第II部門　　兵庫県海域における底曳網漁業の操業実態調査および水質への影響評価

大阪大学大学院工学研究科　学生員　　○酒井　惇
大阪大学大学院工学研究科　正会員　　鹿島　千尋
大阪大学大学院工学研究科　正会員　　中谷　祐介

1. はじめに

沿岸域では，海底耕耘や底曳網漁業などの人為的な海底擾乱に伴う栄養塩の供給が，栄養塩動態に影響を及ぼす可能性がある．中谷ら[1]は大阪湾を対象に，年平均的な操業条件を用いた数値解析から，底曳網漁業に伴う海底擾乱が海域の窒素濃度や一次生産量に影響を及ぼす可能性を示した．しかし，栄養塩供給量は操業方法や底質特性に強く依存するため，実際の操業実態を踏まえた計算条件の設定が重要である．

そこで本研究では，兵庫県海域における底曳網漁業の操業実態を調査し，海底擾乱に伴う溶存無機態窒素（DIN）供給量を算定した．さらに，三次元流動水質計算により，播磨灘・大阪湾の水質への影響を評価した．

2. 兵庫県海域における底曳網漁業の操業実態

兵庫県海域の 4 漁業協同組合（漁協 A～D）を対象に，2025 年 12 月 3 日，4 日，9 日にヒアリング調査を行った．**表-1**，**表-2** に調査結果，計測した漁具幅および算出した海底擾乱体積を示す．操業時間や操業形態は漁協ごとに異なり，使用漁具や操業時間の違いに応じて海底擾乱体積も異なった．

図-1 に月別総操業隻数，**図-2** に操業頻度の空間分布を示す．操業隻数は 10～12 月に減少する傾向がみられ，複数漁具を使用する漁協では季節による漁具の使い分けが確認された．また，操業頻度の高い海域は漁協や季節によって異なり，操業実態を反映した条件設定の重要性が示された．

3. 底曳網漁業による栄養塩供給量の推定と比較

操業頻度分布に基づき，漁協，使用漁具ごとに日々の操業位置をランダムに設定し，各操業メッシュの DIN 供給量を積算して海域への DIN 日負荷量を算出した．なお，曳網により擾乱された底泥表層中の間隙水がすべて海水中に放出されると仮定した．**図-3** に DIN 日負荷量の中央値と加古川の負荷量を示す．底曳網漁業による DIN 日負荷量は月別に

表-1　主な操業場所，使用漁具，操業時間，曳網速度，操業方法

漁協名	主な操業場所	使用漁具	操業時間 (h)	曳網速度 (km･h^{-1})	操業方法
A	播磨灘北部～南部	まんが	8	8.33	限定された海域内を周回
		板びき	8	5.56	限定された海域内を周回
B	播磨灘中央～南部	まんが	5	8.33	限定された海域内を周回
		板びき	5	6.02	限定された海域内を周回
C	大阪湾西部	板びき	7	5.56	南北に往復しながら東西に折れ線状に移動
D	明石海峡付近	ちんこぎ	6	3.70	限定された海域内を周回

表-2　漁具幅，漁具数，海底擾乱深さ，海底擾乱体積

漁協名	使用漁具	漁具幅 (m)	漁具数	海底擾乱深さ (cm)	海底擾乱体積 (m^3･day^{-1}･隻$^{-1}$)
A	まんが	2.7	1	4.0	7.20×10^3
	板びき	1.2(板)，25(網)	1	5.5(板)，1.0(網)	1.25×10^4
B	まんが	3.4	1	4.0	5.66×10^3
	板びき	1.2(板)，25(網)	1	5.5(板)，1.0(網)	8.43×10^3
C	板びき	0.4(板)，25(網)	1	5.5(板)，1.0(網)	1.06×10^4
D	ちんこぎ	7.0	1	2.0	3.11×10^3

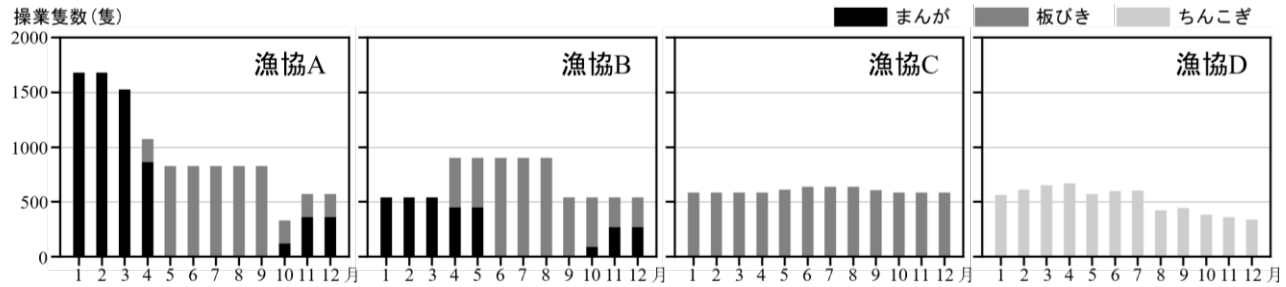


図-1　各漁業協同組合の月別操業隻数（漁協 A, B, C：ヒアリングに基づく推定値，漁協 D：操業帳簿に基づく実績値）

Jun SAKAI, Chihiro KASHIMA, Yusuke NAKATANI
sakai_j@civil.eng.osaka-u.ac.jp

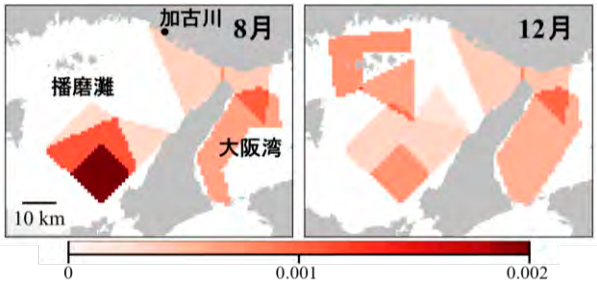


図-2　操業頻度の空間分布図

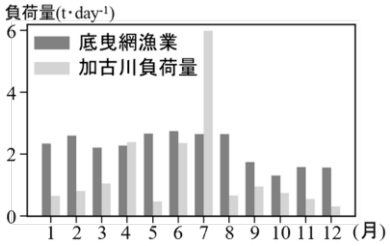


図-3　底曳網漁業と加古川の DIN 負荷量

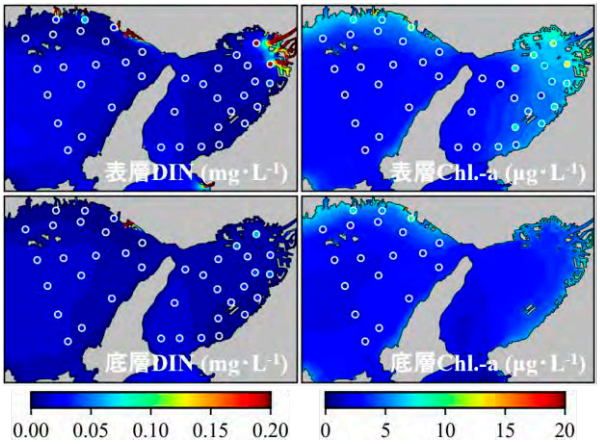


図-4　2021 年 2 月における水質の空間分布

大きく変動し，加古川の 40～570%に相当したことから，日負荷量では無視できない窒素供給源であることが示された．

4. 計算領域と計算条件，水質の再現性

三次元流動水質モデル SCHISM-ICM[2), 3)]にノリモデル[4)]を組み込み，曳網による DIN 供給を与え，瀬戸内海東部を対象に計算した．DIN 供給量は，各漁協，漁具ごとの操業開始・終了時刻を考慮し，水柱最下層に連続負荷として与えた．計算期間は 2019 年 6 月 1 日から 660 日間とし，循環期で表層まで影響が及び得る 2 月を対象に，case-1（底曳網漁業を考慮）と case-0（非考慮）を比較し，水質への影響を評価した．

図-4 に，2021 年 2 月の DIN 濃度とクロロフィル a（Chl.-a）濃度の計算結果と観測値（大阪府，兵庫県浅海定線調査）を示す．DIN 濃度は大阪湾奥部で高く，他海域では低い分布を概ね再現し，対象海域の貧栄養環境を良好に再現した．また，Chl.-a 濃度も大阪湾奥部で高く播磨灘で低い分布や，播磨灘北部表層でやや高濃度となる傾向を概ね再現した．

5. 底曳網漁業による水質への影響

図-5 に case-1 の全窒素（TN）濃度と，case-1 および case-0 との差分を示す．播磨灘中央部の操業海域周辺では，表層・底層ともに広範囲で TN 濃度が上昇し，増加量は表層・底層で最大0.001mg/L, 0.002mg/L と，同海域の TN 濃度の約0.7%, 1.3%であった．このことから，底曳網漁業由来の窒素は海域の TN 濃度の最大約 1%であるものの，操業海域周辺では底層から表層まで広く影響が及ぶことが示された．

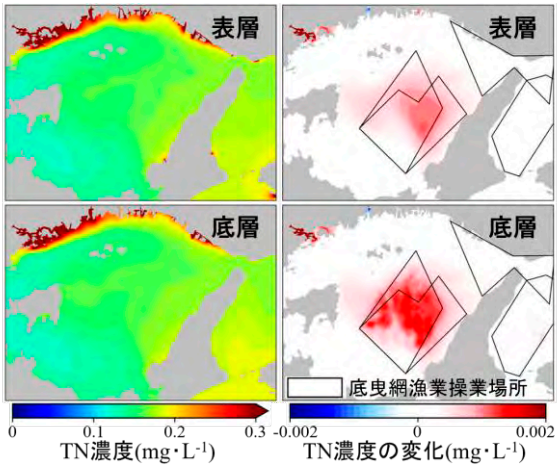


図-5　TN 濃度の空間分布と底曳網漁業による変化

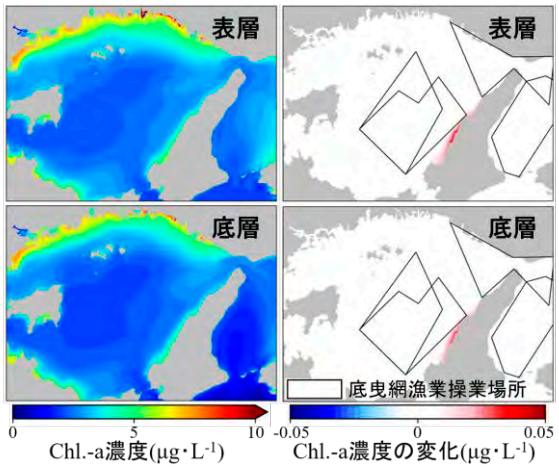


図-6　Chl.-a 濃度の空間分布と底曳網漁業による変化

図-6 に，case-1 の Chl.-a 濃度と case-1 と case-0 との差分を示す．表層・底層ともに淡路島西岸で最大約0.04μg/L（約0.8%）の増加が認められたが，影響範囲は限定的であった．また，養殖ノリへの影響は，Chl.-a 濃度よりもさらに小さかった．

以上より，底曳網漁業による栄養塩供給は，TN 濃度には操業海域周辺で広範囲の影響を及ぼす一方，Chl.-a 濃度および養殖ノリへの影響は限定的であることが示された．

参考文献

1) 中谷祐介ら：底曳網漁業による海底擾乱が大阪湾の水質と一次生産に及ぼす影響，土木学会論文集 B2(海岸工学), 2022.
2) Zhang, Y. et al.：Seamless cross-scale modeling with SCHISM, Ocean Modelling, 2016.
3) Cerco, C. F. et al.：Tree-Dimensional Eutrophication Model of Chesapeake Bay, Journal of Environmental Engineering, 1993.
4) 中谷祐介ら：栄養塩類増加措置による養殖ノリ色調改善効果の評価，水環境学会誌, 2025.