

平成 21 年 4 月 29 日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2006～2010

課題番号：18067002

研究課題名（和文）海洋の温室効果気体の長期変動と気候へのフィードバック効果

研究課題名（英文）Long-term changes in greenhouse gases in the ocean and their feedback effects on the climate

研究代表者

渡辺 豊（WATANABE YUTAKA）

北海道大学・大学院地球環境科学研究院・准教授

研究者番号：90333640

研究分野：化学海洋学

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：化学海洋学、海洋環境変動、

1. 研究計画の概要

地球温暖化予測モデルへの気候フィードバック効果の組み込みは、大気海洋物質循環モデルでは、物理諸過程の変動による二酸化炭素溶解度の変化のような単純なものが含まれているにすぎない。これらのフィードバック効果のモデルへの組み込みはまだ開発が始まったばかりであり、十分な信頼性を持つに至っていない。そこで、本研究では、北太平洋に焦点を絞り、高緯度海域から亜熱帯海域の広範囲を対象領域として、長期変動メカニズム解明のための物理・生物・化学的総合観測を実施し、大気海洋循環ならびに物質循環の長期変動メカニズムについて明らかにすると同時に、長期時系列データを併用することで、物理・生物学的な変動をとおしての温室効果気体である CO_2 ・DMS・ N_2O ・ CH_4 などの増減が気候へのフィードバックに与える効果を総合的に定量化し、定式化することを最終目的とする。

具体的には、(1) 高緯度海域の海洋定点において 5 年間の物質循環パラメータの高頻度観測、ならびに、高緯度海域・中緯度海域・亜熱帯海域の広域観測を併せて実施し、海洋循環の長期変動メカニズムを解析・定量化を行う。その結果を受け、気候変動を再現できる海洋循環モデルを構築し、物理的変動ともなう海洋の気候へのフィードバック効果の定量化を行う。(2) 上記の海洋定点観測ならびに広域観測において、温室効果気体である CO_2 ・DMS・ N_2O ・ CH_4 を生物パラメータとともに観測し、海洋の温室効果気体の変動と環境要因との相互解析を実施し、大気海洋物質循環モデルへ組み込み可能な温室効果気体の動態についての定式化を図る。(3) 上記の(1)と(2)の結果を相互検討し、長期的な物理的変動と生物化学的な変動とを合わせた形の今後起こりうる北太平洋の気候へのフィードバック

効果の定量化を図る。

2. 研究の進捗状況

(1) 船舶海洋定点観測および広域観測：

北太平洋亜表層・中層水形成海域付近の西部北太平洋高緯度海域ならびに中緯度亜熱帯海域において、水深 2000m 程度までの採水観測調査を実施し、温室効果気体の基礎データ（炭酸物質、DMS、 N_2O 、 CH_4 、水温、塩分、クロロフィル、珪酸塩、リン酸塩、硝酸塩、溶存酸素、乱流・混合等）を取得してきた。これらをもとに長期変動解析を行った結果、長期トレンドとしては、温暖化に伴い生物生産減少・植物プランクトン種のシフト・pH 変動等の炭素循環変動がみられるだけでなく、沿岸部での脱窒強化・亜極域水柱内での窒素固定強化等の窒素循環変動もここ数十年で進んでいることを明らかとした。また、長期トレンドと併せて見られる約 20 年の数十年変動周期については、潮汐混合によって駆動されており、北太平洋全域の気候を支配していることが明らかとした。

(2) 温室効果気体の動態の定式化：

船舶観測により得られる詳細な基礎観測データおよび、これまでに得られている既存のデータをもとに、炭酸物質・DMS・ N_2O ・ CH_4 のアルゴリズムの開発を進めてきた。特にセンサー観測・現場観測では網羅できない時空間分布をカバーするため、衛星利用を睨み、水温やクロロフィル等の関数として表現できる炭酸系物質・DMS・ N_2O ・ CH_4 に焦点をあてて開発を進めてきた。その結果、北太平洋海洋表層におけるアルカリ度・pH・DMS・ N_2O について、水温やクロロフィル等の関数としてこれらの時空間分布を表現できることを明らかとした。

(3) 海洋循環モデル実験：

海洋環境変動に与える影響を単純化して組

み込んだ数値モデルを用いて、北太平洋高緯度域への影響を評価し、観測で得られた結果と比較を進め、風の変動に起因する変動が同時に存在する場合の変動特性について検討し、北太平洋で卓越する数十年規模変動への寄与を明らかにすることを進めてきた。その結果、概ね、数十年規模の海洋物理変動は再現することが可能となった。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

海洋循環の長期変動メカニズムの解析・定量化については、長期トレンドとして、温暖化に伴う炭素循環変動・窒素循環変動を明らかとするとともに、長期トレンドと併せて見られる数十年変動周期が潮汐混合によって駆動されており、北太平洋全域の気候を支配していることが明らかとし、概ね順調に観測・解析は進んでいる。また、温室航海気体の動態の定式化については、炭酸系物質・DMS・N₂O について、水温やクロロフィル等の関数として時空間分布を明らかとし、これについても概ね順調である。また、海洋循環モデル開発については、北太平洋で卓越する数十年規模の海洋物理変動は再現することが可能となり、今後、その他の物質循環変動等の組み込みを計る予定であり、これについても概ね順調な進捗である。

4. 今後の研究の推進方策

船舶観測については、長期変動解析ならびに温暖化物質動態の定式化のためには、北太平洋東部域および縁辺域のデータが不足しているため、今後2年間において、ベーリング海を含む東部海域ならびにオホーツク海での集中観測を実施し、これまでに得られた長期変動解析ならびに温暖化物質動態の定式化の妥当性を評価する予定である。また、モデル化については、海洋物理変動を再現できるモデルに、温暖化物質定式化を組み込み、海洋の物質循環変動の長期的な傾向を抽出し、その定量化を計る予定で今後の研究を進める。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計11件)

Yasuda, I., (2009): The 18.6-year period moon-tidal cycle in Pacific Decadal Oscillation reconstructed from tree-rings in western North America *Geophysical Research Letters* 36, L05605, DOI: 10.1029/2008GL036880. 査読有.

Watanabe, Y. W., Shigemitsu, M., Tadokoro, K., (2008), Evidence of a change in oceanic fixed nitrogen with decadal climate change in the North Pacific subpolar region, *Geophysical Research Letters* 35, L01602, DOI: 10.1029/2007GL032188. 査読有.

Watanabe, Y. W., et al. (2007), Reconstruction of sea surface dimethylsulfide in the North Pacific during 1970s to 2000s, *Marine Chemistry*, 103, 347-358, DOI:

10.1016/j.marchem.2006.10.004. 査読有.

Tanaka, S. S., and Watanabe, Y. W., (2007), A high accuracy method for determining nitrogen, argon and oxygen in seawater, *Marine Chemistry*, 106, 516-529, DOI: 10.1016/j.marchem.2007.05.005. 査読有.

Yasuda, I., Osafune, S., Tatebe, T., (2006): Possible explanation linking 18.6-year period nodal tidal cycle with bi-decadal variations of ocean and climate in the North Pacific, *Geophysical Research Letters* 33, L08606, DOI: 10.1029/2005GL025237. 査読有.

[学会発表](計19件)

本間則仁、渡辺豊、坂本愛：北西部北太平洋における海水中のジメチルサルファイドの鉛直分布の解明に関する研究。2008年度日本地球化学会年会，東京大学，東京，2008年9月。

渡辺豊、千葉武史、田中孝幸：炭素安定同位体を用いた北太平洋における人間活動起源二酸化炭素の吸収量の変動の見積もり。2008年度日本地球化学会年会，東京大学，東京，2008年9月。

田中伸一、渡辺豊、小笠恒男：海洋表層における溶存窒素、アルゴン、酸素を用いた正味の酸素生産速度の見積もり。2008年度日本地球化学会年会，東京大学，東京，2008年9月。

Watanabe, Y. W., et al.: Remarkable increases of Alkalinity and pH in the Okhotsk Sea during the 1990s and 2000s. Remarkable increases of Alkalinity and pH in the Okhotsk Sea during the 1990s and 2000s. The Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society, Busan, Korea, 16-20 Jun. 2008.

Nishioka, J., Watanabe, Y. W., et al.: Importance of lateral iron transportation from the Sea of Okhotsk to western subarctic Pacific. The Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society, Busan, Korea, 16-20 Jun. 2008.

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

朝日新聞 2007年8月31日 科学欄「温暖化でやせる海」

