

平成 21 年 5 月 7 日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2006 年度～2010 年度

課題番号：18067007

研究課題名(和文)海洋表層における生元素の形態別微細変動と微生物プロセスとの相互作用

研究課題名(英文) Detailed fluctuations of different forms of bio-elements in surface ocean and their interaction with microbiological processes

研究代表者 小川 浩史

東京大学・海洋研究所・准教授

50260518

研究分野：生物地球化学

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：生元素動態、栄養塩類、海洋有機物、海洋微生物、海洋物質循環

### 1. 研究計画の概要

海洋表層における生元素循環メカニズムの解明を目的に、栄養塩類、有機物および細菌群集の存在形態の詳細と微細な変動を検出するための最先端技術を開発、それらを駆使し、特に大気との相互作用と関連付けながら解析、評価を行う。具体的に、成層海域表層内での窒素・リン・珪素の時空間分布の詳細を、形態別定量および高感度・高分解能測定方法を用いて明らかにする。また、海洋から大気への揮発性有機物のフラックスについて、炭素・窒素を中心とした生元素レベルで評価することをめざし、同時に海洋表層内での有機物の代謝過程を細菌群集組成解析と合わせて評価を行う。

### 2. 研究の進捗状況

これまでの研究経過として、主に目的に掲げた“最先端技術の開発”に精力を注ぎ、以下に挙げる計測システム、分析手法の検討、開発を進めた。

(1) 長光路キャピラリーフローセルを用いた栄養塩類 5 成分(硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニウム塩、リン酸塩、ケイ酸塩)に対する超高感度(ナノモルレベル)自動連続計測システム

(2) フロー式湿式分解による全窒素-全リン濃度の自動連続計測システム

(3) 過硫酸分解を用いた湿式酸化分解法による粒子状リン濃度の測定手法

(4) 蒸留抽出法による海水中の揮発性有機炭素・窒素量の測定手法

(5) 溶存有機炭素・窒素の高精度測定システムを利用した、海水中の蓄積性溶存有機物の生分解特性の解析手法

### (6) 密度勾配を用いた海水中の細菌群集の分類手法

その結果、一部を除きほぼ海水中の分布測定に対し実用化できる状況に至っており、特にナノモルレベル栄養塩の分布に関しては、貧栄養環境下における活発な生物活動を示唆する新しい知見が得られ始めており、基本的な研究の流れとしてはほぼ計画どおりに達成されつつある。また、これら以外にも、生元素循環のプロセス研究として、細菌群集による細胞外酵素活性の pH 依存特性、粒子捕獲型細菌によるコロイド有機物の分解過程に関して、新知見を得ている。一方、研究計画班内の連携を強く意識し、主に学術研究船を利用した合同観測(白鳳丸 KH-08-2、淡青丸 KT-07-15, KT-08-14)を積極的に進めてきた。今後、これらの航海で得られた各々の成果が統合されることにより、研究計画班全体としてのまとまったアウトプットが期待される。

### 3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

本研究課題では、海洋表層の生元素の動態、微生物プロセスの解明というミッションに対し、まず新たな先端技術を検討・開発し、次にそれを駆使しながら様々な海域において観測を行うという大枠で計画されている。従って、技術開発は計画の原点となっているが、上述したように、これまでに複数の計測システムや分析手法が確立されており、この点から見ておおむね順調に進行していると言える。

#### 4. 今後の研究の推進方策

高感度栄養塩自動連続計測システムを駆使し、主として亜熱帯海域表層におけるナノモルレベルの栄養塩の分布を明らかにする。また、全窒素・全リンの自動連続計測システムを利用して、有機態の窒素、リンの分布を高解像度で明らかにする。同様に、確立された測定手法に基づき、懸濁態粒子状リンの分布を明らかにすると同時に、アルカリフォスホターゼのような有機態リンに対する分解酵素の活性を測定し、両者の分布の関係を明らかにする。一方、揮発性有機炭素・窒素の測定方法を早急に確立し、詳細な分布を明らかにすることをめざす。また、溶存有機物の代謝回転について、特に、亜熱帯表層に蓄積する溶存有機態の窒素、リンが生物生産にどのように寄与しているかを明らかにするため、分解実験を通じた解析を進める。同時に細菌群集の機能群解析を行い、有機物の質的な情報との関連を明らかにする。得られた結果に基づき、海洋表層における生元素の微細分布と生物活動との関連に関わる作業仮説を立て、船上や実験室内において分解実験や取り込み実験を行い、検証を試みる。

#### 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 19 件)

1. Hashihama, F., K. Furuya, S. Kitajima, S. Takeda, T. Takemura, J. Kanda: Macro-scale exhaustion of surface phosphate by dinitrogen fixation in the western subtropical North Pacific, *Geophysical Research Letters*, 36, doi:10.1029/2008GL036866, 2009 (査読有)

2. M. Suzumura: Persulfate chemical wet oxidation method for the determination of particulate phosphorus in comparison with a high-temperature dry combustion method, *Limnology and Oceanography: Methods*, 6, 619-629, 2008 (査読有)

3. J. Kanda, T. Itoh, M. Nomura: Vertical profiles of trace nitrate in surface oceanic waters of the North Pacific Ocean and East China Sea, *La mer*, 45(2), 69-80, 2007 (査読有)

4. Seo, Y., E. Ikemoto, A. Yoshida, K. Kogure: Particle capture by marine bacteria, *Aquatic Microbial Ecology*, 49, 243-253, 2007 (査読有)

5. Tanaka Y, T. Miyajima, I. Koike, T.

Hayashibara, H. Ogawa: Imbalanced coral growth between organic tissue and carbonate skeleton caused by nutrients enrichment, *Limnology & Oceanography*, 52, 1139-1146, 2007 (査読有)

[学会発表](計 24 件)

1. Ogawa, H., H. Fukuda, I. Koike: C:N ratio and biodegradability of dissolved organic matter in surface waters along longitudinal sections across the North Pacific Ocean, 2009 ASLO Aquatic Science Meeting, Jan.28, 2009, Nice, France

2. Suzumura, M., N. Yamada, T. Kitayama: Effects of CO<sub>2</sub>-Related Seawater Acidification on Marine Biogeochemical Cycling: II. Activities of Hydrolytic Enzymes, 2008 Western Pacific Geophysics Meeting, Jul. 29, 2008, Cairns, Australia

3. 橋濱史典・前田洋作・古谷研・神田穰太・小川浩史: 夏季伊豆周辺海域における低濃度ケイ酸の空間変動, 2008年度日本海洋学会秋季大会, 2008年9月, 広島国際大学

4. 鈴村昌宏: 海水中の粒子状リンの分析: 高温焙焼法と過硫酸分解法の比較, 2008年度日本海洋学会春季大会, 2008年3月27日, 東京海洋大学

5. Ogawa, H., T. Yoshimura, M. Suzumura, K. Imai, N. Tsurushima, A. Tsuda, Y. Nojiri, I. Koike: Temporal variation property of dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus in surface of the western subarctic Pacific, 2008 Ocean Sciences Meeting, Mar. 4, 2008, Orland, U.S.A.

[図書](計 2 件)

1. 小川浩史(分担執筆): 旬報社, 環境事典: 地球環境-海洋汚染(日本科学者会議編), 2008, 1240pp.

2. 小川浩史(分担執筆): 丸善, 第5版実験化学講座 環境化学(日本化学会編), 2007, 519pp.

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

[その他]

特に無