

平成 21 年 4 月 6 日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2006～2010

課題番号：18067006

研究課題名（和文） 海洋表層における微量元素の動態と生物利用能

研究課題名（英文） Bioavailability and biogeochemical process of trace metals in the surface ocean

研究代表者

武田 重信 (TAKEDA SHIGENOBU)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授

研究者番号：20334328

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：海洋科学，大気海洋物質循環，海洋生態，微量元素，植物プランクトン

1. 研究計画の概要

西部北太平洋に降下したアジア大陸起源エアロゾルから、鉄やその他の必須微量元素が、生物に利用可能な形でどの程度供給されるのかを明らかにすることを目的として、海洋表層における微量元素の動態とその生物利用能の解明を進める。

特に以下の3点に着目した研究を行う。(1) エアロゾルに含まれる微量元素の海水への溶解度を支配する要因は何か？(2) エアロゾルから溶出した微量元素は海水中でどのような物理的・化学的形態をとるか？(3) 植物プランクトンはどのような化学的形態の微量元素を利用し得るのか？

これらにより、従来は定性的把握に留まっていた大気由来の微量元素の溶解度および生物利用能について、制御機構の理解を含めた定量的な評価を可能にし、親生物元素循環や生物ポンプの理解に新たな見地を与え、気候変動に対する海洋の応答予測に資する。

2. 研究の進捗状況

(1) エアロゾルに含まれる微量元素の海水への溶解度を支配する要因

フロースルーシステムを用いた黄砂標準粒子の室内溶解実験を実施し、黄砂粒子表面の反応性の高い鉄の溶解やコロイド態鉄の流出が最初に起こり、その後、比較的反応性の低い鉄が徐々に流出することを見出した。また、自然海水中に存在する濃度レベルの金属有機配位子が黄砂からの鉄の溶解を著しく促進する可能性は小さいことを示した。さらに、春季に沖縄辺戸岬、釧路、大槌、東京で大気降下物質を採取し、微量金属の含有量の測定を進めている。

(2) エアロゾルから溶出した微量元素の海水中における物理的・化学的形態

植物プランクトンブルーム中の希土類元素の分別を解析した結果、生物起源粒子表面の有機物と希土類元素の錯生成により、除去過程を説明できることを示した。また、南太平洋等の表層において、アルミニウムの分布は大気経由で輸送される鉱物粒子の降下量に対応していること、鉄については海域によって大気経由の輸送過程と、沿岸からの水平輸送の重要性が異なることを明らかにした。さらに、西部北太平洋亜寒帯域表層における大型粒子、コロイド粒子、溶存態の各種微量元素濃度の広域水平分布と、植物プランクトンブルームとの関係について検討を進めている。

(3) 植物プランクトンが利用し得る微量元素の化学的形態

春季に釧路等で採取した大気降下物質、洋上で採取した雨水およびエアロゾルを用いて、西部北太平洋亜寒帯の表層海水への添加培養実験を実施したところ、いずれも大型植物プランクトンの増殖を顕著に促進することが明らかになった。但し、黄砂標準粒子添加に対する増殖応答は、硫酸鉄添加と比較的に小さい場合もみられた。また、東シナ海では、プランクトン群集は海洋表層への銅などの金属供給に対して有機配位子生成などの応答を示し、微量金属の化学的形態やその生物利用能を変化させ得ることを示唆する結果を得た。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

(理由)

平成 20 年度までの 3 ヶ年については、当初計画した研究を概ね順調に実施できており、すでに研究成果の一部を学会ならびに学術雑誌にて発表している。平成 22 年度には、大気由来の微量元素の供給と生物利用能の関係について定量的な評価を可能にするるとともに、微量元素の生物利用過程の定式化を通して気候変動に対する西部北太平洋の生物・化学的な応答を予測するという研究目標を達成できる見込みである。

4. 今後の研究の推進方策

西部北太平洋亜寒帯・亜熱帯域、ベーリング海、南シナ海、南北インド洋における研究航海や陸上観測ステーションにおける現場観測と、船上・陸上実験室におけるエアロゾル溶解実験・植物プランクトン培養実験を組み合わせて以下の研究を実施する。

(1) エアロゾルに含まれる微量元素の海水への溶解度を支配する要因

黄砂が飛来する春季に、黄砂輸送モデルの降水量予測を参考にしながら大気降下物質や洋上エアロゾルを採取し、それらに含まれる微量金属量と溶解特性について調べる。また、各海域の現場表層海水への微量金属元素の溶解度および表面混合層内の滞留時間を見積もる。

(2) エアロゾルから溶出した微量元素の海水中における物理的・化学的形態

西部北太平洋の表面海水中に含まれる微量元素の分布ならびに大型粒子・コロイド・溶存有機態・溶存無機態の微量元素の存在割合と、大気降下フラックスの時空間的な変動や海洋表層の生物活性との関わりについて解析する。また、鉄(II)は鉄(III)に比べて溶解しやすく、大気から供給される可溶性鉄の大きな部分を占めており、植物プランクトンにも利用しやすい形であると考えられるため、海水中の鉄の溶存状態を解明するため、鉄(II)の測定を行う。

(3) 植物プランクトンが利用し得る微量元素の化学的形態

大気降下物質やエアロゾルの添加量の違いによる植物プランクトンの増殖応答と生理状態の変化について分類群毎の違いを明らかにする。また、ダスト降下イベントの規模と植物プランクトンの増殖促進効果が持続する時間スケールの関係について検討する。

最終年度には、これらの研究結果を総合的に取りまとめ、生物に利用可能な形態で供給

されるエアロゾル起源の微量元素量を定量的に見積もる。さらに、溶出した微量元素の生物利用過程について主要なプロセスを抽出・定式化し、大気海洋の相互作用における微量元素の役割を評価する。

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 12 件)

- (1) Kondo, Y., S. Takeda, J. Nishioka, H. Obata, K. Furuya, W.K. Johnson, C.S. Wong, Organic iron (III) complexing ligands during an iron enrichment experiment in the western subarctic North Pacific. *Geophysical Research Letters*, 査読有, vol. 35, L12601, doi:10.1029/2008GL033354, 2008.
- (2) Obata H., K. Shitashima, K. Isshiki, E. Nakayama, Iron, manganese and aluminum in upper waters of the western South Pacific Ocean and its adjacent seas. *Journal of Oceanography*, 査読有, vol. 64, 233-245, 2008.
- (3) Sato, M., S. Takeda, K. Furuya, Iron regeneration and organic iron(III)-binding ligand production during in situ zooplankton grazing experiment. *Marine Chemistry*, 査読有, vol. 106, 471-488, 2007.

[学会発表](計 15 件)

- (1) Takeda S., Response of subarctic Pacific phytoplankton to the addition of simulated Asian mineral dust. 7th IOC/WESTPAC Symposium, 2008 年 5 月 21 日, Kota Kinabalu, Malaysia.
- (2) Takeda, S., H. Obata, T. Inoue, G. Teranishi, Underway sampling system for determination of dissolved and particulate trace metals in oceanic surface waters (GEOS/BIOCARBON). 2008 Ocean Sciences Meeting, 2008 年 3 月 2-7 日, Orlando, U.S.A.