

# 栄養塩類増加措置が瀬戸内海の水質環境に及ぼす影響

○鹿島千尋，中谷祐介（大阪大学大学院 工学研究科）

## 背景・目的

近年，瀬戸内海では**貧栄養化が顕在化**し，漁獲量の低下やノリの色落ちが問題となっている．この状況を受け，**一部海域では事業場から通常より高濃度の栄養塩を含む排水を放流する栄養塩類増加措置が実施されている**．

貧栄養が問題視されている一方で，**有機汚濁指標である化学的酸素要求量CODについては，環境基準達成率の低さが指摘**されている．このような貧栄養・有機汚濁に関する課題が併存している状況下において，水質環境保全と生物生産の向上の調和・両立が実現可能か検討する必要がある．

そこで本研究では，**現在実施されている栄養塩類増加措置が瀬戸内海の水質環境に及ぼす好悪影響を評価した**．

## 手法

### モデルの概要

三次元流動モデルSCHISMと水質モデルCE-QUAL-ICMを用いて，溶存無機態窒素**DIN**と**COD**への影響を解析した．水質モデルにはノリモデル<sup>1)</sup>を組み込み，**ノリの色調（N/C比）**も評価した．

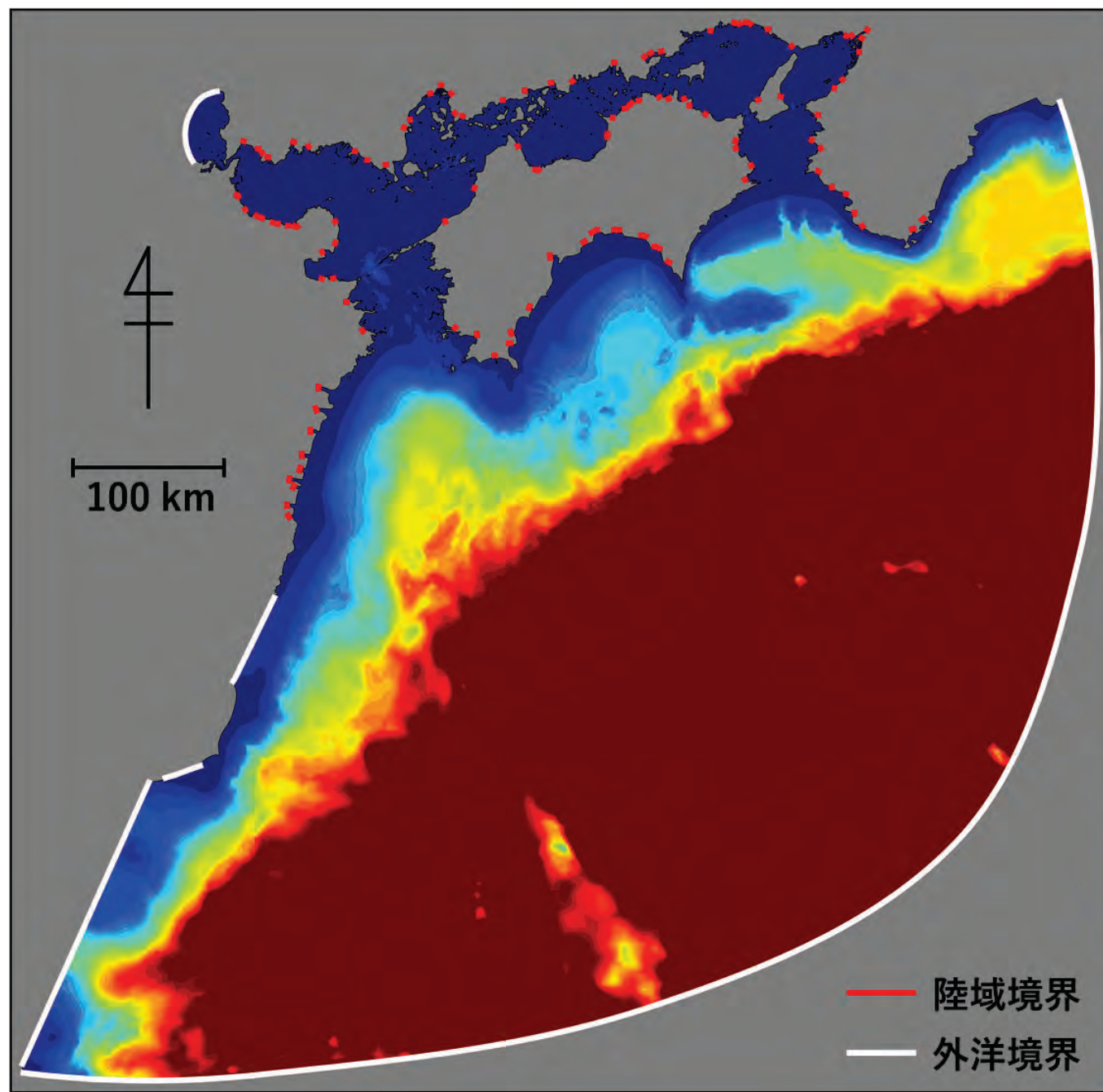


図1 計算対象領域

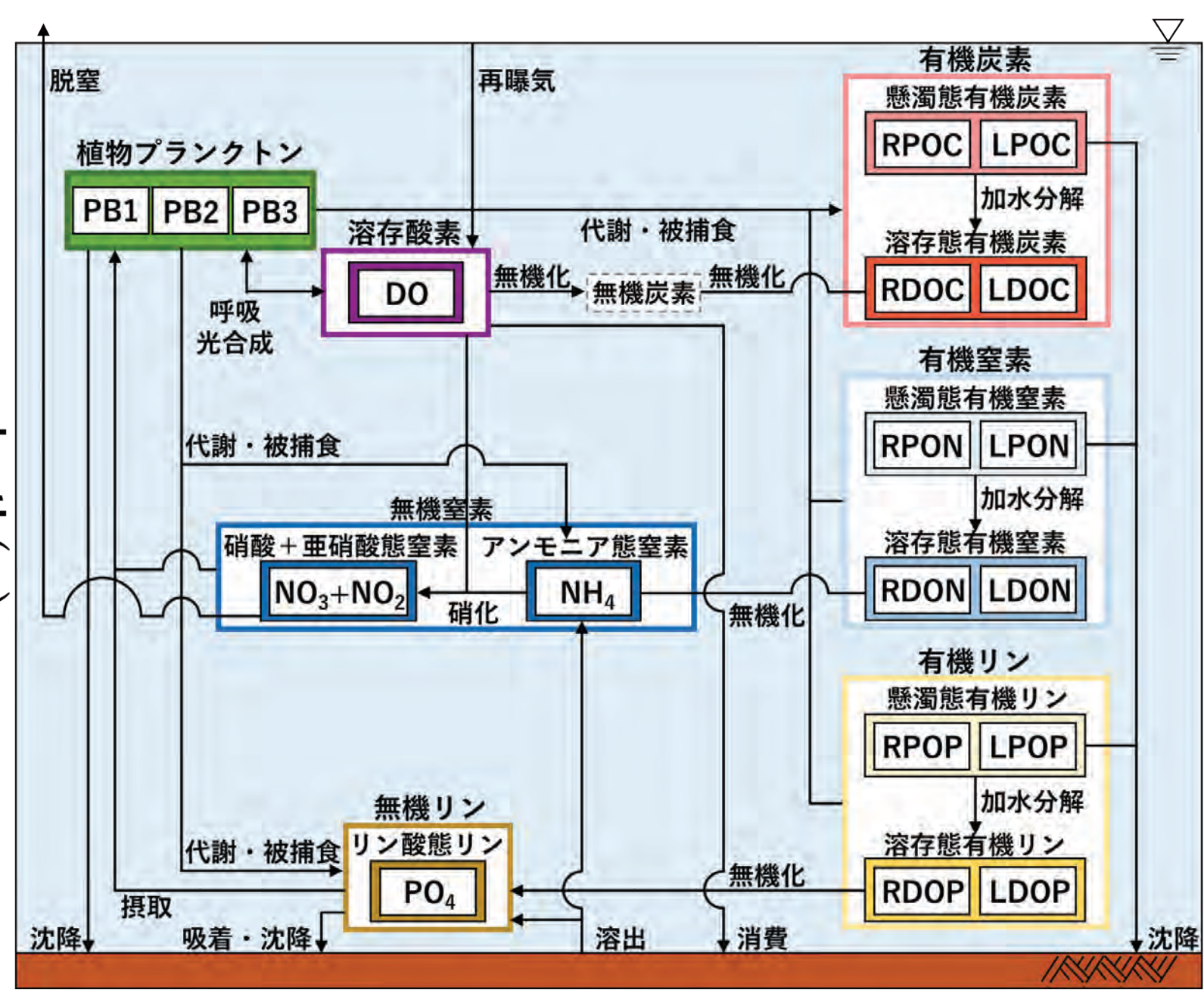


図2 水質モデルの概略図

### 栄養塩類増加措置実施の影響評価

本研究では，増加措置実施事業場の放流水質を変化させて栄養塩類増加措置を再現した「**増加措置あり**」の計算ケースと，放流水質以外の全計算条件を同一とした「**増加措置なし**」の計算ケースの計算結果を比較することで，増加措置の影響を評価した．

栄養塩類増加措置実施事業場は文献<sup>2)-4)</sup>を参考に定めた（図3）．増加措置実施期間は11月頭から翌年の3月末までとした．下水処理場の放流水質は，濃度増加率（表2）を通常期間の放流水質に乗じた値を用いた．工場の放流水質は，兵庫県から提供を受けた増加措置の実績値から，濃度増加率を1.576と見積もって与えた．

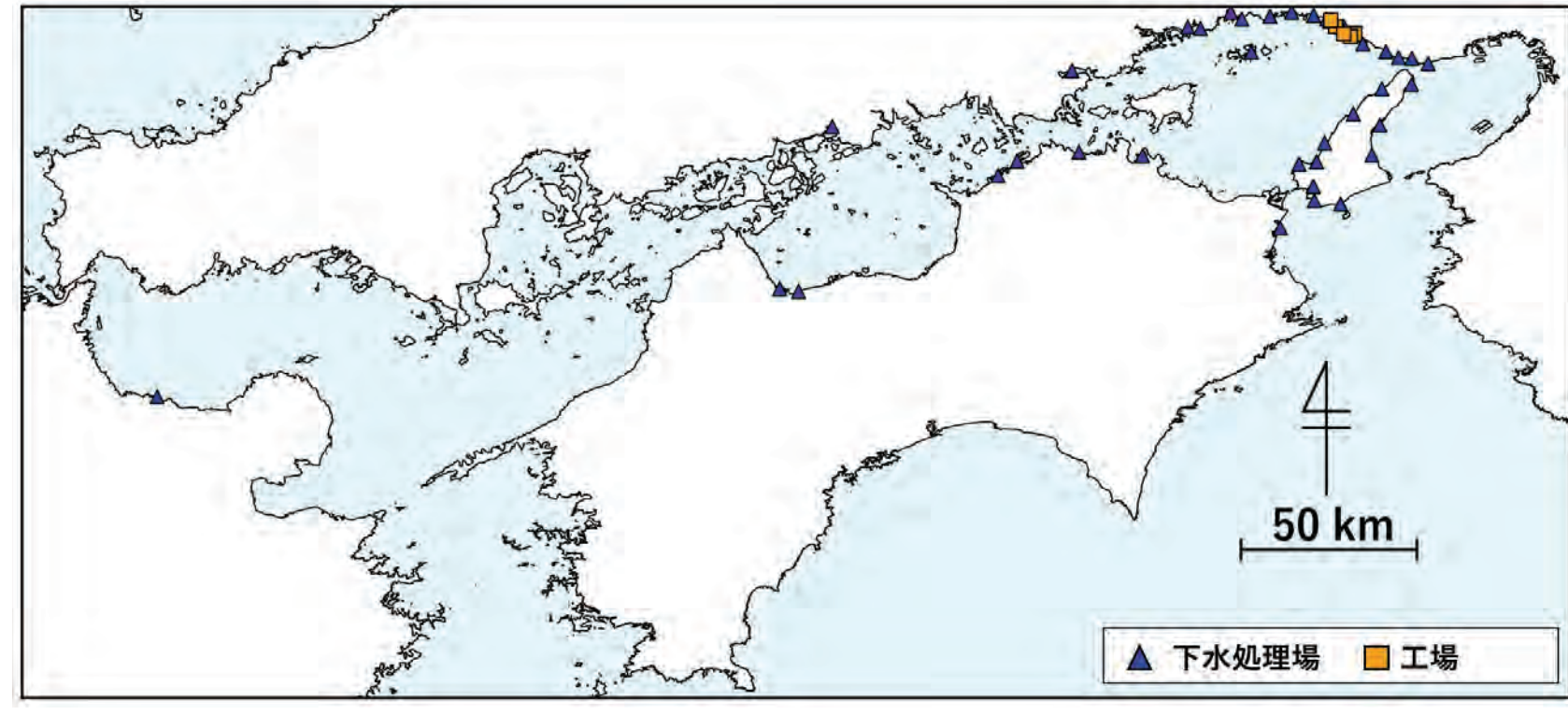


図3 栄養塩類増加措置実施事業場

表1 下水処理場における栄養塩類増加措置実施期間の濃度増加率（文献4参考）

| 処理方法  | COD  | TN   | TP   |
|-------|------|------|------|
| 標準法   | 1.16 | 1.31 | 1.01 |
| 標準法以外 | 1.15 | 1.83 | 0.63 |

- 1) 中谷，藤田，鹿島：栄養塩類増加措置による養殖ノリ色調改善効果の評価
- 2) 兵庫県：兵庫県栄養塩類管理計画．
- 3) 香川県：香川県栄養塩類管理計画～豊かな海を目指して～．
- 4) 国土交通省：栄養塩類の能動的運転管理の効果的な実施に向けたガイドライン（案）

謝辞：本研究では大阪大学D3センターの大規模計算機を利用した．GPV-MSMデータは京都市大学生存圏研究所生存圏データベースより，MOVE/MRI.COM-JPN DatasetはDIASより収集した．本研究の一部は，JSPS科研費(23KJ1430)と環境研究総合推進費(JPMEERF24S12302)の支援を受けて実施した．あわせてここに記し，深く感謝の意を表す．

## 結果・考察

### 瀬戸内海全域への影響

**DIN・CODともに，播磨灘と大阪湾では濃度上昇がみられたが，他海域においてはほとんど変化がみられなかった**．大阪湾の広い範囲で濃度上昇がみられたが，瀬戸内海では冬季に季節風の影響で東向きの流れが強化されるため，播磨灘から多くのDIN・CODが輸送されたことが原因であった．

増加措置が終了した5月においても，播磨灘と大阪湾でCOD濃度の上昇がみられた．大阪湾奥部においては現在も有機汚濁対策が求められていることを鑑みると，**栄養塩類増加措置は隣接海域と密接に協議・連携した上で実施・検討することが，環境保全と生物生産の向上の調和・両立につながると考えられる**．

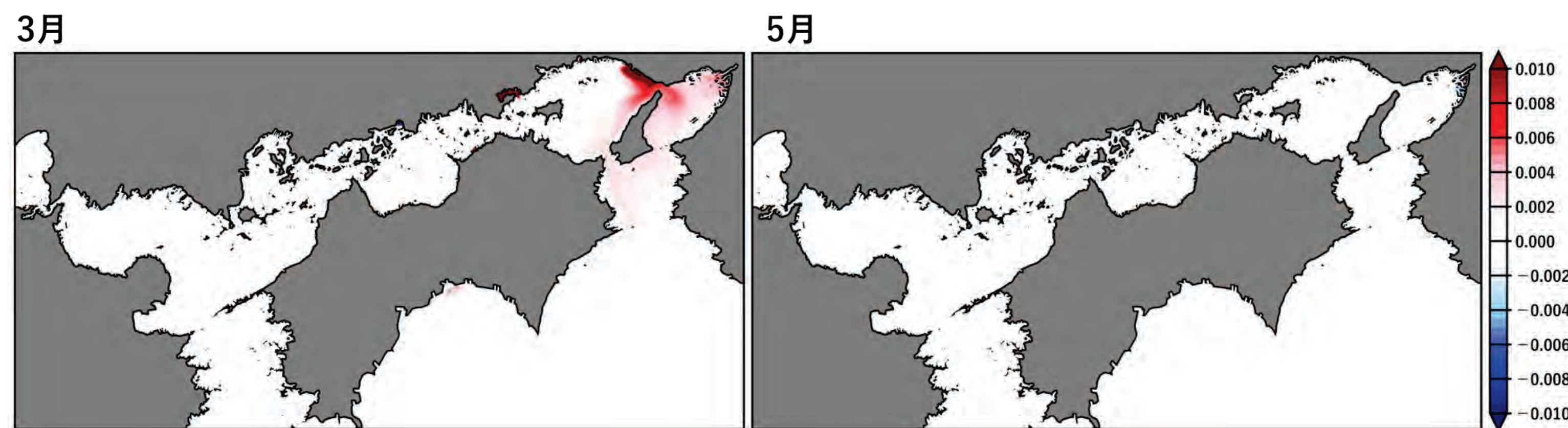


図4 栄養塩類増加措置による表層DIN濃度の変化（単位：mg L<sup>-1</sup>）

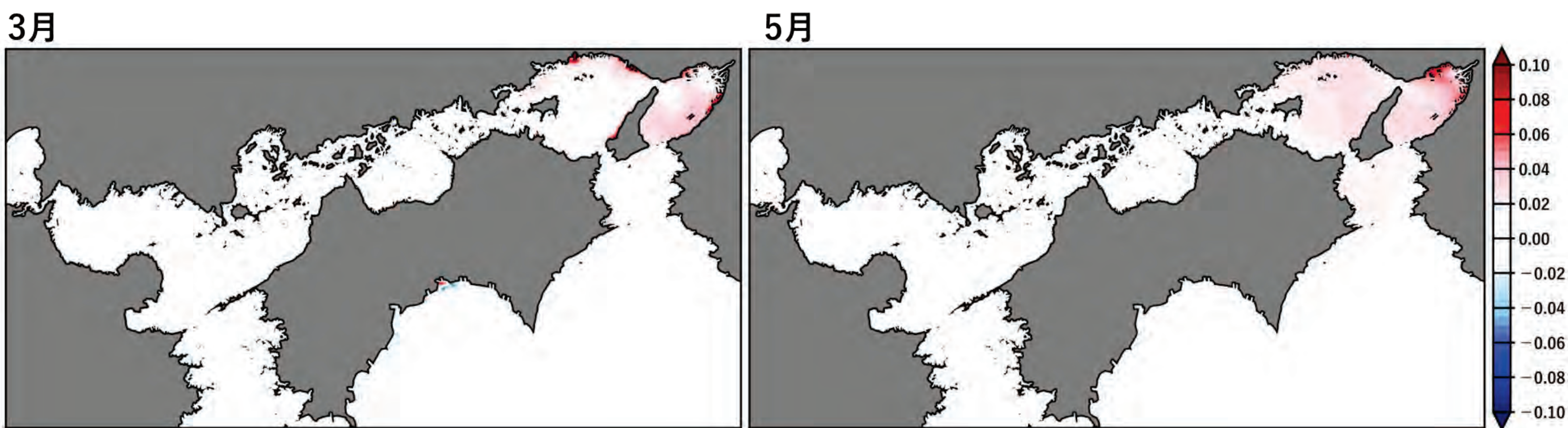


図5 栄養塩類増加措置による表層COD濃度の変化（単位：mg L<sup>-1</sup>）

### 播磨灘北東部への影響

大きな濃度上昇が確認されたのは沿岸から2km程度の範囲に限られた．ノリの色調低下時には，N/C比の上昇に寄与していたことから，**栄養塩類増加措置はノリの色調低下時には効果的に機能すると考えられる**．

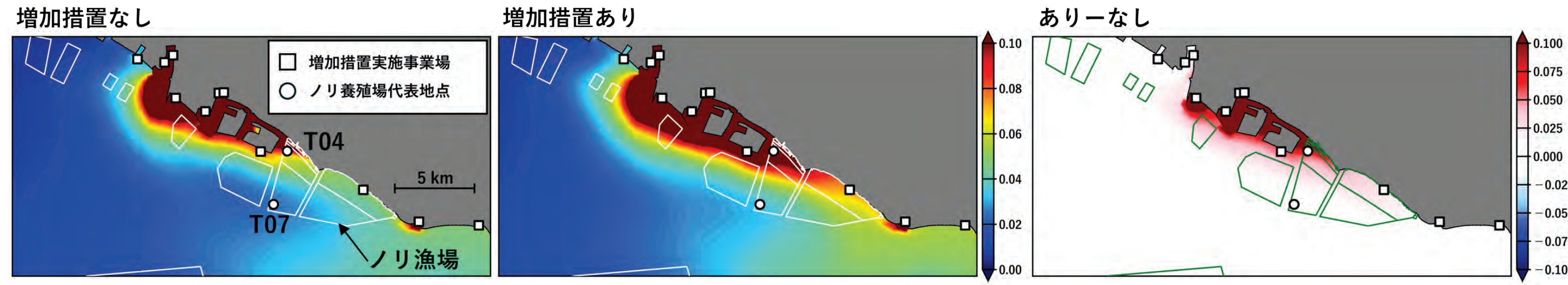


図6 2017年3月における表層DINの分布と変化量（単位：mg L<sup>-1</sup>）

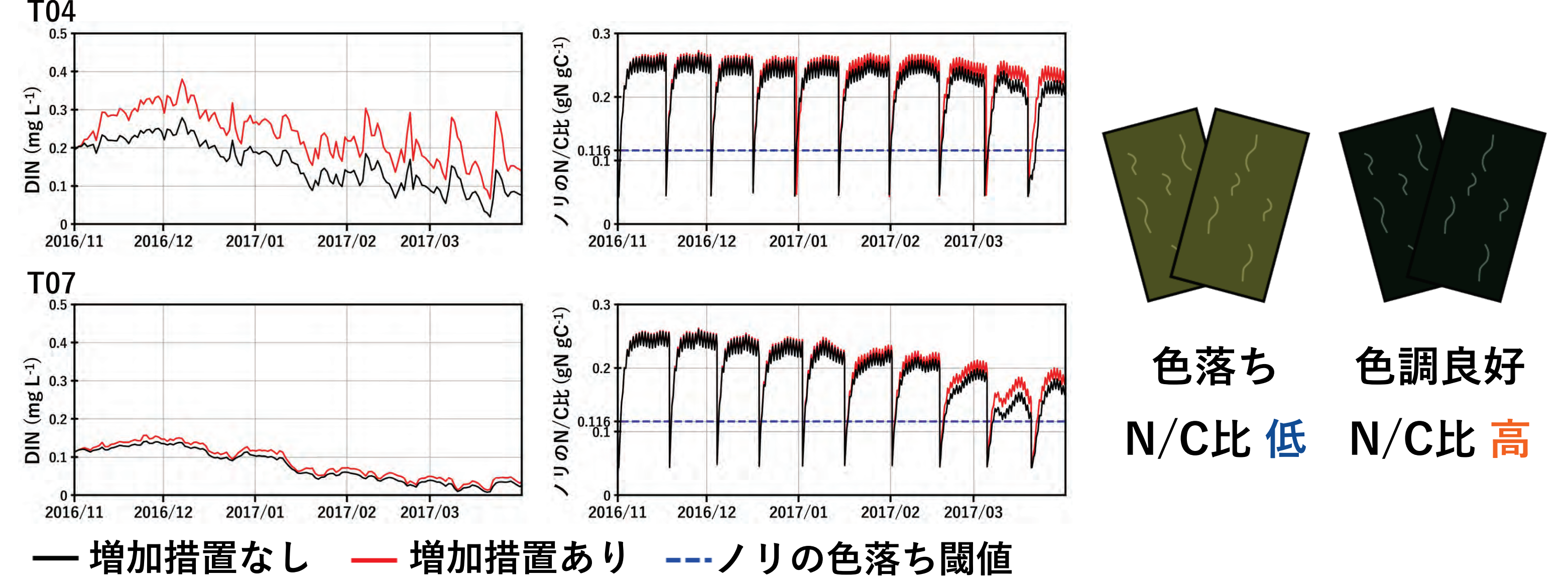


図7 ノリ漁場における表層DIN濃度とノリのN/C比

## まとめ

- **栄養塩類増加措置が水質環境に及ぼす影響は多くの海域で軽微．播磨灘では濃度上昇し，その影響は隣接する大阪湾にも波及．**
- **顕著にDIN濃度が上昇するのは沿岸から2km程度．ノリの色調低下時には効果的に機能し，色調回復に寄与．**