

## 自己評価報告書

平成 23 年 5 月 7 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008~2011

課題番号：20310006

研究課題名 (和文) 海洋表層におけるケイ素と炭素の生物地球化学的循環のカップリング

研究課題名 (英文) Coupling of silicon and carbon biogeochemical cycles in the surface ocean.

研究代表者

武田 重信 (TAKEDA SHIGENOBU)

長崎大学・水産学部・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、海洋生態、地球化学、環境変動、炭素循環

## 1. 研究計画の概要

海洋表層における生物地球化学的な炭素循環が、表層 (有光層) へのケイ素の移出入とどのようにカップリングしているのかを明らかにすることを目的として、主に西部北太平洋を対象として以下の3項目について研究を実施する。

- (1) 海洋表層での植物プランクトン群集による有機炭素生産と生物ケイ酸生産の時空間変動の対比
- (2) 主要な珪藻種の遺骸の有機炭素および生物ケイ酸の分解・溶解過程とその速度
- (3) 表層 (有光層) と中深層の間で移出入する炭素とケイ素の元素比の見積もり

これらにより、生物活動による海洋表層から深層への炭素移送効率を制御する要因としてのケイ素循環および珪藻生産の重要性を評価し、古海洋環境における生物生産活動の変遷解析ならびに将来の気候変動に対する海洋生態系応答予測の高度化に資する。

## 2. 研究の進捗状況

- (1) 西部北太平洋亜寒帯域における有機炭素生産と生物ケイ酸生産

夏季の西部北太平洋亜寒帯域において、生物ケイ酸と有機炭素の生産速度を擬似現場法で測定するとともに、西部亜寒帯循環の鉄制限域やベアリング海の珪藻ブルーム域を含む北太平洋亜寒帯の広範な海域から、夏季の表層植物プランクトン群集の炭素：ケイ素比の変動を解析するための試料を得た。

表層珪藻群集においては小型羽状目珪藻が優占していたが、植物プランクトン群集全体の生物量でみると渦鞭毛藻、クリプト藻、微小鞭毛藻類が卓越していた。このため水柱の有機炭素生産に対する生物ケイ酸生産の

割合が相対的に低くなる傾向にあった。同海域では表層の溶存鉄濃度が低く、鉄不足によって大型珪藻の増殖が制限されていたと考えられる。しかし、珪藻殻の形成時に取り込まれる蛍光色素 PDMP0 を用いた観察結果から、鉄制限を受けていたと予想された中心目珪藻類も高頻度で細胞分裂していることが明らかになった。小型羽状目珪藻の生物ケイ酸殻は薄くて短期間のうちに溶解するのに対して、比較的溶解速度の遅い堅牢な殻構造をもつ大型の中心目珪藻は、有光層下部や有光層直下で現存量が多くなることから、海洋表層の珪藻類による生物ケイ酸の生産ならびに有機炭素の下層への鉛直輸送を考える上で、小型羽状目珪藻と大型中心目珪藻を区別して解析することが鍵になることが分かった。

- (2) 珪藻遺骸の有機炭素と生物ケイ酸の分解・溶解過程

西部北太平洋亜寒帯の表層水に栄養塩を添加培養して珪藻を主体とする植物プランクトンの増殖を促し、得られた高濃度懸濁態有機物を 4℃の冷暗所に保管して生物ケイ酸と有機炭素の濃度変化を追跡した。主に小型の羽状目珪藻からなる生物ケイ酸は、低温環境下において、約1ヵ月で70-80%が溶解し、溶存ケイ酸として速やかに再生することが明らかになった。

- (3) 珪藻による炭素・ケイ素の取り込みに対する微量元素の影響

西部北太平洋亜寒帯域の微量金属元素濃度を調べたところ、珪藻を主体とする植物プランクトンブルームがみられた海域で、海水中の溶存亜鉛濃度の顕著な減少が観測され

た。海洋において亜鉛はケイ酸塩と同様な鉛直分布パターンを示すことが知られており、また炭酸脱水酵素には亜鉛が含まれていて植物プランクトンの二酸化炭素固定に密接に関わっていることから、珪藻ブルームと連動して濃度変化を示す亜鉛は、海洋表層・亜表層における炭素・ケイ素の循環過程のリンクを調べる上で重要な糸口となる可能性がある。

#### (4) 沿岸・縁辺海域における有機炭素生産と生物ケイ酸生産

夏季の東シナ海において、表層水中の溶存ケイ酸と生物ケイ酸濃度、および懸濁粒子中の生物ケイ酸と有機炭素の Si:C 比の分布を調査し、同海域の栄養塩循環や一次生産に果たす珪藻の役割について検討した。済州島南西沖では珪藻のブルームが観測され、局所的に溶存ケイ酸濃度が低く生物ケイ酸濃度の高い水塊が認められた。その表面水の生物ケイ酸と粒状有機炭素の Si:C 比は約 0.26 であり、栄養十分条件で室内培養した珪藻の平均的な Si:C 比と比較してやや高いものの、同海域における有機炭素の下層への輸送に珪藻が重要な役割を果たしていることが明らかになった。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。  
(理由)

2010 年度までの 3 ヶ年については、ケイ素同位体比分析などの一部の試料測定に時間を要しているものの、当初計画した観測を概ね順調に実施できており、すでに研究成果の一部を日本海洋学会等において発表している。2011 年度には、試料分析を完了させて、西部北太平洋表層におけるケイ素と炭素循環のカップリングについての解析を進め、生物活動による海洋表層から深層への炭素移送効率を制御する要因としての珪藻生産の重要性を評価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

#### (1) 西部北太平洋における有機炭素生産と生物ケイ酸生産

これまでに各海域で採取した試料の分析を継続し、生物ケイ酸生産量と一次生産による有機炭素生産量の関係解析を進めるとともに、ケイ藻によって駆動される炭素・ケイ素循環に及ぼす環境要因が海洋の現場においてどのように機能しているのかについて、東シナ海の珪藻ブルームを対象とした現場観測を実施する。また、北太平洋亜寒帯域から亜熱帯域において、海水中の亜鉛の分布と溶存状態を調べ、珪藻による炭素・ケイ素の取り込みに対する亜鉛などの微量元素の影響

を考察する。

#### (2) 海洋表層における炭素循環とケイ素循環のカップリングの総合評価

本研究を通して得られた結果を統合整理し、モデル解析などにより、海洋表層における炭素の収支と表層へのケイ素の移出入の関係を定量的に表現することを試み、ケイ素循環によって制御されるケイ藻の生物生産活動が炭素循環とどのようにカップリングしているのかを明らかにする。また、その解析を通して、生物ポンプ効率を制御する要因としてのケイ藻生産の重要性を評価する。

### 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 7 件)

- ① Masuda, T., K. Furuya, N. Kohashi, M. Sato, S. Takeda, M. Uchiyama, N. Horimoto, T. Ishimaru, Lagrangian observation of phytoplankton dynamics at an artificially enriched subsurface water in Sagami Bay, Japan. *Journal of Oceanography*, vol. 66, 801-813, 2010, 査読有
- ② Saito, H., A. Tsuda, Y. Nojiri, T. Aramaki, H. Ogawa, T. Yoshimura, K. Imai, I. Kudo, J. Nishioka, T. Ono, K. Suzuki, S. Takeda, Biogeochemical cycling of N and Si during the mesoscale iron-enrichment experiment in the western subarctic Pacific (SEEDS-II). *Deep-Sea Research-II*, vol. 56, 2852-2862, 2009, 査読有

[学会発表] (計 7 件)

- ① 武田重信、吉国翔一、岡村和麿、迎雄一、夏季東シナ海済州島南方海域における表層水中のケイ素の動態と一次生産、2011 年度日本海洋学会春季大会、2011 年 3 月 22-26 日、東京大学柏キャンパス
- ② 武田重信、丸川真悟、小畑元、田副博文、小埜恒夫、ケイ素安定同位体  $^{30}\text{Si}$  を用いた生物ケイ酸の生産・溶解速度の測定、2010 年度日本海洋学会春季大会、2010 年 3 月 27 日、東京海洋大学品川キャンパス
- ③ 柴田直弥、大久保綾子、小畑元、蒲生俊敬、西岡純、武田重信、児玉武稔、谷田巖、鈴木光次、西部北太平洋亜寒帯域における微量金属元素の分布とスペシエーション、東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム白鳳丸航海 KH-08-2 データシンセシス、2009 年 12 月 11 日、東京大学海洋研究所