

第Ⅶ部門

大阪湾・播磨灘生態系における栄養段階構造と流入負荷増減の影響 ～モデル解析～

大阪市立大学

学会員 ○関 崇史

大阪市立大学大学院工学研究科

正会員 相馬 明郎

1. はじめに

瀬戸内海では、高度経済成長期に陸域からの有機物・栄養塩の流入が増大し、富栄養化が進行した。その結果、赤潮や貧酸素化が頻発し、漁業被害が発生するなど深刻な問題となった¹⁾。こうした状況を受け、環境省は総量規制を実施し、富栄養化は改善に向かっている。

一方、1970年～1980年代の瀬戸内海は、年間単位面積当たりの海面漁業生産量が、世界の代表的な閉鎖海域と比較しても高かったが、1980年第後半から、漁獲量は減少している。その一因として、貧栄養化に伴う魚介類等の餌料環境の悪化が懸念されているが、その因果関係は未解明である²⁾。また、大阪湾と播磨灘では、状況が異なる可能性もある。したがって、本研究では、魚介類の餌料である植物プランクトン及び動物プランクトン等の低次生態系の量的・質的变化と栄養塩の関係性を把握することを目的とし、低次生態系モデルを大阪湾・播磨灘に適用し、大阪湾、播磨灘それぞれにおける生態系の栄養段階構造を解析した。また、有機物・栄養塩流入の変化に伴う生物生産の応答性を解析した。

2. モデルの概要

本研究で用いる生態系モデルは、植物プランクトン、動物プランクトン、デトリタス、溶存性有機物、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、溶存酸素をモデル変数に持ち、これらモデル変数間の生態系連鎖(被食・捕食関係、分解・無機化)を考慮できる。本モデルは、海域のエスチャラー循環、潮流、吹送流などを考慮した3次元流動モデルと結合されている。

3. モデルの適用と検証

本モデルの計算領域を図1に示す。本研究では、2015年11月1日～2016年4月30日の期間の計算を行い、観測値のある全てのモデル変数について、大阪湾と播磨灘の6地点にて、観測値とモデルの計算値を比較し、

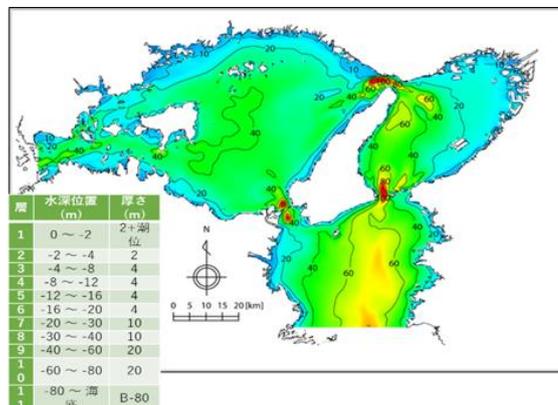


図1：生態系モデルの計算領域及び計算格子の鉛直区分

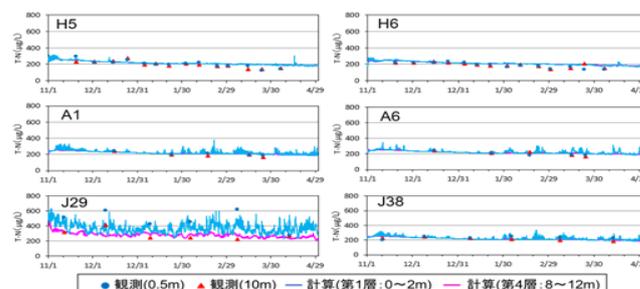


図2：全窒素の観測値と計算値の時系列変化

現況の再現性を確認した。図2に、全窒素 (TN) の観測値と計算値と比較を示す。

4. 栄養段階構造の解析

検証を終えたモデルを用い、大阪湾及び播磨灘海域における窒素構成比を解析した結果を図3に示す。大阪湾と播磨灘海域、いずれの海域においても、1月から4月にかけて無機態窒素が消費され、植物プランクトンの割合が増加することが確認できる。

また、全窒素に対する動物プランクトンの窒素構成比は、1月、4月ともに播磨灘の方が大阪湾に較べて高く、播磨灘は、大阪湾に較べ、栄養塩から動物プランクトンへのグレーディングが効率的に行われている可能性が示唆される。

5. 流入負荷の変化に対する生物生産の応答性

陸域からの有機物・栄養塩流入（流入負荷）の変化に伴う生物生産の応答性を確認するため、有機物、無機態窒素・リン流入を現状(100%)の0%, 50%, 200%, 300%と変化させた場合の計5ケースの計算を行った。変化させた流入負荷は、2015年11月1日から4月30日までの計算期間で与えた。

大阪湾・播磨灘における(1)無機態窒素濃度、(2)総1次生産速度（光合成速度（7日間移動平均））、(3)総2次生産速度（動物プランクトン捕食（日平均））それぞれの11月1日から4月30日までの経時変化を図4、図5、図6に示す。図から明らかなように、無機態窒素濃度、総1次生産速度、総2次生産速度のいずれも、大阪湾は播磨灘に比べ大きな変化を示した。これは、流入負荷の増加・削減が、地点に依らず一律の割合で施行されると仮定すれば、大阪湾は播磨灘に比べ、流入負荷の影響を強く受けることを意味する。

また、図6より、播磨灘は大阪湾に比べ、総2次生産速度が大きい。すなわち、播磨灘は大阪湾に比べ、低次から高次への栄養塩移行が大きい海域であることが推察される。

6. おわりに

本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) 大阪湾・播磨灘に流動モデルと低次生態系モデルを適用し、観測値とモデル計算値の比較による検証から、モデルは概ね現況を再現した。
- (2) 大阪湾・播磨灘の栄養塩段階構造の結果から、播磨灘は大阪湾に比べ、低次から高次への栄養塩段階の移行が大きい海域であることが推察された。
- (3) また、流入負荷変化に伴う生物生産の応答性に関する感度解析から、現状の流入負荷を一律で増加・削減させた場合の応答性は、大阪湾のほうが播磨灘よりも大きかった。また、播磨灘においては、2次生産への影響は大きくなかった。
- (4) ただし、本稿で示した流入負荷変化に伴う生態系の応答性は、生態系の応答反応の過渡期を解析したものであることに留意する必要がある。即ち、時間経過とともに、2次生産に対する流入負荷の影響がさらに大きくなる可能性もある。この評価は、今後の課題である。

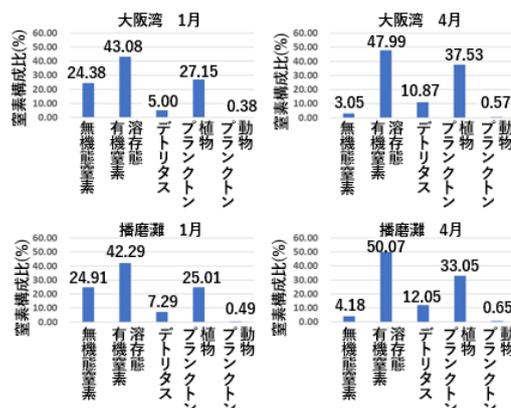


図3. 大阪湾・播磨灘における1月及び4月の栄養段階構造 ～全窒素に対する各窒素形態の構成比～

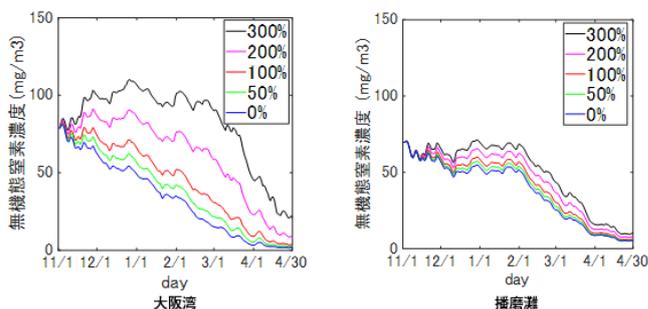


図4：流入負荷の変化に対する無機態窒素濃度の応答

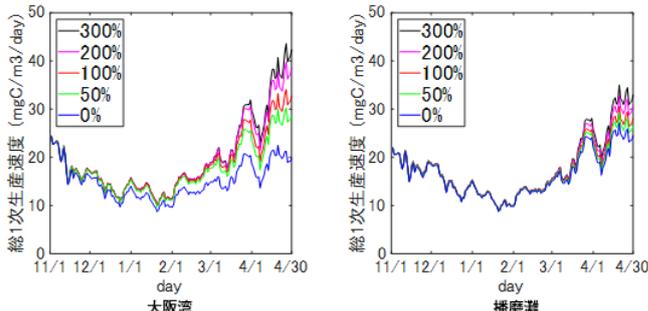


図5：流入負荷の変化に対する総1次生産速度の応答

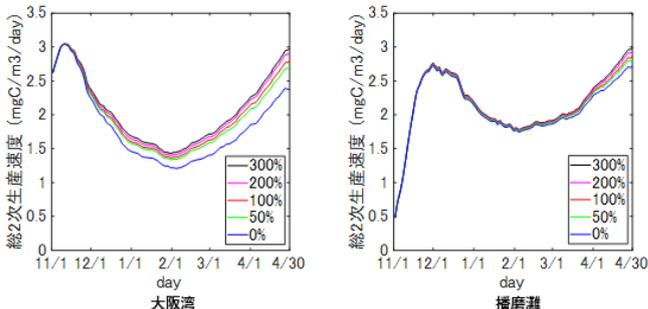


図6：流入負荷の変化に対する総2次生産速度の応答

参考文献

- 1) 山本民次：瀬戸内海の貧栄養化について（再考），日本マリンエンジニアリング学会誌，第49巻，第4号，pp. 71-76, 2014
- 2) 反田寛：瀬戸内海の栄養塩環境と漁業，水産技術，pp. 37-46, 2014