

## 自己評価報告書

平成23年5月30日現在

機関番号：82706  
研究種目：新学術領域研究  
研究期間：2008～2012  
課題番号：20109005  
研究課題名（和文） 「海底下の大河」における物理・化学環境と微生物活動の相互作用：現場環境での素過程  
研究課題名（英文） Clarification of in situ physical, chemical and biological interactive processes in TAIGA  
研究代表者  
高井 研 (TAKAI KEN)  
独立行政法人海洋研究開発機構 海洋・極限環境生物圏領域  
研究者番号：80359166

研究分野：理工系

科研費の分科・細目：地球科学

キーワード：熱水循環、海底下の大河、酸化還元状態、生物地球化学、素過程

## 1. 研究計画の概要

本研究計画は、典型的な「海底下の大河」（以下「大河」）における様々な段階・領域の物理・化学環境と微生物活動の相互作用を解き明かし、生物地球エネルギー・物質循環の全体像を紐解く鍵を与えると共に、熱水循環場の時空間的な拡がりや変遷過程の理解の中心的基礎を築くことである。本研究提案では特に、「大河」の現場環境（フィールド）における素過程を、高精度観察及び分析、反応・機能解析により解き明かし、「大河」を「物理・化学環境と微生物活動の相互作用の流れ」として理解することを目的とする。

## 2. 研究の進捗状況

これまでに、現場ラジオアイソトープ及び安定同位体トレーサー培養器、現場間隙水抽出装置及び現場化学計測機器を世界で先駆けて開発・製作し、現場環境での実用により、高感度・高精度な素過程の解明に結びつけた。一方、「大河」研究領域に関連するいくつかの重要な調査航海を主導した。沖縄トラフ「メタン的大河」の河口域における（微）生物—物理化学因子の相互作用についての調査航海（2009年6-7月、2010年8-9月）、地球深部掘削船「ちきゅう」によるIODP沖縄トラフ「メタン的大河」の下流域における（微）生物—物理化学因子の相互作用についての掘削調査航海（2010年9-10月）、さらには中央インド洋海嶺「水素及び硫黄の大河」の河口域における（微）生物—物理化学因子の相互作用についての調査航海（2009年10-11月）であった。

特に「ちきゅう」による沖縄トラフにおける「海底下の大河」の下流域掘削調査航海において、「巨大な海底下熱水の移流・滞留層、

それは海底下熱水湖と呼べる、が形成され、気液二相分離に伴う熱水密度成層構造が形成される」という掘削によって初めて明らかになった画期的な発見に結びついた。これら一連の研究調査とその研究成果は、「熱水噴出口、冷湧水域に集中した観測や解析が、より広域的な「海底下の大河」全容の理解に向けてのモデル構築を導き、そのモデルの検証に向けた「海底下の大河」に対する直接的な掘削調査研究を牽引し、最終的には世界に先駆けた「海底下の大河」の流域構造とその物理・化学・微生物プロセスの理解に結びついた」ことを体現するものであった。

## 3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由)

初年度はまず研究実施体制の構築と現場環境で使用される培養器、採水器及び計測機器の開発を行った。

次年度は「海底下の大河」研究領域に関連するいくつかの調査航海が行われた。沖縄トラフ調査航海は、これまでの調査航海の成果を総括する成果を得るための調査であり、本研究計画で開発した培養器や現場化学計測機器を駆使して、詳細な熱水化学・微生物生態系の解析を行った。中央インド洋海嶺調査航海では、地質学的条件の異なる新たな熱水活動を2つ発見した。インド洋における熱水の化学組成の多様性（大河の多様性）を明らかにすると共に、熱水生態系の多様性を見出した。

昨年度は、2010年9-10月には、地球深部掘削船「ちきゅう」によるIODP沖縄トラフ「メタン的大河」の下流域における（微）生物—物理化学因子の相互作用についての掘

削調査航海（2010年9-10月）が行われた。その成果は、沖縄トラフにおける「海底下の大河」の下流域において、「巨大な海底下熱水の移流・滞留層、それは海底下熱水湖と呼べる、が形成され、気液二相分離に伴う熱水密度成層構造が形成される」という掘削によって初めて明らかになった画期的な発見に結びついた。

以上の理由から、本研究計画が当初の計画以上に進展していると評価する。

#### 4. 今後の研究の推進方策

これまでの成果、そしてこれから計画している研究によってもたらされる成果を包括的に体系化し、「メタンの大河」、「イオウの大河」及び「鉄の大河」における「固体-流体-微生物の相互作用の流れ」を構築する。また「水素の大河」については将来的な掘削調査に向けた「固体-流体-微生物の相互作用の流れ」モデルを完成する。

#### 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15件）

- ① Kawagucci, S., Toki, T., Ishibashi, J., Takai, K., Ito, M., Omori, T., and Gamo, T., Isotopic variation of molecular hydrogen in 20<sup>o</sup>-375<sup>o</sup>C hydrothermal fluids as detected by a new analytical method., J. Geophys. Res., 115, G03021, 2010、査読有
- ② Nunoura, T., Oida, H., Nakaseama, M., Kosaka, A., Ohkubo, S., Kikuchi, T., Kazama, H., Tanabe, S. H., Nakamura, K., Kinoshita, M., Hirayama, H., Inagaki, F., Tsunogai, U., Ishibashi, J., and Takai, K., Archaeal diversity and distribution along thermal and geochemical gradients in hydrothermal sediments at the Yonaguni Knoll IV, the Southern Okinawa Trough., Appl. Environ. Microbiol., 76, 1198-1211, 2010、査読有
- ③ Takai, K., and Nakamura, K., Compositional, physiological and metabolic variability in microbial communities associated with geochemically diverse, deep-sea hydrothermal vent fluids., Geomicrobiology: Molecular & Environmental Perspective, 251-283, 2010、査読有
- ④ Nunoura, T., and Takai, K., Comparison of microbial communities associated

with phase-separation-induced hydrothermal fluids at the Yonaguni Knoll IV hydrothermal field, the Southern Okinawa Trough, FEMS Microbiol. Ecol., 67, 351-370, 2009、査読有

- ⑤ Takai, K., Miyazaki, M., Hirayama, H., Nakagawa, S., Querellou, J., and Godfroy, A., Isolation and physiological characterization of two novel, piezophilic, thermophilic chemolithoautotrophs from a deep-sea hydrothermal vent chimney., Environ. Microbiol., 11, 1983-1997, 2009、査読有

〔学会発表〕（計15件）

- ① 高井研 地球規模での炭素循環のミッシング：地殻内でのメタン生成機構. 第21回日本 Archaea 研究会. 2009年7月10日. 産業技術総合研究所北海道センター
- ② Takai, K., and Nakamura, K. Compositional and Functional diversity of thermophilic microbial communities in deep-sea hydrothermal environments. Thermophiles 2009年8月17日. Beijing Friendship Hotel
- ③ 高橋嘉夫 分子地球化学：化学種解析による微量元素の性質の精密化がもたらす地球化学の新展開. 日本地球化学会第56年会. 2009年9月15日. 広島大学
- ④ 川口慎介, 高井研 化学合成生態系におけるH<sub>2</sub>消費を安定同位体比を用いて評価する. 地球惑星科学連合2010年大会. 2010年5月23日. 幕張メッセ
- ⑤ 川口慎介, 高井研 メタンあり遠方より来たる、また海底湧出メタンの起源ならずや：沖縄トラフ熱水研究からの考察. 地球惑星科学連合2010年大会. 2010年5月25日. 幕張メッセ
- ⑥ Takahashi, Y. Rare Earth element patterns as biomineralization probes. Goldschmidt Conference 2010年6月17日. Knoxville

〔図書〕（計1件）

- ① 高橋嘉夫 地球化学実験法. 培風館. 2010. pp. 57-61.