

有明海を対象としたマルチボックス生態系モデルによる海域環境評価 Environment Assessment of the Ariake Sea using Multi-Box Ecosystem Model

○田畑俊範*・中島広大**・平松和昭*・原田昌佳*

Toshinori Tabata*, Kodai Nakashima**, Kazuaki Hiramatsu * and Masayoshi Harada*

1. はじめに 有明海は日本最大の干潟と独特な生態系を有する閉鎖性海域で、古くからノリの養殖や貝類を中心とする漁業が盛んに行われてきた。しかし、近年様々な環境異変が発生し、漁業生産に大きな影響を与えている。そのため、有明海の海域環境を定量的かつ経年的に把握し、環境異変の解明が必要である。本研究では、マルチボックス生態系モデルを用い、近年の有明海における環境異変やその対策による海域への影響評価を行った。

2. マルチボックス生態系モデル 複雑な環境異変の全体像を捉えるには、物質の平均的な挙動を評価可能なマルチボックス生態系モデルが有効である。本研究では、有明海を Fig.1 に示す 12 個のボックスに分割して水質動態解析を行った。構築した生態系モデルの概要を Fig.2 に示す。各計算項目の濃度変化は、以下の基礎式に基づいて解析した。

$$V_i \cdot \frac{dC_{k,i}}{dt} = -\sum_j Q_{i \rightarrow j} \cdot C_k^* + \sum_j K_{j \rightarrow i} (C_{k,j} - C_{k,i}) + S_{k,i} \quad (1)$$

ここで、 V_i はボックス i の体積 (m^3)、 $C_{k,i}$ はボックス i における水質項目 k の濃度 ($mg \cdot m^{-3}$)、 $Q_{i \rightarrow j}$ はボックス i からボックス j への移流量 (m^3)、 $K_{j \rightarrow i}$ はボックス j からボックス i への拡散水量 (m^3)、 $S_{k,i}$ はボックス i における水質項目 k の生物・化学的変化項、 C_k^* は $Q_{i \rightarrow j} \geq 0$ のとき $C_k^* = C_{k,i}$ 、 $Q_{i \rightarrow j} < 0$ のとき $C_k^* = C_{k,j}$ である。移流の方向および水量比は二次元単層モデルの計算結果を基に各ボックスの体積が一定となるよう設定した。河川流入負荷量は、各河川の $L-Q$ 式により算出し、生物・化学的変化項内で考慮した。計算期間は 2008 年 1 月 1 日～2012 年 12 月 31 日とし、数値解法として Runge-Kutta-Gill 法を採用した。モデルのパラメータは、Fig.1 に示す調査点における浅海定線調査の結果を用いて試行錯誤的に決定した。

3. シミュレーション結果 Box1 におけるシミュレーション結果と

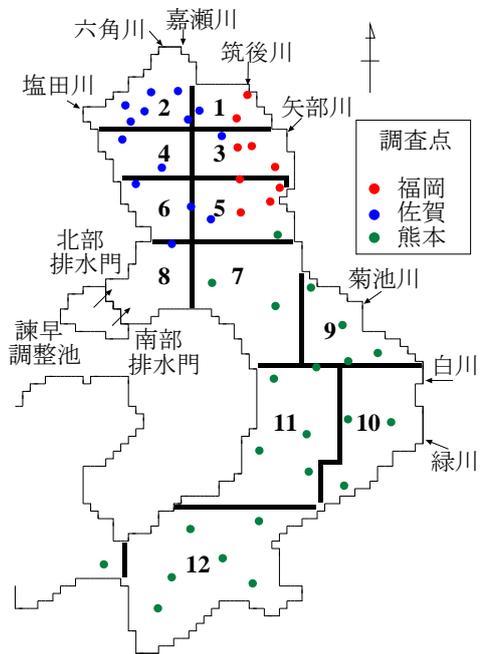


Fig.1 解析対象水域

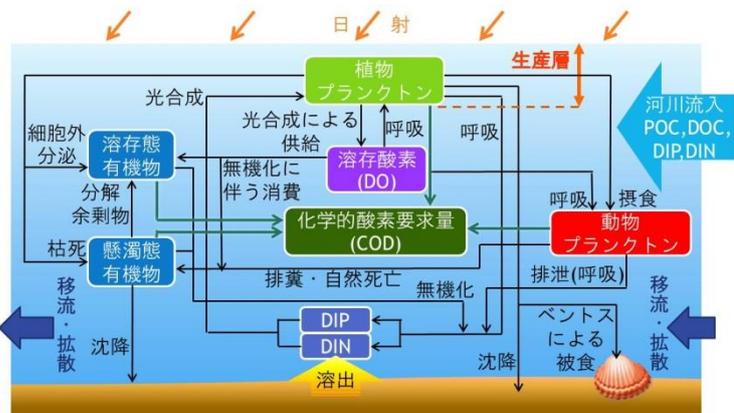


Fig.2 生態系モデルの概要

*九州大学大学院農学研究院 / Faculty of Agriculture, Kyushu University **九州大学大学院生物資源環境科学府 / Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University
キーワード：有明海，マルチボックス生態系モデル，潮汐残差流，河川負荷量

実測値の比較を Fig.3 に示す。Chl.a の計算結果は実測値を過小評価している。これは、植物プランクトンを平均的な単一種の群集と想定していること、実測値が局所的なデータを含む可能性があることの 2 点が挙げられる。DO は計算期間全体を通して再現性が高く、季節変動についても良好に再現できている。夏季の実測値のばらつきは、近年報告されている貧酸素水塊に起因するものと考えられる。COD についても、夏季の植物プランクトンの増殖に伴う動物プランクトンの生長、また夏季の河川流入水量の増加による POC、DOC 等の流入負荷の増大を反映し、良好に再現できている。その他の水質項目についても良好な計算結果が得られ、評価精度の高いシミュレーションモデルを構築できたといえる。

4. シナリオ分析 構築したモデルを用いて、有明海における環境異変への対策およびその進行による海域への影響を評価した。本研究では、河川流域における流入負荷対策、および近年問題視されている潮汐残差流の減少の 2 点に注目してシナリオ分析を行った。流域対策によって流入負荷量が現況の 1/2 となった場合を Case1、潮汐残差流が現況の 1/2 となった場合を Case2 とした。それぞれの計算結果を Fig.4 に示す。DO に着目すると、Case1 では夏季に減少し、Case2 では大幅に増加した。これは、流入負荷削減が貧酸素化の改善に有効であり、また潮流の減少が貧酸素水塊の発生要因であるとする通説と矛盾する結果である。しかし、Chl.a に着目すると

Case1 では減少し、Case2 では夏季に増加している。植物プランクトンの増減を反映し、COD も同様の変動を示している。ボックスモデルは、三次元的な物質の挙動ではなくボックス全体の平均値を示すため、Case2 における夏季の DO と Chl.a の増加は、光合成の増加によるものであると考えられる。その影響により底層においては、有機物が増加し、その分解作用に起因する貧酸素水塊の発生が懸念される。以上より、流域対策は海域の COD の削減に多大な効果があり、海域環境の向上に貢献できるといえる。また、潮汐残差流の減少は貧酸素水塊の発生を助長する可能性があり、更なる環境の悪化を引き起こし得ることが示唆された。

5. おわりに 今後は、生態系モデルの各種パラメータの決定に最適化手法を用いて再現性の向上を目指す。更に、各ボックスを鉛直方向に分割することで、貧酸素水塊を評価可能なモデルの構築を目指す。

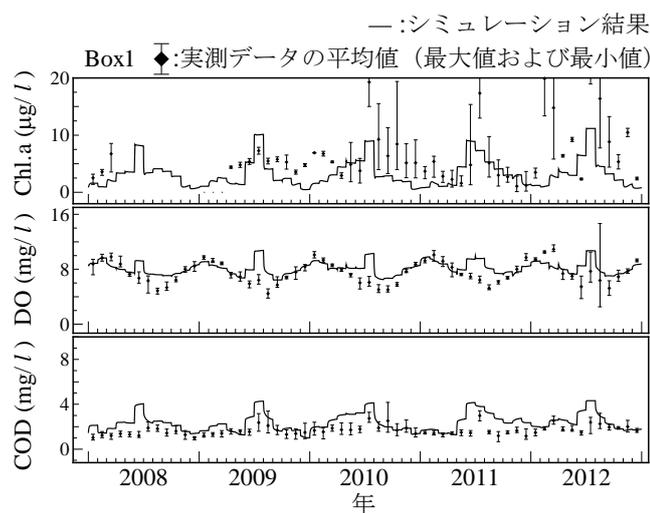


Fig.3 実測値データおよびシミュレーション結果

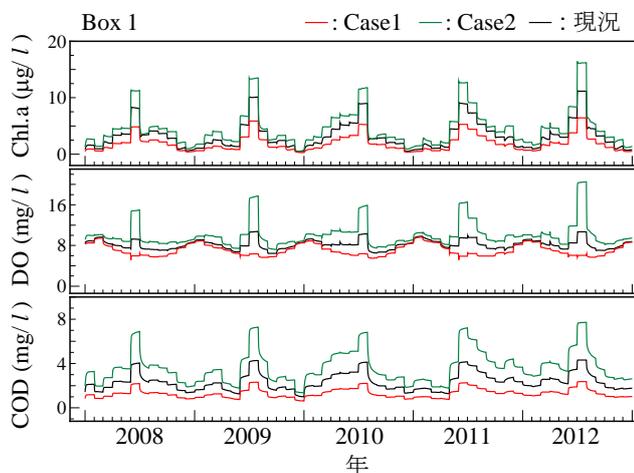


Fig.4 各シナリオ条件下における濃度変化