

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12292

研究課題名(和文) 日本沿岸海域における海洋酸性化の動態予測手法の開発

研究課題名(英文) Development of a method for predicting the dynamics of ocean acidification in the coastal regions of Japan

研究代表者

今井 圭理 (Imai, Keiri)

北海道大学・水産学部・助教

研究者番号：40725983

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：日本沿岸海域における海洋酸性化の時空間変化とその規模を予測するために日本沿岸海域へ適用可能なpHの経験的関数(パラメタリゼーション： $pH = f$ (塩分、酸素、クロロフィルa等))の開発を目指した。環境の変動が大きい沿岸海域での海洋酸性化の動態を把握するには膨大なpHデータが必要となることから、日本沿岸海域(北海道・東北沿岸海域)を年間幾度も航行する北海道大学・練習船「おしよる丸」の表面海水モニタリングシステムを改良し、多項目な連続データ取得を可能にした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究による時空間的に詳細な日本沿岸海域におけるpHマッピングのための高確度なパラメタリゼーション技術は日本沿岸海域だけではなく、その他の沿岸海域においても海洋酸性化の実態解明へと展開でき、海洋酸性化の沿岸有用海洋生物への影響予測が可能となる。これは、世界的な海洋環境保全あるいは水産資源の持続に対する海洋酸性化対策を打ち出すことを導くことから、社会的貢献度が非常に高い。

研究成果の概要(英文)：We aimed to develop a parameterization of pH ($pH = f$ (salinity, oxygen, chlorophyll-a, etc.)) that can be applied to the Japanese coastal regions to predict the temporal and spatial changes and magnitude of ocean acidification in the coastal waters of Japan. Since a large amount of pH data is required to understand the dynamics of ocean acidification in coastal waters with large environmental variability, we improved the surface seawater monitoring system equipped with the Oshoro Maru of Hokkaido University, which makes several cruises per year to the Japanese coastal regions (off the coast of Hokkaido and Tohoku), to enable continuous multi-item data acquisition. The system has been improved to enable continuous data acquisition of multiple items.

研究分野：海洋化学

キーワード：表面海水モニタリング pHパラメタリゼーション 海洋酸性化 pH測定

1. 研究開始当初の背景

近年、海洋炭素循環機構を解明するために、ハワイ沖のHOT (23°N, 158°W)、西部北太平洋のKNOT (44°N, 155°E)、東部北太平洋のPapa (50°N, 165°W)の外洋観測定点で集中的な時系列観測が組織的に行われ、海洋表層における生物活動やCO₂濃度の季節変化とその要因について明らかとしてきた。その一方で、人為起源のCO₂排出量増加の影響により海洋酸性化(外洋域では、局所的ではあるが年率0.002pHの減少が観測されている)が顕在化し、その定量的な現状把握と将来予測および生態系への影響評価が急務とされている(IPCC, 2013)。例えば、沿岸海域では人間活動に伴う栄養塩負荷等がさらに加わるため、外洋域以上に海洋酸性化傾向が大きくなるという報告もあり(Kawai et al., 2015)、海洋酸性化がこのまま進行した場合には海洋沿岸環境へ重大な影響があると考えられる。しかし、沿岸域におけるpHの時空間的変動が大きいため、この海域の海洋酸性化の実態解明は未だ解明されていないのが実情である。

また、外洋域でさえ、海洋酸性化の指標として用いられるpHの既存観測データ数は、その他の海洋成分パラメータ(例えば、塩分、水温、栄養塩類、溶存酸素など)と比べて絶対的に少ない。地球規模で見ても、海域の現状把握および将来予測を行うにはあまりにも少なく、高確度なデータはさらに少ないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究では、北海道大学・練習船「おしよる丸」航海において沿岸海域の高頻度の往来を利用して時空間的に大量の高精度・高頻度データの取得を行い、沿岸海域に特化した実測pHと他の海洋環境パラメータデータ群(T(水温)、S(塩分)、Chl-a(クロロフィル)、DO(溶存酸素)、栄養塩(硝酸塩、NO₃)、二酸化炭素濃度(pCO₂))との定量的な関係を明らかにし、その関係を用いて日本沿岸海域へ適用可能なpHのパラメタリゼーション($pH = f(T, S, Chl-a, DO, NO_3, pCO_2)$)の開発を行うことを目的としている。

海洋・水産系大学の所有する練習船は、教育・研究のために高品質な観測設備を所有し、調査・研究目的の観測船と同等の能力を持っている。「おしよる丸」は実習航海が毎年、年間15回以上計画され、北海道・東北の沿岸海域を幾度も航行、あるいはその海域に長時間留まる(実習・観測あるいは入港時間調整等のために)ことが多い。この航海計画を利用すると調査海域面・調査頻度を増やせるために高頻度データ取得を可能にする。さらに、狭い海域内における数時間単位の短い時間スケールでの環境動態を捉える可能性を示唆している。

一方、過去、数十年にわたり多くの機関で日本沿岸海域において大量に得られている栄養塩、塩分、酸素等群にこのパラメタリゼーションを適用することで、日本沿岸海域での海洋酸性化の実態解明を目指す。

3. 研究の方法

北海道大学・練習船「おしよる丸」が研究用海水専用の取水口(シーチェスト: 喫水下約5mに設置)から揚水する研究用表面海水は回転容積型の1軸偏心ネジポンプ(モノポンプ)を採用することで、pHや溶存酸素の測定に適して泡立ちがほとんどないのが特徴である。この「おしよる丸」の研究用表面海水を連続的に取り込む表面海水モニタリングシステム(T、S、Chl-a、濁度の測定が可能: 図1)を改良し、溶存酸素センサー(本研究にて購入)とpHセンサーおよびCO₂計(環境省との協定による)を順次増設することで日本沿岸海域におけるpHのパラメタリゼーション構築に必要な高頻度なデータ取得を行う。また、各種センサーのデータの確度を検証するためにセンサーデータと実際の海水分析データの比較のための海水採取を行い、それぞれのセンサーデータの補正を施し、これらデータ群の高頻度高精度データ群の取得を行う。

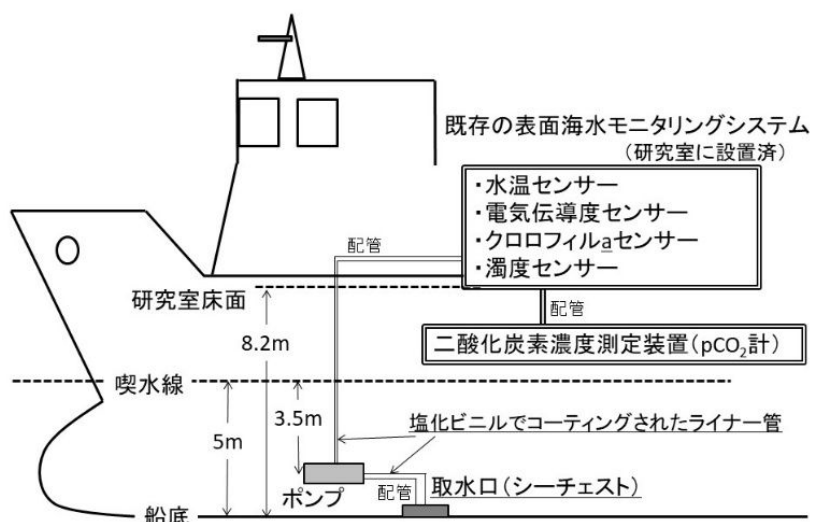


図1. 表面海水モニタリングシステムへの海水取水経路概略図

4. 研究成果

本研究課題の3ヶ年のうち2年目までに「おしよろ丸」既存の表面海水モニタリングシステム (T、S、Chl-a、濁度の測定) に DO センサー (本研究にて購入) と pH センサーおよび CO₂ 炭素計 (環境省との協定による) を順次増設し、多項目データ取得が可能となった。研究室に揚水された研究用海水は表面海水モニタリングシステムの水槽に注入されたのちオーバーフローして二酸化炭素測定用のタンデム型気液平衡器に流れてそれぞれ測定される。表面海水モニタリングシステムの水槽の

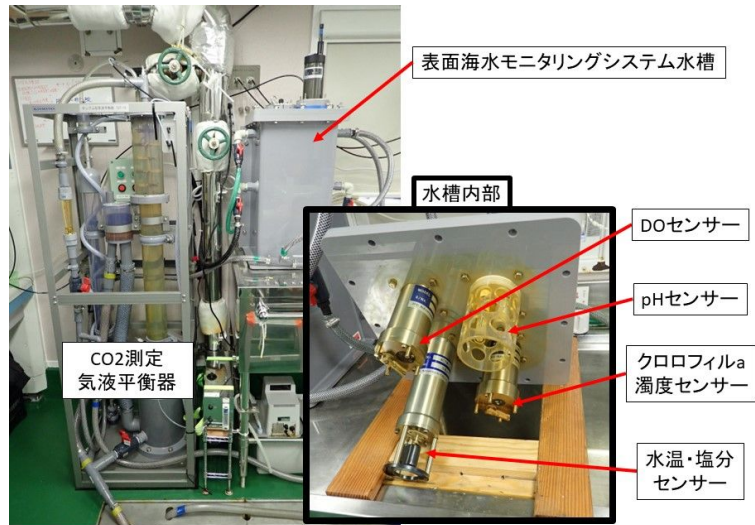


図2. 改造後の表面海水モニタリングシステム(「おしよろ丸」研究室内)

内部にはセンサー増設の結果、4本のセンサーが配置された(図2)。

一方、新型コロナウイルス感染症拡大によって練習船の航海が中止され、表面海水モニタリングシステムの改良完了後から最終年度までに計画された母港(函館)を出入港する航海が25航海中10航海と半減してしまった。しかし、図3に示すように北海道(道南・道東)東北沖を中心に北海道から大阪までの日本沿岸・太平洋側において改良後のモニタリングシステムによるデータ取得と各種センサー較正のための海水試料採取ができた。

また、各種センサーのデータの確度検証実験とそれらの検証を実施した。特に、DOセンサーによる測定値と同時に採取した海水試料をウインクラー法を用いて測定した値を比較したところ、最小二乗法において $R^2 = 0.998$ となり、非常に高い相関を示した。これは DO センサーが高確度なデータ取得を示しているだけでなく、pHなどの測定において非常に状態の良い研究用海水が揚水され、高確度なデータを取得可能にしていることが分かった。併せて、日本沿岸海域の過去のデータ群も含め、時空間的には粗いが pH のパラメタリゼーションの構築と時空間分布を明らかにできるようにもなった(Watanabe, Imai, et al., 2020)(二重下線: 研究代表者; 下線: 研究分担者)。

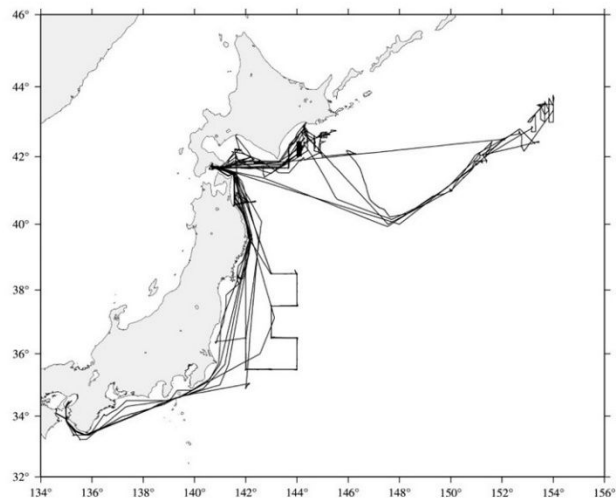


図3. 「おしよろ丸」の2020—2022年の航海実績(航跡図)

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 Watanabe Yutaka W., Li Bofeng F., Yamasaki Royce, Yunoki Shun, Imai Keiri, Hosoda Shigeki, Nakano Yoshiyuku	4. 巻 76
2. 論文標題 Spatiotemporal changes of ocean carbon species in the western North Pacific using parameterization technique	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 155 ~ 167
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10872-019-00532-7	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0件

〔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
研究 分 担 者	渡辺 豊 (Watanabe Yutaka) (90333640)	北海道大学・地球環境科学研究院・准教授 (10101)	

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