

第II部門 三次元流動水質アマモモデルの大阪湾への適用

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 ○福本 優奈
 東洋建設株式会社 正会員 金澤 剛
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 中谷 祐介

大阪大学大学院工学研究科 正会員 入江 政安
 電力中央研究所 正会員 今村 正裕
 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 永野 隆紀

1. はじめに

藻場は、物質循環・輸送システムを支え、幼仔魚の育成場「海のゆりかご」機能等を介して沿岸の生物多様性を維持する重要な場である。近年、アマモ場再生への取り組みが注目され、存在量やブルーカーボンとしての定量は行われるものの、藻場があることによる、物質循環や水質への影響についての議論は散発的で、現状は藻場再生活動を継続する後押しとなっていない。

本研究では、生産消費機能を含むアマモ現存量モデルと流動水質モデルを結合し、大阪湾を対象領域としてアマモ場が湾の物質循環に及ぼす影響の定量的評価を試みた。

2. アマモモデルの構築

アマモは根と茎(地下部)、葉(地上部)の器官をもつ海草であり、根と葉から栄養塩を吸収し、海中や堆積物中の栄養塩を固定する¹⁾。地上部の現存量には、春季に繁茂(伸長期)、晩夏に衰退(衰退期)する季節変動がある。

アマモの生育には、物理・生化学的要因や、人間活動などが影響するが、中でも光量および水温が生産に対する主要な制限因子となることが知られている。現存量を減少させる呼吸速度および枯死離脱速度は水温の上昇に伴い増大する。アマモは生産に伴い窒素やリンを吸収する一方で、枯死離脱した草体が藻場外に流出し分解することで水域に栄養塩を供給する。また、光合成や呼吸に伴い、溶存酸素の排出と消費も行う。

以上の知見から、湾スケールの物質循環に関するプロセスとして、栄養塩(窒素)吸収、酸素供給および消費、枯死離脱した草体の排出の3点に着目した。

図-1に本研究で構築したアマモモデルの構造を示す。緑色の長方形はアマモとして扱う範囲を、その外側は水質モデルを示す。Bocci et al.²⁾ および金澤ら³⁾のモデルを参考に、アマモを構成する状態変数として、地上部と地下部、体内窒素濃度を設定した。地上部は生産によって増加し、地下部への移動、呼吸と枯死離脱により減少する。地下部は、地上部からの移動で増加し、呼吸および枯死離脱により減少する。体

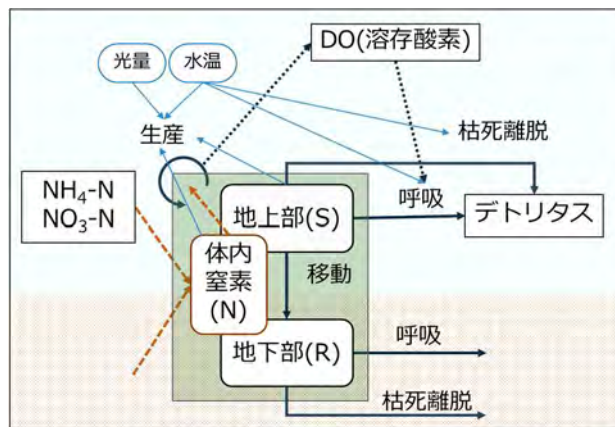


図-1 アマモモデルの構造図

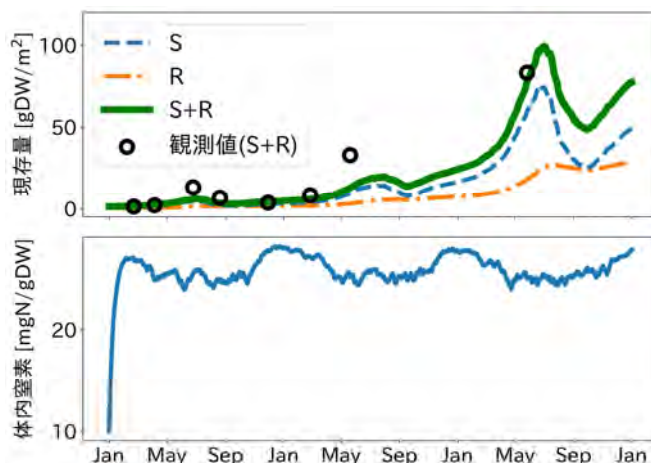


図-2 (a)アマモ現存量の観測値(丸)および計算値(地上部(S)、地下部(R)、合計(S+R)), (b)体内栄養塩(窒素)。

内栄養塩は水中と底質からの吸収により増加し、生産により消費される。また、アマモの増殖律速には、光量、水温、体内栄養塩濃度に加え空間制限を与えており、地上部バイオマスが500 [gDW/ m²]を超えて繁茂することはできないものとした。

アマモモデルのパラメータは、東播海岸におけるアマモ現存量の観測値と最もよく整合するよう調整を施した。パラメータ調整には、アマモモデル非結合流動水質モデルの計算結果から、水温、光量、栄養塩濃度を与えた(図-2)。

3. 流動水質-アマモ場結合モデル構築

アマモ場が湾スケールの物質循環へ及ぼす影響を評価するため、3次元流動水質モデル (ROMS) とアマモモデルを結合し、大阪湾に適用した。計算領域は大阪湾の東西 58.5 km × 南北 62 km とし、水平解像度は 500 m に設定した。平成 27 年藻場面積調査結果をもとに設定した特定のモデル格子 (アマモグリッド) では、流動水質モデルの水中光量、水温、栄養塩濃度を入力として、アマモモデルを駆動し、栄養塩 (アンモニア態窒素濃度、硝酸態窒素濃度) 濃度、溶存酸素濃度、懸濁態窒素濃度を流動水質モデルに出力することにより、双方向の物質循環を計算する。2012 年を助走期間として、2013 年 1 月 1 日から 1 年間の数値計算を実施した。

4. 環境条件によるアマモバイオマスへの影響

図-3 にアマモグリッド毎の地上部繁茂量分布を示す。現存量が多い紀伊水道付近や明石海峡南に位置する地点では、他の地点と比較して、生産制限となる水中光量が多く、また、水温が最適水温により近い。また、大阪湾では栄養塩は成長阻害要因にならないことが示された。

5. 水質項目の応答

アマモ場結合モデルと非結合モデルの栄養塩、溶存酸素等の物質濃度に、年間を通して顕著な差は見られなかった。しかしながら、値の変化量は小さいものの、アマモグリッドが存在しない湾奥部においても、物質濃度分布の変化が見られた。結合モデルのアンモニア態窒素濃度は非結合モデルと比較して、アマモ衰退期である 7 月下旬から 8 月にかけて湾奥底層で増加し始めた。図-4 に示す、7 月下旬におけるアマモ結合モデルと非結合モデルの底層デトリタス濃度の差を見ると、アンモニア態窒素の分解・生成元となるデトリタス態窒素も湾奥で増加していることが確認できる。また、図-4 の断面 AB を通過するデトリタスフラックス量は、非結合モデルと比べてアマモ場結合モデルで多く、増加したデトリタスの一部は湾口や湾央から湾奥に輸送されている。かつ、アマモは湾口に多く存在することから、排出される枯死草体がデトリタス増加の要因であると考えられる。また、湾奥の底層の溶存酸素濃度も低下するが、これは、水中に回帰した草体の無機化に消費されたためだと考えられる。したがって、枯死後のアマモ草体の挙動は、湾全域の物質濃度分布に変化を及ぼす可能性が示唆される。ただし、本計算ではアマモと植物プランクトン由来のデトリタスがもつ水平方向輸送や沈降速度、分解速度などの特性の違いは考慮されておらず、課題として残されている。

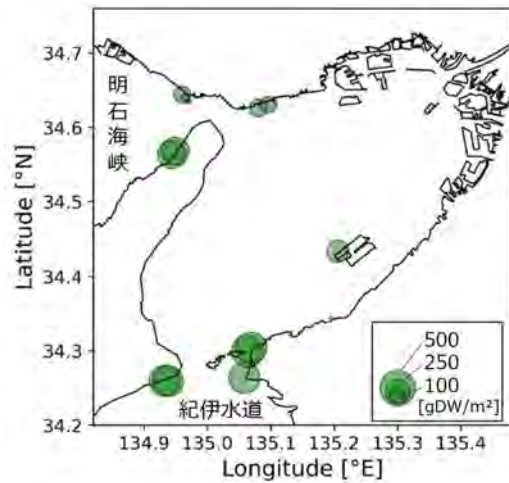


図-3 アマモ場分布の設定
計算結果の緑色の円はアマモグリッド地点を、円の直径は年平均地上部量の大きさを表す

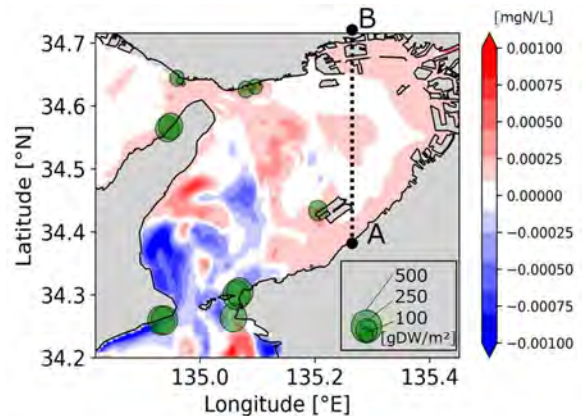


図-4 7 月下旬におけるアマモ場の有無による底層デトリタス態窒素濃度の変化

6. 結論

本研究では、アマモモデルを構築し、流動モデルと結合した数値解析を通じて、アマモ場の有無が湾の物質循環へ及ぼす影響の定量評価を試みた。その結果、枯死草体の分解が湾全域の物質濃度分布を変化させる可能性があることが示された。

謝辞 本研究は環境研究総合推進費 JPMEERF24S12308 により実施した。記して深甚の謝意を表す。

参考文献

- 1) 今村正裕・松梨史郎・本多正樹・川崎保夫：アマモ生育水域の物質循環に関わる環境因子の特性，海岸工学論文集，第 50 巻，pp.1101-1105，2003
- 2) M. Bocci, G. Coffaro, G. Bendricchio：Modelling biomass and nutrient dynamics in eelgrass (*Zostera marina* L.): applications to the Lagoon of Venice (Italy) and Øresund (Denmark), Ecological Modelling, Vol.102, pp.67-80, 1997
- 3) 金澤剛・鯉渕幸生・磯部雅彦：アマモ生長予測モデルの開発と現地検証，海岸工学論文集，第 53 巻，pp.1021-1025，2006