

# BF4 食物連鎖モデルを用いた播磨灘における 窒素負荷量に対する生態系の応答性評価

Assessment of ecosystem response to nitrogen load in Harimanada using food chain model

共生環境評価領域

08E18036 高島知樹 (Tomoki TAKABATAKE)

**Abstract:** Harimanada, the eastern part of the Seto Inland Sea, has recently faced oligotrophication. As a countermeasure, operation controls are being carried out to increase the discharge of nutrients, including nitrogen, at sewage treatment plants. This study evaluated the response of ecosystems in Harimanada to nitrogen load from inflowing rivers by using a food chain model. The model well reproduced the concentration levels of total nitrogen, phytoplankton, and zooplankton in Harimanada in 2010s. The increase rate of plankton and fish proliferated is more moderate than the rate of phytoplankton. In consequence, phytoplankton is seemingly a rate-determining step of the ecosystem.

**Keywords:** Oligotrophication, Nutrients, Biomass production, Ecosystem model

## 1. はじめに

瀬戸内海では、高度経済成長期に富栄養化をはじめとする水質の悪化が進行したが、瀬戸内環境保全特別措置法の制定以降は様々な対策によって水質が改善されてきた。一方で近年は、漁獲量の減少や海苔の品質低下などの問題が発生しており、原因のひとつとして貧栄養化が挙げられている。その対策として、瀬戸内海東部の播磨灘への流入河川流域では、下水処理場において栄養塩の放流濃度を高める運転管理が実施されている。適正な栄養塩供給を行うためには、栄養塩供給に対する水域生態系の応答性を把握しておく必要がある。そこで本研究では数値モデルを用いて、陸域からの窒素負荷量の変化が播磨灘の生態系に及ぼす影響を評価した。

## 2. 計算方法

### 2. 1 生態系モデル

このモデルでは佐藤ら<sup>(1)</sup>が開発した NPZFF (N: 栄養塩、P: 植物プランクトン、Z: 動物プランクトン、F: 魚 (プランクトン食生魚及び魚食性魚)) モデルを播磨灘に適用した。適用するにあたり、栄養塩を播磨灘の環境に合わせて窒素 (TN) とし、沿岸と沖合を表現する 2 ボックス型のモデルに変更した。

### 2. 2 計算条件

計算は次の手順で行った。まず文献等から設定した各パラメータの幅の範囲内でランダムに値を設定し、予め設定した初期値から 2010 年代の現況再現計算を定常状態に達するまで行う。10 年目の栄養塩濃度および各バイオマス濃度が設定した一定範囲にあり、かつ 10 年目の栄養塩濃度および各バイオマス濃度の変動係数 (=標準偏差/平均値) が 0.2 以下である場合にそのモデルを採用し、追加で 10 年計算を行う。その後 20 年目の平均値を初期値として栄養塩の流入負荷量を変化させ、10 年計算し、最終年次における栄養塩濃度および各バイオマスを計算する。この一連の流れを 1000 パターンの結果が得られるまで計算を行った。パラメータは、植物プランクトンが 10 個、動物プランクトン、プランクトン食性魚、魚食性魚が各 6 個の計 28 個あり、その中には最大成長率、エキソサイトーシス率などを設定した。

計算領域は播磨灘の一部を北部と南部に分割し、北部を沿岸、南部を沖合として計算を行った。

### 3. 実験結果

現況再現計算については実測値の範囲内から外れていない結果となった。陸域からの負荷量を変化させた場合に全窒素濃度および各バイオマス濃度の 1000 パターンの平均値がどのような応答を示したのかを図 1 に示す。海水中の TN の濃度は陸域からの窒素負荷量の変化量と線形関係にあったが、植物プランクトンはバイオマス濃度上昇が鈍化していた。また、魚食性魚のバイオマス濃度の変化はプランクトン食生魚のバイオマス濃度と異なり、濃度が上昇しにくくなる動きをしていた。栄養段階の上昇に伴いバイオマス濃度の増加率が鈍くなっているため、植物プランクトンが食物連鎖における律速段階になっていると思われる。

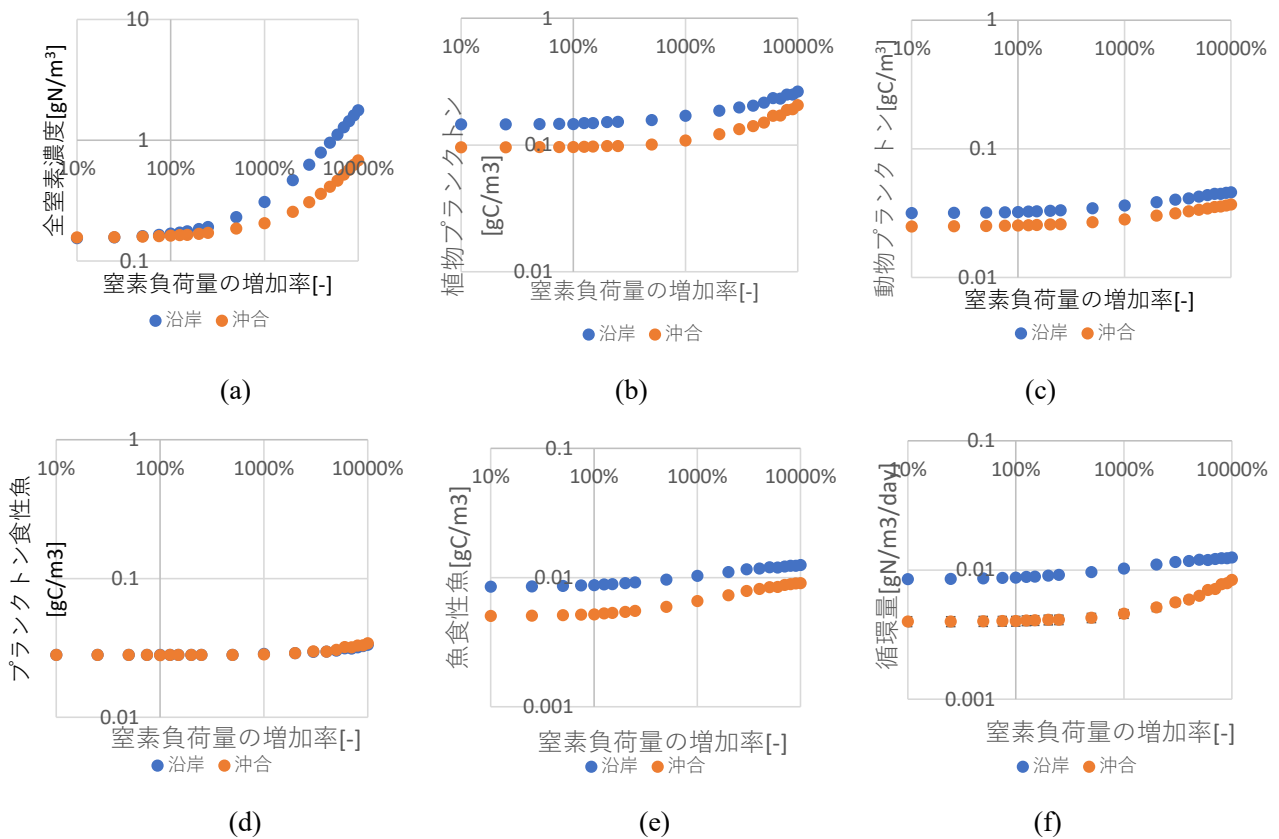


図 1 陸域からの窒素負荷量変化に対する播磨灘における TN および各バイオマス濃度の応答性

### 4. 考察

植物プランクトンのバイオマス濃度が上昇しにくくなっていた動きについては、植物プランクトンの成長量に関係していると考えられる。窒素が増え、植物プランクトンが増殖した結果、植物プランクトンの成長速度が抑制されて植物プランクトンの増殖が抑えられる結果となったと考えられる。

### 5. 結論

本研究の結論としては、陸域からの窒素負荷量を増加させた場合、植物プランクトンがボトルネックとなってそれ以降の栄養段階の生物が増加しにくくなる。

今後の課題として、今回のモデルは隣接海域とのやり取りが定常状態となっているため、隣接海域についてもモデル化していくことで各栄養段階の応答性がより正確なものとなることが考えられる。

### 参考文献

- 1) 佐藤祐一、早川和秀、栄養塩負荷の増減が琵琶湖の高次生態系に与える影響：モンテカルロ法を用いた食物連鎖モデルによる解析、水環境学会誌、42、No.4、pp.133-143、2019