状態は、底質の悪化や物質循環に影響を及ぼしていると考えられる。このことから、貧酸素水塊により、動物ベントスが減少し、底生微細藻の枯死量が増大し、その結果としてデトリタス負荷が増え、一層の底質悪化につながっているものと考えられる。以上の見解は、山本のボックスモデルによる結果³⁾を支持するものである。

4. おわりに

本研究では、流動モデル、浮遊生態系モデルおよび底質生態系モデルの3つのサブモデルを組み込んだ江田島湾海洋環境シミュレータを開発し、流動・物質収支に関して精度良い結果が得られることが分かった。また、本モデルは、牡蠣養殖場の存在が浮遊・底質系の溶存酸素濃度や有機物負荷量に与える影響ついて、ある程度定量化が可能であることが分

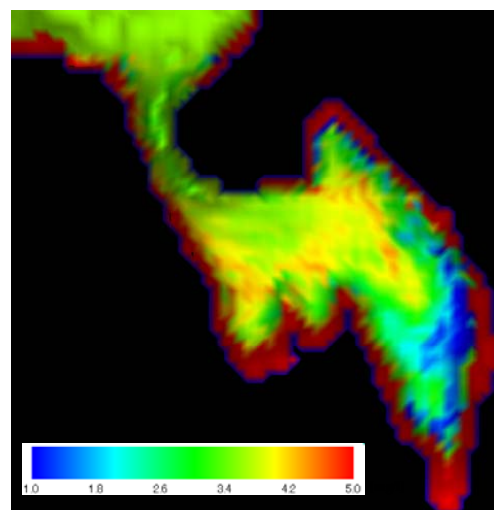


図-6 底層における溶存酸素濃度の空間分布

かった。今後は、浮遊・底生生態系パラメータのチューニングに対してさらなる検討が課題である。

謝辞

本計算結果の一部は、広島大学大学院工学研究科博士後期課程の新井 洋氏によるものである。ここに記して、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 陸田秀実, 市位嘉崇, 土井康明, 内堀博之: 広島湾の水質・生態系モデルとカキ養殖の影響, 海岸工学論文集, 第51巻, pp.1111-1115, 2004.
- 2) 橋本俊也: 江田島湾の環境再生を考えるシンポジウム講演要旨集, pp.21-24, 2007
- 3) 山本民次: 江田島湾の環境再生を考えるシンポジウム講演要旨集, pp.25-28, 2007