

第II部門

冬季播磨灘における大型珪藻の栄養塩競合に関する研究

大阪市立大学工学部

学生員 ○今田 理久

大阪市立大学大学院工学研究科

正会員 相馬 明郎

1. 背景と目的

近年の瀬戸内海では、流入負荷の減少等により、従来の富栄養化問題とは異なる、海域の貧栄養問題が顕在化している。瀬戸内海東部に位置する播磨灘では、養殖ノリの漁期である冬季の栄養塩濃度低下により、ノリの色が褪せる、食味が悪くなる等の問題が発生している。ノリの色落ちは、大型珪藻 *Coscinodiscus Wailesii* や *Eucampia Zodiacus* の大量発生に伴う栄養塩消費により、ノリへ供給される栄養塩が減少することで発生すると推察されている<sup>1)</sup>。しかしながら、大型珪藻が大量発生する機構の全容は未だ把握されておらず、大型珪藻による栄養塩競合の実態も明らかになっていない。

本研究では、ノリの色落ちの主要因と考えられている、大型珪藻 *C. Wailesii*, *E. Zodiacus* の生理・生態を数理モデル化し、それらを内湾複合生態系モデル：EMAGIN\_HPに組み込んだ生態系モデル：EMAGIN\_HRを播磨灘に適用し、大型珪藻の生理・生態の動態を解析することで、大型珪藻の栄養塩競合の実態を明らかにすることを目的とする。

2. 大型珪藻の数理モデル化

播磨灘は、植物プランクトンの優占種に顕著な季節変化が観測されている海域であるため、種の季節的な遷移を念頭に置いたモデル化が必要である。そのため、本研究では、播磨灘における主要な植物プランクトンを、大型珪藻 *Eucampia Zodiacus*, *Coscinodiscus Wailesii*, 小型珪藻, その他植物プランクトン(主に渦鞭毛藻)の4種に分類し、モデル変数として取り扱った。

さらに、これら4種の植物プランクトンの生活環や、栄養塩の競合関係を、より詳細にモデルで表現するため、休眠細胞、栄養細胞の形成過程やセルクオーター等、各植物プランクトンの特徴的な生理生態についてのモデル化を行った。

これらのモデル変数を、流動モデル(COSMOS)と内湾

生態系モデルをカップリングさせた内湾複合生態系モデル：EMAGIN\_HP<sup>2)</sup>に組み込んだ。この生態系モデル：EMAGIN\_HRの浮遊系生態系ダイアグラムを図2に示す。破線枠内は本研究で追加したモデル変数である。

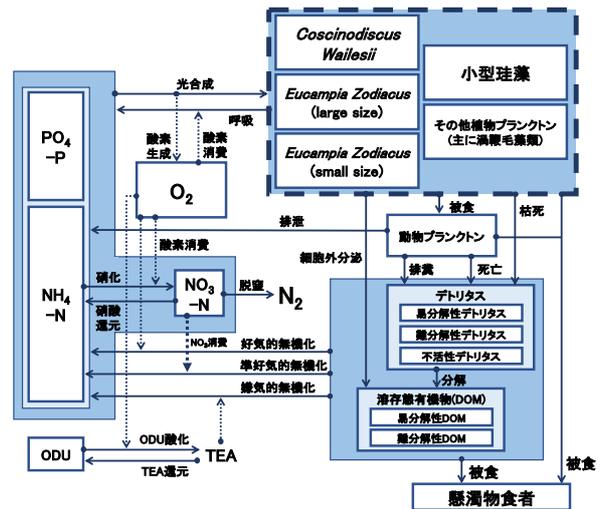


図2 EMAGIN\_HRの生態系ダイアグラム

3. モデルの適用

流動モデル、生態系モデルの境界条件は1年周期関数で与えた。この周期関数は、平成12～平成16年度の5カ年の観測データより平年的な季節変動状況を表現したものである。生態系モデルでは、水平方向に12ボックスで播磨灘を区分した(図3)。また、計算タイムステップは、日周期の変動を十分に捉えられるよう、1.0 hrとした。

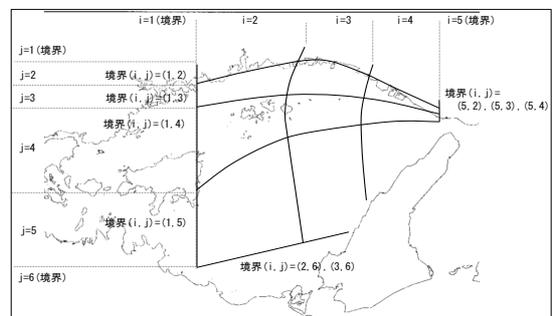


図3 生態系モデルの計算領域及びボックス区分 (i, j)はボックス座標を示す

#### 4. モデルの検証

モデルの検証は、観測値と計算値の比較をすることで行った。計算との比較に用いた観測値は、平成12年4月から平成17年3月の間に観測されたものである。モデルは、すべてのモデル変数に対し、概ね良好な再現性を示した。一例として、ボックス (i,j) = (3,3) (図3参照) における各植物プランクトンの季節変動についての計算値と観測値の比較を図4に示す。

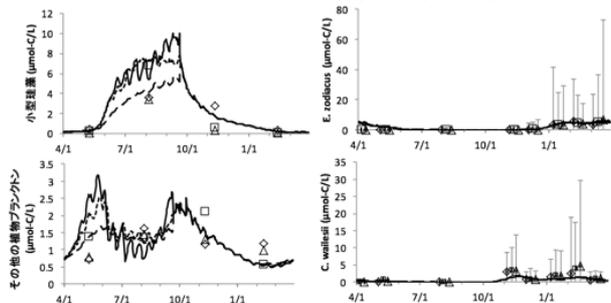


図4 各植物プランクトンの計算値と観測値の比較

#### 5. 感度解析による栄養塩競合関係の検証

栄養塩競合関係が、本モデルで表現されているかを検証するため、大型珪藻 *C. Wailesii* の生物パラメーターを、通常計算から変更する感度解析を行った。その一例として、①栄養塩摂取速度を通常計算時の200%、かつ、②光合成速度を通常計算時の200%、という条件でパラメーターを変更し、変更前後における植物プランクトン濃度の比較を図5に示す。

通常計算に比べ、①、②のパラメーター変更後は、*C. Wailesii* の栄養塩摂取量が増加し、これに伴い、他の植物プランクトンの栄養塩摂取量は減少した。こうした関係は、図5において、*C. Wailesii* の増加、また他の植物プランクトンの減少、という形に現れている。この結果より、本モデルでは、植物プランクトン間での栄養塩競合関係が表現されていることが示された。

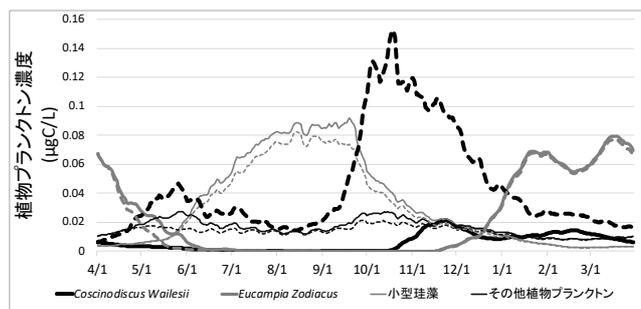


図5 感度解析による植物プランクトン量の比較 (実線：通常計算時、破線：パラメーター変更時)

#### 6. 栄養塩の取得の実態把握

妥当性を検証したモデルを用いて、当海域における各植物プランクトンの栄養塩取得の実態把握のための解析を行った。図6に冬季(12~2月)における各植物プランクトンの栄養塩摂取割合を示す。ノリの漁期である冬季には、大型珪藻 *E. Zodiacus* の栄養塩取得割合が全体の56%を占めていた。この結果より、*E. Zodiacus* による栄養塩の摂取が、冬季播磨灘における栄養塩濃度低下の主要因であることが示された。

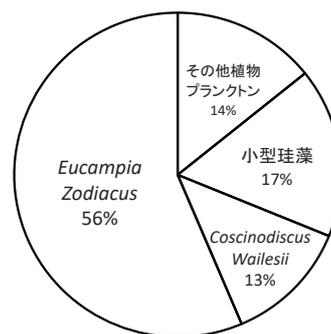


図6 冬季の各植物プランクトン栄養塩取得割合

#### 7. 結論

大型珪藻の生理生態についてのモデル化を行い、それらを既存の生態系モデルに組み込み、適応・検証を行った。本モデルは、すべてのモデル変数に対し、概ね良好な再現性を示し、大型珪藻の生理生態をモデルに組込むことで、各植物プランクトンの特徴的な季節変動や栄養塩の競合関係が表現された。また、検証を終えたモデルを用いて、各植物プランクトンの栄養塩取得量の解析した結果、*E. Zodiacus* による栄養塩の摂取が、冬季の栄養塩濃度低下の主要因であることが示された。

#### 参考文献

- 1) 西川哲也, 2011. 養殖ノリ色落ち原因珪藻 *Eucampia zodiacus* の大量発生機構に関する生理生態学的研究. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告 水産編. 42, 1-82
- 2) Sohma, A., Sekiguchi, Y., Kuwae, T., Nakamura, Y., 2008. A benthic-pelagic coupled ecosystem model to estimate the hypoxic estuary including tidal flat—Model description and validation of seasonal/daily dynamics. *Ecological Modeling*. 215. 10-39