



## 瀬戸内海の栄養塩類管理に資する 新たな低次生態系モデルの開発

研究・開発機関 : 大阪大学大学院 工学研究科 地球総合工学専攻  
 利用施設 : スーパーコンピュータ「富岳」、  
 大阪大学サイバーメディアセンター 大規模計算機システムSQUID  
 計算規模 : 水平約26万メッシュ × 鉛直最大84層  
 利用ソフトウェア : 海洋環境シミュレーションモデル SCHISM<sup>1)</sup>

### Before

- 近年、瀬戸内海では貧栄養化（栄養塩\*類濃度の過度な低下）が生じ、生物生産性が低下した可能性が指摘されています。
- 貧栄養化の改善のために、沿岸事業場からの栄養塩類増加措置が実施されているが、その効果評価に資する科学的ツールがありませんでした。

### After

- スーパーコンピュータを活用することで、複雑な海岸・海底地形を有する瀬戸内海を対象に、超高精細な流動シミュレーションを実現しました。
- 養殖ノリの生理生態を組み込んだ低次生態系モデルを新たに開発することで、栄養塩類増加措置の好影響を評価できるようになりました。

栄養塩\*: 植物プランクトンや海藻が増殖するために必要な物質で窒素、りん、けい素等の塩類の総称

### 背景と目的

瀬戸内海では、水質総量規制などの汚濁負荷削減施策が四十余年にわたり行われ、水質は大幅に改善されました。しかし、その結果、一部海域では依然として富栄養状態にある一方、多くの湾灘では貧栄養化（図1）が進行し、養殖ノリの生育不良（図2）が生じるなど、生物生産性の低下が新たな問題となりました。

この状況を踏まえ、近年は「きれいな海」から「豊かな海」を目指すように環境行政が大きく方針転換され、地域のニーズに応じて海域への窒素、リンなどの栄養塩類の供給を可能とする「栄養塩類管理制度」が創設されました。

具体的には、大阪湾や播磨灘では海域の窒素濃度を高めるために、沿岸事業場（下水処理場や工場）の排水処理能力をあえて低下させて、海域により多くの窒素を供給する方策が行われています。

しかし、水産資源の確保に本当に寄与するのかという点については、有用な科学的ツールが存在しないため、十分な評価はなされていません。

本稿では、実際に行われている事業場における栄養塩類増加措置が、瀬戸内海の水質や養殖ノリの生長に及ぼす影響について、スーパーコンピュータを用いて実施した数値シミュレーションの事例を紹介します。

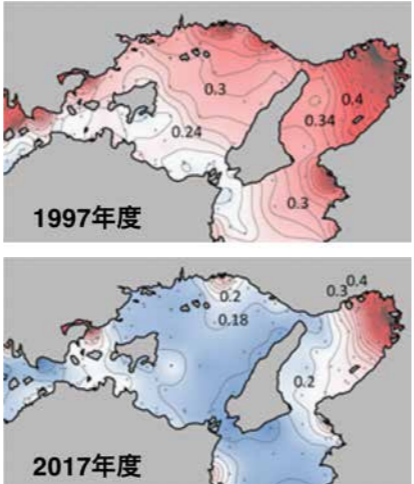


図1 海域表層の全窒素濃度の変化 (0.2mg/L 以下の海域は生物生産性が低いとされている。藤原建紀博士ご提供の図を改変)



図2 正常ノリ(左)と色落ちノリ(右)

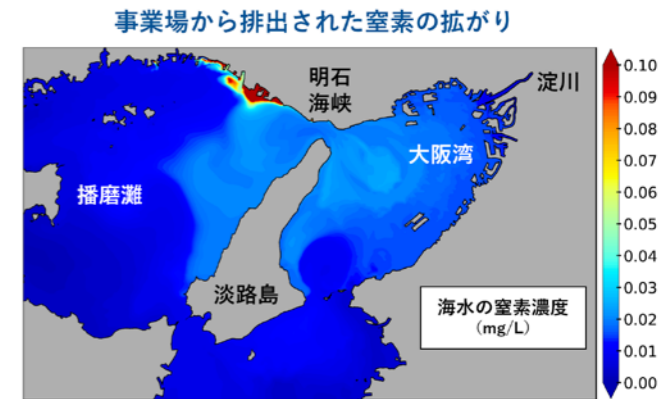


図3 栄養塩類増加措置の対象事業場から排出された窒素の拡がり

### 利用成果

海域の流動と低次生態系の解析には、三次元海洋環境シミュレーションモデルSCHISM (Semi-implicit Cross-scale Hydroscience Integrated System Model)<sup>1)</sup>を使用しました。瀬戸内海の複雑な海岸・海底地形を非構造格子により正確に解像し、スーパーコンピュータを活用することで超高精細な数値シミュレーションを実現しました。その結果、栄養塩類増加措置の対象事業場から排出された窒素の挙動を詳細に解析することが可能となり、播磨灘北部沿岸に集中して立地する事業場の周辺だけでなく、播磨灘沖合や大阪湾西部にまで窒素が拡がることになりました（図3）。

さらに、従来モデルに養殖ノリの生理生態を組み込むことで、海水の栄養塩濃度に対するノリ品質の応答を解析できる新たな低次生態系モデルを開発しました（図4）。開発モデルを用いることで、養殖ノリのバイオマス量（一般的には生物体の重量を意味する）と色調の変動を追うことが可能になりました（図5）。養殖ノリは11月頃から2～3週間に1回のペースで収穫されますが、シミュレーション結果でもその様子が再現され、数値モデルの信頼性が確認されました。

今後はノリ収穫量などのシミュレーション結果を実績データと照らし合わせることでモデルパラメータを精査し、より高精度化した低次生態系モデルを用いて、行政施策として行われている栄養塩類増加措置の効果を評価する予定です。

参考文献 1) Zhang, Y. et al.: Seamless cross-scale modeling with SCHISM, Ocean Modelling, 102, 64-81, 2016.

謝辞: 本研究は(公財)国際エメックスセンターより助成を受けて行いました。また、HPCI システム利用研究課題(課題番号: hp220289, hp220371)を通じて、計算資源の提供を受けました。あわせてここに深く謝意を表します。

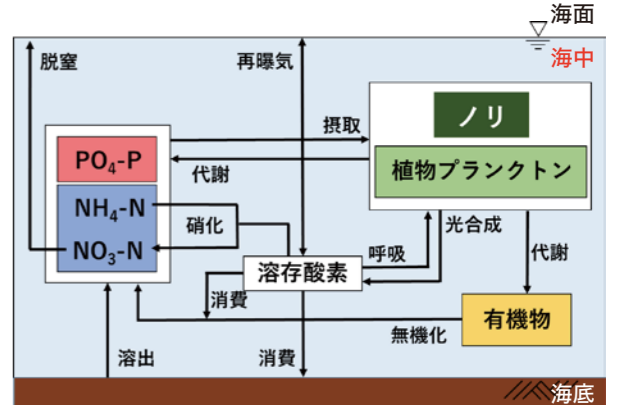


図4 養殖ノリの生理生態を組み込んだ低次生態系モデル

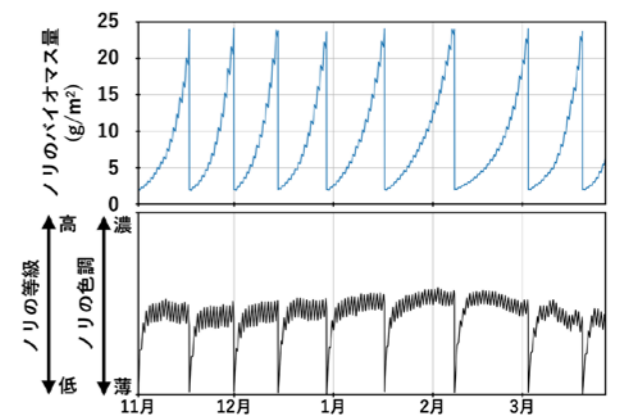


図5 養殖ノリのバイオマス量(炭素換算置)と色調の変動