

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：84410

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06198

研究課題名（和文）内湾域における底曳網漁業による水柱への栄養塩供給機能の定量評価

研究課題名（英文）Quantitative evaluation of the nutrient supply function to the water column by dredge net fishery in the inner bay area

研究代表者

秋山 諭（Akiyama, Satoshi）

地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所（環境研究部、食と農の研究部及び水産研究部）・その他部  
局等・主任研究員

研究者番号：90711672

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、底曳網漁業による海底擾乱を新たな栄養塩供給ソースとして捉え直し、物質循環系の適切な評価・検証を進めた。従来、底曳網を用いた恒常的な漁撈行為による海底からの人為的な供給は栄養塩ソースとして考慮されていないことから、海底からの栄養塩供給が過小評価されていると考えられた。そこで本研究では、大阪湾の石桁網漁業を対象として、内湾における物質循環に人為的攪乱が果たす役割を解明するために、底曳網漁業による栄養塩供給機能を定量化し、湾全体の物質循環系に占める影響を評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

底曳網漁業による海底擾乱とそれに伴う物質循環機能の評価により、漁撈活動に新たな価値を付与し、水産業の多面的機能評価の一端を明らかにした。本成果により、今後、漁獲以外の漁業の経済的側面が評価されることが期待される。また、本研究で使用した手法は、一般的な海底耕耘の評価にも適用できることから、栄養塩供給や貝毒対策として実施されている海底耕耘事業の効果評価、経済的評価への応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, anthropogenic seafloor disturbance caused by bottom trawling was reconsidered as a new source of nutrient supply, and appropriate evaluation and verification of the material cycle system were promoted. Conventionally, anthropogenic nutrient supply from the seafloor due to constant fishing activities using dredge nets has not been considered as a source of nutrients, and it was considered that the supply from the seafloor was underestimated. Therefore, in this study, we quantified the nutrient supply function by dredge net fishery and evaluated its impact on the material circulation system in the inner bay, targeting "Ishigeta-ami" fishery in Osaka Bay.

研究分野：漁場環境学

キーワード：底曳網漁業 海底耕耘 栄養塩供給 水産多面的機能 石桁網 大阪湾

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、環境規制による陸域からの汚濁負荷量削減に伴い、かつて富栄養化が進行した内湾域でも溶存無機態窒素・リンといった栄養塩の不足や偏在が問題となっている。そこで、適正な栄養塩管理のためには、物質循環系の適切な評価・検証が求められる。従来、内湾の栄養塩ソースとしては陸域からの流入、海底からの溶出、外海からの流入が検討されていた。しかし、底曳網を用いた恒常的な漁撈行為による海底からの人為的な供給は考慮されていないことから、海底からの栄養塩供給が過小評価されていると考えられた。

(2) 水産業の多面的機能のひとつとして「物質の循環系を補完する機能」が挙げられている。半閉鎖的な沿岸海域には流入負荷物質が集積しやすいため、底曳網漁業による海底擾乱や養殖二枚貝類による有機物消費といった自然生態系の物質循環機能を補完する機能は高く評価されるべきだとされている。しかし、その経済評価は実施されておらず、理由として定量評価の困難さが指摘されている。

### 2. 研究の目的

本研究では、内湾における物質循環に人為的攪乱が果たす役割を解明するために、大阪湾で操業されている石桁網を対象に、底曳網漁業による栄養塩供給機能を定量化し、湾全体の物質循環系に占める影響を評価することを目的とした。底曳網漁業による海底擾乱を新たな栄養塩供給ソースとして捉え直し、物質循環系の適切な評価・検証を進めた。

### 3. 研究の方法

(1) 石桁網漁業の操業実態調査 石桁網漁業の操業規模を把握するために、標本船による曳網実態調査と漁業者への聞き取りによる操業海域調査を実施した。標本船に搭載した GPS ロガーの航行速度時系列データから操業パターンを解析し、曳網時のデータ抽出することにより曳網距離や曳網速度を求めた。また、標本船の操業日誌と聞き取り調査により、操業海域マップを作成した。統計値から現在の大阪湾における操業隻数、総出漁数を推定した。

(2) 石桁網による底泥の巻き上げ調査 漁船による石桁網曳網前後に調査を実施し、水質センサーや超音波ドップラー多層流向流速計(ADCP)を用いた観測により、海底泥や栄養塩の巻き上がり、三次元の濁度の測定を行った。

(3) 海底泥の栄養塩供給ポテンシャル 底泥中に埋蔵する栄養塩量を把握するために、大阪湾全域に 50 地点以上の定点を設け、調査を行った。柱状採泥器で底泥を採取し、底泥の粒度組成や底泥間隙水の栄養塩・溶存態有機物濃度を測定した。これらの結果から、栄養塩の供給ポテンシャルマップを作成した。

(4) 数値計算による物質循環評価 上記(1)~(3)で得られた結果を基に、数値解析により大阪湾の水質と一次生産に及ぼす石桁網漁業の影響を定量的に評価した。操業海域マップと出漁数の推定値から、海域ごとの操業頻度を推定し、栄養塩供給ポテンシャルマップと組み合わせることで操業による1日当たりの栄養塩供給量を見積もった。また、数値シミュレーションにより、石桁網漁業によって供給された栄養塩の空間分布や一次生産への寄与を見積もった。

### 4. 研究成果

(1) 標本船搭載の GPS データから操業パターンを解析したところ、投網・曳網・揚網が速度パターンとして明瞭に表れていた(図1)。1年間計 33 日分の GPS データを解析したところ、1 曳網当たりの曳網距離が約 2.7 km、1 日当たりの曳網面積が約 0.2 km<sup>2</sup>/隻であると推定された。また、操業日誌と聞き取り調査の結果、漁業者個人の操業スタイルに応じて操業海域が大きく異なっていること、関西国際空港の北部に漁場が集まりやすい

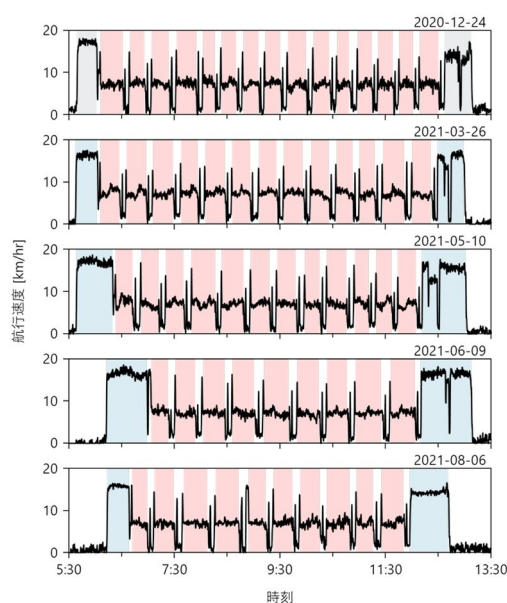


図1. 標本船の航行速度パターン。赤色網掛けが曳網時、青色網掛けは漁港と漁場の往復時。

ことが明らかとなった。

(2) 石桁網漁船の通過前後に水質センサーを用いて実施した観測では、海底から4~5 m程度まで濁度の上昇が確認され、濁度が上昇した海水では同時に栄養塩濃度の上昇も確認された。また、ADCPを用いた濁度の三次元観測では、潮の流れに応じて巻き上げられた海底泥が拡散されていく様子が明らかとなった。

(3) 底泥間隙水中の栄養塩濃度の水平分布は季節による変化は少なく、いずれの季節でも湾奥部や関西国際空港の西部で高い傾向となり、底泥の粘土分率の分布とよく一致していた。これは、間隙水中の栄養塩の供給源である堆積有機物の分布が土砂の細粒成分(粘土分)と同じ要因で決定しているためだと考えられる。一方で、溶存態有機物の分布は季節により大きく変動していた。

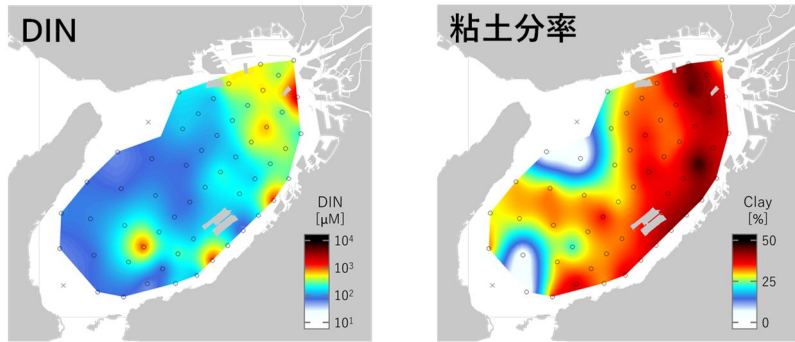


図2. 2020年8月調査の結果一例。底泥間隙水中の栄養塩(溶存無機態窒素：DIN)と底泥の粘土分布率の水平分布。

間隙水中の栄養塩、溶存有機物濃度は海水中と比較して極めて高く、栄養塩は底層海水より1~2桁、表層海水よりも2~3桁高い濃度となっていた。ただし、DIN/DIP(溶存無機態窒素/溶存無機態リンの濃度比)のような栄養塩の濃度比は底層海水とほぼ一致しており、間隙水の一部が底層に溶出している様子がうかがえた。

(4) 操業海域マップと栄養塩供給ポテンシャルマップから推定された石桁網漁業による大阪湾全体の栄養塩供給量はDINで約1.0トン/日、DIPで約0.3トン/日であった。これらは、陸域からの流入量や海底からの溶出量が多い夏季には、それぞれ全体負荷量の1%、3%程度であったが、他の負荷が減少する冬季にはそれぞれ4%、14%となり(図3)無視できないレベルの栄養塩が石桁網漁業の操業によって供給されていることが示唆された。

数値シミュレーションにより、石桁網漁業の操業の有無により栄養塩分布がどのように変化するかを調べたところ、操業は湾全域で実施されているにもかかわらず、全窒素濃度は大阪湾の大阪府側(湾東部)でのみ上昇していた。これは、湾西部の栄養塩供給ポテンシャルが低いこと、また水深が深いことが影響していると考えられ、西部海域で巻き上げられた栄養塩は沖ノ瀬還流付近で潮汐混合により速やかに拡散していると推察される。全窒素濃度が大阪府沿岸でのみ上昇したのと同様に、推定された一次生産量の変化も大阪府沿岸でのみ増加していた。

漁業センサスや農林水産統計から推定される大阪湾における石桁網漁船の出漁数は、年々減少傾向にあり、1970~80年代には約70隻/日であった出漁数が現在では約20隻/日まで減少している。環境規制に伴う水質・底質の改善とともに、漁業者の減少により過去と比較すると底曳網漁業によって供給される栄養塩は減少してきており、湾全体の一次生産量を減少させる一因となっていることが示唆された。

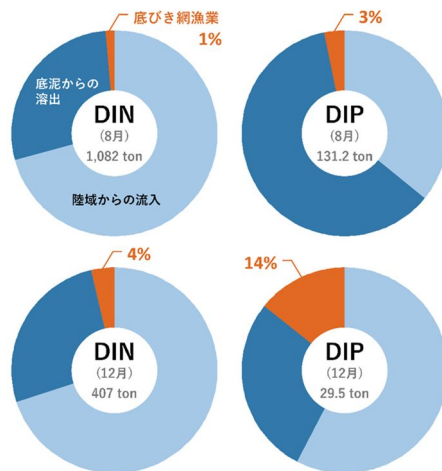


図3. 数値解析で推定された大阪湾全体への栄養塩負荷量(15日積算値)の内訳。

一次生産量の変化も大阪府沿岸でのみ増加

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 中谷祐介, 稲垣翔太, 鹿島千尋, 秋山諭, 木村祐貴	4. 巻 78
2. 論文標題 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	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集 B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 1_775 ~ 1_780
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.78.2_1_775	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 秋山諭, 近藤健, 横松宏幸, 辻村裕紀
2. 発表標題 大阪湾における表層堆積物間隙水中の栄養塩類の分布特性
3. 学会等名 2021年度水産海洋学会研究発表大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋山諭, 木村祐貴
2. 発表標題 標本船のGPS・操業日誌データから推定する石桁網の曳網面積
3. 学会等名 令和三年度日本水産学会近畿支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲垣翔太, 中谷祐介, 秋山諭, 木村祐貴
2. 発表標題 底曳網漁業が大阪湾の水質構造に及ぼす影響の数値解析
3. 学会等名 第56回日本水環境学会年会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

秋山諭, 木村祐貴. 底びき網は栄養塩循環に貢献しているか?. 環農水研 法人化10周年記念シンポジウム「豊かな大阪の食は持続できるか?」, 2022年.  
秋山諭, 木村祐貴, 中谷祐介, 稲垣翔太, 鹿島干尋, 新井励, 山本龍悠. 大阪湾における底曳網漁業による水柱への栄養塩供給機能評価. 令和4年度漁場環境保全関係研究開発推進会議 瀬戸内海栄養塩環境研究会, 2023年.

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	中谷 祐介  (Nakatani Yusuke)  (20635164)	大阪大学・大学院工学研究科・准教授    (14401)	
研究分担者	新井 励  (Arai Rei)  (60508381)	大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授    (24403)	
研究分担者	木村 祐貴  (Kimura Yuki)  (90797169)	地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所(環境研究部、食と農の研究部及び水産研究部)・その他部局等・研究員    (84410)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------