

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：82708

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05763

研究課題名（和文）西日本における有害プランクトン赤潮発生海域の時空間変動とその要因の究明

研究課題名（英文）Spatiotemporal Changes in Harmful Algal Blooms in Western Japan and Their Influencing Factors

研究代表者

三宅 陽一（Miyake, Yoichi）

国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産技術研究所(廿日市)・主任研究員

研究者番号：30624902

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本応募課題では、海面魚類養殖が盛んな西日本と代表的有害プランクトン（シャットネラ属およびカレニア・ミキモトイ）に焦点を当て、水産庁が毎年発行している「瀬戸内海の赤潮」及び「九州海域の赤潮」から過去30年間に及ぶデータを抽出し、それらの整理と解析から、赤潮発生海域の時空間変動の実態を把握した。対象有害プランクトンの赤潮の悪化やフェノロジーの変化を含む長期的トレンド変化が認められ、変動要因として地球規模の気象変動現象が疑われた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新たな手法（データフィルタリング）により赤潮の年報データに一貫性を与えて解析した点や、これまでになかった空間スケール（西日本）の解析から30年間の有害赤潮のトレンドを明らかにした点は、今後の赤潮研究に影響を与えるものと予想される。本研究から明らかになった主要有害プランクトンの赤潮の悪化傾向や発生時期の変化は、今後の赤潮対策に深く関係するため、養殖業をはじめとする水産業にとって重要な知見となる。

研究成果の概要（英文）：The present study focused on the major harmful algae (*Chattonella* spp. and *Karenia mikimotoi*) in western Japan, where finfish mariculture is popular. The 30-year data were extracted from the “Red Tides in the Seto Inland Sea” and “Red Tides in the Coastal Waters in Kyushu”, and these data were organized and analyzed for clarifying the spatiotemporal dynamics of these harmful algae. The results indicated the decadal trends, including bloom intensification and changing phenology, and the global-scale climate phenomena were suspected to be the drivers.

研究分野：水産海洋学

キーワード：赤潮長期変化 カレニア・ミキモトイ シャットネラ 有害プランクトン 養殖

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。

1. 研究開始当初の背景

養殖は、安定的な食料供給源として世界的に重要性が増している。その養殖業生産量の過半を占める海面養殖は、赤潮による斃死被害に脅かされており、頑健な養殖システムの構築と拡大を進めるためには、赤潮動態の理解に大幅な進展が必要となる。*Chattonella marina*、*C. antiqua*、*C. ovata*を含むシャットネラ属(以下、シャットネラ)及び*Karenia mikimotoi*(以下、カレニア)による赤潮の養殖被害は国内における被害の多くを占めており、両種は代表的有害プランクトンといえる。国内養殖業に甚大な被害をもたらしているこれらの代表的有害プランクトンは、赤潮の発生海域をダイナミックに変化させている。

2. 研究の目的

本研究では、海面養殖が盛んな西日本と代表的有害プランクトン(シャットネラ及びカレニア)に焦点を当て、過去約50年間に及びデータの解析から赤潮発生海域の時空間変動の実態を把握するとともに、統計モデルによりその変動要因を特定することを目的とする。

3. 研究の方法

水産庁が毎年発行している「瀬戸内海の赤潮」及び「九州海域の赤潮」のなかで、両海域のシャットネラ及びカレニアの赤潮に関するデータが掲載されている1991～2020年を対象とした。なお、両有害藻類・両海域(瀬戸内海・九州海域)のデータが存在している期間を選択したことにより、当初解析を予定していた上記の「約50年間」よりも短くなっている。各年・各海域区分における当該プランクトンの赤潮関連データ(発生件数・最高細胞数・日数・被害件数・被害額・発生日)を抽出した。データ整理方法に関する基準を作成し、それに基づいて西日本で発生したシャットネラ及びカレニアの赤潮のデータセットを構築した。本研究では、三つの空間スケール(大:西日本、中:瀬戸内海及び九州海域、小:29海域区分)の分析を実施した。整理されたデータから、各年・各空間スケールにおける発生件数、最高細胞密度、最大日数、被害件数、被害額、初発発生日、最終発生日を算出した。データ解析には、時系列データに対応可能な統計手法を用いた。

4. 研究成果

(1) 西日本における主要有害藻類赤潮のデータ整理とデータセット構築

本研究で使用した「瀬戸内海の赤潮」及び「九州海域の赤潮」では、統一的な赤潮の定義が定められていないことから、データセット内に基準の異なる赤潮が混在することによるデータ分析結果への影響が懸念された。そのため、赤潮の最高細胞密度に基づくフィルター処理の方法を開発し、3つの異なる空間スケールのデータセットをシャットネラとカレニアを対象に構築した。これにより、統一された赤潮基準に基づいて広域スケールを対象とした統計解析等に利用可能となった。比較のため、フィルター処理有と無の両データセットを用いて時系列解析を実施した。

(2) シャットネラ及びカレニア赤潮の長期変化

西日本スケールにおけるシャットネラ赤潮の解析では、フィルター処理の有無に関わらず、年間の発生件数、最大日数が統計的に有意な増加傾向を示し、最終赤潮発生日が有意な晩期化傾向を示した。本研究において中程度の空間スケールである瀬戸内海は、フィルターの有無に関わらず、発生件数と最大日数で有意な増加傾向、初発赤潮発生日で有意な早期化を示した(フィルターなしのデータセットのみ、最終赤潮発生日の有意な晩期化)。九州海域では、最大日数(フィルターなしのみ)が有意な増加傾向、最終赤潮発生日(両データセット)が有意な晩期化傾向を示した。小規模な空間スケール(海域区分)では、フィルターの有無に関わらず、播磨灘、伊予灘、八代海で有意な発生件数の増加を示した(安芸灘ではフィルターなしの場合のみ)。最大日数は播磨灘、燧灘、土佐湾、八代海にて両データセットで有意な増加傾向を示した。被害件数ではいずれのデータセットでも有意な傾向は認められなかったが、八代海ではP値が有意水準(0.05)よりもわずかに高い程度であった。被害額に関しては、八代海のみが有意な増加傾向を示した。なお、被害件数・被害額は赤潮の定義に依然しないため、フィルターなしのデータセットのみ解析に使用した。

西日本スケールを対象としたカレニア赤潮の解析結果は、フィルター処理の有無に関わらず、年

間の最高細胞密度、最大日数、被害件数が統計的に有意な増加傾向を示した。シャットネラ赤潮では最終赤潮発生日で有意な晩期化傾向を示したものの、カレニア赤潮では初発赤潮発生日が有意な早期化傾向を示した。中程度の空間スケールである瀬戸内海は、最高細胞密度と最大日数、九州海域は最大日数と被害件数が有意な増加傾向を示した。両海域の初発赤潮発生日は有意な早期化傾向を示したが、最終赤潮発生日は有意な傾向を示さなかったため、本種赤潮の発生時期は早期化とともに長期化したといえる。小規模な空間スケール(海域区分)では、様々な海域が発生件数、最高細胞密度、最大日数、被害件数の増加傾向を示したが、瀬戸内海の安芸灘は、発生件数、最大日数、被害件数、被害額の減少傾向を示した。

【両主要有害種の傾向比較】

シャットネラとカレニアの赤潮は、いずれも本研究で対象とした西日本の海域に主に発生するが、本研究のデータ解析の結果から長期傾向が異なることが示唆された。シャットネラ赤潮と比較すると、カレニア赤潮の方が長期的により悪化傾向(最高細胞密度上昇、被害件数増加、早期化)を示していた。カレニアは、冬季水温に上昇に伴って細胞の初見日(1 cell/mL)や赤潮発生(1,000 cells/mL)の早期化を示し(Honjo et al. 1991)、最高細胞密度も高くなる(山本ほか 2021)。このため、カレニアはシャットネラと比較して、現在進行している冬季水温の上昇に敏感に反応しているために悪化傾向を示しているものと考えられた。いずれの主要有害藻類においてもフェノロジーが変化している可能性が示され、将来的に各海域における赤潮モニタリング時期の再検討が必要になることが予想された。

以上の結果から、シャットネラ及びカレニア赤潮の発生海域の時空間変動について実態を把握することができ、とくにカレニア赤潮は過去 30 年間で悪化したことが示された。本種赤潮の変動要因についても、データ解析の結果から地球規模の気候変動現象との関係性が特定されつつあり、現在、詳細について解析を進めている。また、本研究で構築したデータセットの利用を進めることにより、有害赤潮の発生機構や傾向変化の理解が大幅に進展するとともに、今後の赤潮研究に新たな視点を提供できるため、頑健な養殖システムの構築と拡大への貢献につながるものとする。

< 引用文献 >

Honjo T, Yamaguchi M, Nakamura O (1991) A relationship between winter water temperature and the timing of summer *Gymnodinium nagasakiense* red tides in Gokasho Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57(9):1679-1682

山本佳奈, 平江想, 石田直也, 山砥稔文, 小原静夏 (2021) 佐世保湾における有害赤潮鞭毛藻 *Heterosigma akashiwo*, *Karenia mikimotoi* および *Chattonella* spp. の出現状況と環境特性, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 87(6): 662-671

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 三宅陽一・鬼塚剛
2. 発表標題 西日本で発生するカレニア・ミキモトイ赤潮の長期データセットの構築と解析
3. 学会等名 令和5年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoichi Miyake, Goh Onitsuka
2. 発表標題 The Black Tide (Kuroshio) Potentially Induces Karenia mikimotoi Red Tides
3. 学会等名 19th International Conference on Harmful Algae (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyake Y, Onitsuka G
2. 発表標題 Multi-decadal trends in Karenia mikimotoi blooms in Japan
3. 学会等名 The 20th International Conference on Harmful Algae (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Miyake Y, Tezuka N, Nishimura T, Sakamoto S, Tomaru Y
2. 発表標題 Toward field installation of a low-cost plankton imaging system for continuous monitoring and data acquisition of harmful algal blooms
3. 学会等名 The 20th International Conference on Harmful Algae (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 三宅陽一・鬼塚剛
2. 発表標題 カレニア・ミキモトイ赤潮を対象とした長期・広域トレンド分析
3. 学会等名 令和5年度漁場環境保全関係研究開発推進会議 赤潮・貝毒部会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------