

平成22年 5月10日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19740335

研究課題名（和文） 海底熱水循環が海洋溶存有機物の分布に及ぼす影響に関する研究

研究課題名（英文） Study of the role of seafloor hydrothermal circulation associate with the distribution and fate of dissolved organic matter in the seawater

研究代表者

山中 寿朗（YAMANAKA TOSHIRO）

岡山大学・大学院自然科学研究科・准教授

研究者番号：60343331

研究成果の概要（和文）：海水には多くの炭素が得溶存有機物として存在し、その総量は大気中にCO₂として存在する炭素の量に匹敵すると見積もられている。しかし、その海洋溶存有機物の挙動についてはほとんど解明されていない。本研究では、海底下から噴出する熱水活動と溶存有機物の関係を調べた。その結果、熱水活動は基本的には海洋中の溶存有機物を減少させるが、その効果は極めて小さい。しかし、海底から噴出した熱水が海洋中に拡散していく過程で形成するプルーム中では、微生物の大量増殖に伴い溶存有機物が生産され、海洋の溶存有機物の分布に大きな影響を与えていることが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：In the ocean water significant amount of dissolved organic matter exist and its net amount has been estimated as much as gaseous carbon in the atmosphere as CO₂. However, it has not well understood that the behavior of dissolved organic matter in the oceans. This study aimed to understand the role of the hydrothermal activity with respect to the behavior of ocean DOC. The analytical results of this study suggest that the direct impact to the distribution of ocean DOC by the hydrothermal circulation is minimal, although the process of the hydrothermal circulation works principally as sink of ocean DOC by decomposition and/or adsorption of DOC. On the other hand, hydrothermal plum formed by mixing with seawater and hydrothermal fluid has been considered potential source of ocean DOC, which is expected strong impact to the ocean DOC pool. In the plum water high microbial activity has been detected, so the activity may plausible source of the DOC.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,700,000	0	2,700,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	300,000	4,000,000

研究分野：地球化学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地球宇宙化学

キーワード：海洋炭素循環，海底熱水活動，溶存有機物，低分子有機酸，地下生物圏

1. 研究開始当初の背景

海水中には50~100 $\mu\text{mol C/L}$ 程度の有機物が溶存態として存在し、全海洋において予想されている存在量は1018gCに達する。これは大気中の二酸化炭素の量とほぼ同程度の大きな値である。これら溶存態有機物は、以前、比較的分子量の水に溶けやすい有機分子だと考えられていたが、近年、タンパク質や糖などが縮合した高分子の溶存態有機物が全溶存態有機物の80%程度を占めている可能性が指摘されている。

溶存有機物の海洋における分布は表層で多く、深層に行くにつれ少なくなるが、その濃度は表層の半分程度にしかならない。この溶存有機物の深度分布は、海洋の表層付近で生物生産が最も高いことから、溶存有機物も表層付近で生産され、懸濁態有機物と共に有機物が水柱を鉛直移送する際、微生物分解を受け減少すると解釈されている。しかしながら、溶存有機物も鉛直移送の実体や、高分子故に微生物分解を受けにくいと考えられることから、その分布を規制している真の要因については十分な解明に至っていない。

2. 研究の目的

国内外において、近年、水圏の溶存態有機物を物質循環の観点などからどのように評価するか、一つの大きな課題となっている (Hedges, 2002)。溶存態有機物はこれまで予測されてきた以上に多様性があり、溶けやすい低分子有機物だけでなく高分子成分も無視できない存在であることが明らかになりつつある (田上, 2005)。しかし、溶存有機物の分布に海底熱水系が果たしている役割に注目した研究は始まったばかり (Lang et al., 2006) で、本研究が先導的な試みの一つであ

る。

そこで、本研究では海底の熱水活動に注目し、熱水循環が海中の溶存有機物の分布になんらかの影響を及ぼしているか、すなわち、

地殻にしみこんだ海水がマグマなどの熱によって加熱され、浮力を得て海底面に噴出する熱水循環系において、溶存有機物は海水中から除去されるのか？ それとも、近年その存在が指摘されている熱水系地下微生物などの活動により溶存有機物の供給源になっているのか？ という疑問に答えることを本研究の最終目標とする。

3. 研究の方法

日本近海には小笠原、沖縄トラフに多くの海底熱水系が分布する。これらの熱水系を対象とした調査航海は毎年多く行われていることから、これらの航海で得られた試料を本研究に供することとした。

得られた試料は、研究室に持ち帰った後、全溶存有機炭素 (DOC) 濃度の分析および本研究課題で購入した有機酸分析システムによりギ酸、酢酸の濃度の測定を行った。

全溶存有機炭素濃度は熱水の影響のない海水についても分析し、熱水系から得られた試料と濃度を比較することで、海底から湧出する熱水が溶存有機物の供給源となっているか否かを判断する基準とする。また、有機酸の濃度は、通常の海水にはこれら有機酸は溶存していないことから、熱水中の溶存有機物の起源を推定するのに約立つものと期待される。

4. 研究成果

高温の熱水にはあまり溶存有機物は存在しないものの、周辺海水に比べ濃度がわずかに低い値にとどまった。図1および図2に分析

を行った2つの熱水系のケースについて溶存有機炭素 (DOC) 濃度の分析結果のまとめを示す。中央海嶺やカルデラを伴う海底火山の研究例から推定されている熱水のフラックスに基づき海水中の溶存有機炭素リザーバーに対する熱水循環の寄与を評価したところ、その寄与はごくわずか (0.1%以下) であることがわかった。しかし、熱水プルームについては周辺海水に比べ、2-3割ほど溶存有機炭素濃度が高く、プルームのフラックスから検出した溶存有機炭素の生産速度は、光合成プランクトンによって海面表層で生産され深海にもたらされる有機炭素量と同等であることが推察された。よって、熱水活動そのものは海水への有機炭素の供給源として働いている可能性が高いと考えられる。有機酸の測定については、複数の誘導態化による高感度分析を試したが、熱水の場合、溶存する金属や還元物質の妨害のためか、期待した感度に到達することができなかった。今後のさらなる分析条件の検討が必要であることがわかった。

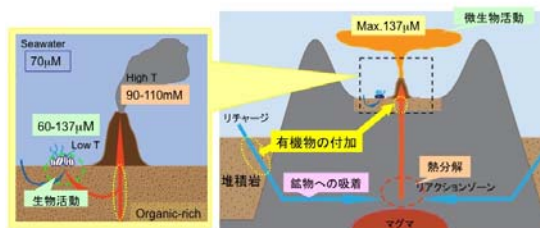


図1 堆積物に覆われた熱水系におけるDOCの分布

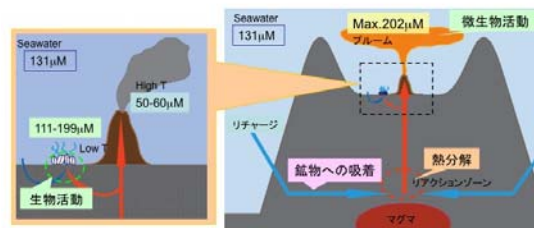


図2 堆積物を欠く熱水系におけるDOCの分布

5. 主な発表論文等

(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3件)

1. 山中寿朗 (2010) 堆積層に覆われた海底熱水系の化学合成生物群集と海底面下に広がる熱水流体-熱水噴出孔下生物圏と熱水-堆積層相互作用による有機物の変質. 海洋と生物, Vol. 32 (2), 136-142. (査読無し)
2. Ishibashi, J.-I., Nakaseama, M., Seguchi, M., Yamashita, T., Doi, S., Sakamoto, T., Shimada, N., Noguchi, T., Oomori, T., Kusakabe, M. and Yamanaka, T. (2008) Marine shallow-water hydrothermal activity and mineralization at the Wakamiko crater in Kagoshima bay, south Kyushu, Japan. Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol. 173, 84-98. (査読有り)
3. Nakaseama, M., Ishibashi, J., Ogawa, K., Hamasaki, H., Fujino, K. and Yamanaka, T. (2008) Fluid-sediment interaction in a marine shallow-water hydrothermal system in the Wakamiko submarine crater, south Kyushu, Japan. Resource Geology, Vol. 58, 289-300. (査読有り)

[学会発表] (計27件)

1. 山中寿朗, 前藤晃太郎, 陣内彩子, 布浦拓郎, 牧田寛子, 阿部真理子, 渡部裕美, 中村謙太郎, 高井研, 平尾真吾, 大嶋将吾, 石橋純一郎, 岩田大吾, 井上一大, 上野雄一郎, 吉田尚弘, 野村直子, 徐美恵, 砂村倫成, 河合純, 豊田新, 佐藤文寛. 南部沖縄トラフ多良間海丘における熱水活動探査-NT09-10Leg.2 航海概要報告-. Blue Earth 10 シンポジウム, 東京海洋大学(東京), 2010年3月2日.
2. 牧田寛子, 阿部真理子, 布浦拓郎, 渡部裕美, 中村謙太郎, 高井研, 山中寿朗, 前藤晃太郎, 陣内彩子, 平尾真吾, 大嶋将吾, 岩田大吾, 井上一大, 野村直子, 徐美恵, 河合純, 豊田新, 佐藤文寛, NT09-10 Leg. 2. 航海乗船研究者一同. 南部沖縄トラフ多良間海丘にて確認された褐色変色域での微生物調査. Blue Earth 10 シンポジウム, 東京海洋大学(東京), 2010年3月2日.
3. 三好陽子, 石橋純一郎, 前藤晃太郎, 千葉仁, 山中寿朗. 鹿児島湾若尊海底火口の堆積層内で起こる熱水変質反応. 日本地球化学会学術講演会, 京都大学(京都市), 2009年12月1日.
4. J.-I. Ishibashi, H. Akashi, T. Yamanaka, T. Toki, G. Teranishi, H. Obata and T. Gamo. Fluid geochemistry of the Suiyo hydrothermal field at the Izu-Bonin arc submarine volcano. Goldschmidt Conference 2009. Davos Congress Centre (Davos, Switzerland), 2009/6/22.
5. Y. Miyoshi, J.-I. Ishibashi, S. Matsukura, Y. Kuwahara, A. Omura, K. Maeto, H. Chiba and T. Yamanaka. Fluid-sediment interactions in marine shallow-water hydrothermal system at the Wakamiko submarine crater, Japan. Goldschmidt Conference 2009. Davos Congress Centre (Davos, Switzerland), 2009/6/22.
6. H. Akashi, T. Yamanaka, K. Maeto, H. Chiba, S. Matsukura and J.-I. Ishibashi. VFAs concentrations in the hydrothermal fluids venting from the sediment-hosted hydrothermal system in the Wakamiko submarine crater, Japan. Goldschmidt Conference 2009. Davos Congress Centre (Davos, Switzerland), 2009/6/22.
7. 松倉誠也, 平尾真吾, 三好陽子, 石橋純一郎, 杉山拓, 岡村慶, 前藤晃太郎, 赤司裕紀, 山中寿朗, 千葉仁. 鹿児島湾若尊火口堆積物中の間隙水組成に見られる熱水成分, 日本地球惑星科学連合2009年大会, 幕張メッセ国際会議場(千葉市), 2009年5月17日.
8. 山中寿朗, 前藤晃太郎, 赤司裕紀, 平尾真吾, 三好陽子, 石橋純一郎, 藤野恵子, 岡村慶, 杉山拓, 千葉仁. 鹿児島湾奥部始良カルデラ内に分布する熱水循環系の水文地球化学, 日本地球惑星科学連合2009年大会, 幕張メッセ国際会議場(千葉市), 2009年5月17日.
9. 三好陽子, 石橋純一郎, 松倉誠也, 桑原義博, 大村亜希子, 前藤晃太郎, 千葉仁, 山中寿朗. 鹿児島湾若尊火口熱水域における堆積物中の熱水変質反応, ブルーアースシンポジウム, 立教大学(東京), 2009年3月12日.
10. 山中寿朗, 前藤晃太郎, 赤司裕紀, 三好陽子, 平尾真吾, 石橋純一郎, 岡村慶, 杉山拓, 上嶋正人, 田中明子, 大村亜希子, 窪川かおる. 鹿児島湾若尊火口底における熱水活動域の分布と熱水性沈殿物の特徴(速報), ブルーアースシンポジウム, 立教大学(東京), 2009年3月12日.
11. Yamanaka, T., H. Akashi, J.-I.

- Ishibashi, M. Sunamura, H. Kimura, T. Toki, S. Nakagawa and K. Takai. Behavior of dissolved organic matter through the hydrothermal circulation: sediment-hosted vs. sediment-starved systems associated with arc-backarc systems, Precambrian World 2009, 北九州市立いのちの旅博物館 (福岡), 2009年3月8日.
12. 三好陽子・石橋純一郎・松倉誠也・中島美和子・大村亜希子・前藤晃太郎・山中寿朗・千葉仁. 鹿児島湾若尊火口熱水域における堆積物中の熱水変質反応, 日本地球化学会年会、東京大学駒場キャンパス、2008年9月17日
13. 山中寿朗・島村翔・井上聡・前藤晃太郎・木村浩之・藤野恵子・木下正高・石橋純一郎. 海底熱水湧出域における高地温勾配に伴った有機物の熟成度変化, 日本地球化学会年会、東京大学駒場キャンパス、2008年9月17日
14. 前藤晃太郎・山中寿朗・石橋純一郎・三好陽子・松倉誠也・大村亜希子・横山未来・岡村慶・杉山拓・千葉仁. 鹿児島湾若尊火口熱水域における堆積物の間隙水化学組成, 日本地球化学会年会、東京大学駒場キャンパス、2008年9月17日
15. 土岐知弘・岩田大吾・大森保・石橋純一郎・角皆潤・佐野有司・川口慎介・蒲生俊敬・山中寿朗・高井研. 鳩間海丘における海底熱水の化学組成, 日本地球化学会年会、東京大学駒場キャンパス、2008年9月17日
16. Yamanaka T, Maeto K, Akashi H, Yokoyama M, Chiba H, Ishibashi J-I, Nakaseama M, Okamura K, Sugiyama T & Fujino K. Unique shallow-water hydrothermal system associated with submarine volcanism in the Aira caldera, South Kyushu, Japan, Goldschmidt Conference 2008 in Vancouver, 2008年7月15日
17. Akashi H, Yamanaka T, Ishibashi J-I, Sunamura M, Kimura H, Toki T, Nakagawa S & Takai K. Characteristics of dissolved organic matter in the hydrothermal fluids and the associated water samples obtained from arc-backarc systems, Goldschmidt Conference 2008 in Vancouver, 2008年7月14日
18. Ishibashi J-I, Suzuki R, Hamasaki H, Yamanaka T, Chiba H, Ijiri A, Tsunogai U, Nakagawa S, Nunoura T & Takai K. Subseafloor phase separation and fluid migration supports Calyptogena colony in the Marginal region of a hydrothermal field, Goldschmidt Conference 2008 in Vancouver, 2008年7月14日
19. J. Ishibashi, M. Nakaseama, K. Maeto, H. Chiba, T. Yamanaka, T. Sugiyama, K. Okamura. Geochemical Studies of Shallow-water Submarine Hydrothermal Activities within the Wakamiko Crater in Kagoshima Bay, South Kyushu Japan, Asia Ocean Geosciences Society 5th Annual General Meeting in Busan, Korea, 2008年6月17日
20. 山中寿朗・前藤晃太郎・千葉仁・藤野恵子・石橋純一郎・中島美和子・岡村慶・杉山拓・木村浩之. 鹿児島湾若尊火口内を充填する未固結堆積層内に発達する熱水循環系の地球化学的研究, 地球惑星科学連合大会・幕張・2008年5月27日
21. 山中寿朗・前藤晃太郎・千葉仁・岡村慶・杉山拓・木村浩之・石橋純一郎・中

- 島美和子・藤野恵子・山本智子・三宅裕志・藤原義弘・佐藤孝子・窪川かおる・浦 環・NT07-09 乗船研究者一同. 鹿児島湾若尊火口内を埋める堆積層内での熱水循環系解明 -NT07-09 航海概要報告-, ブルーアースシンポジウム 2008 年 3 月 14 日横浜市立大学
22. 赤司裕紀・山中寿朗・石橋純一郎・土岐知弘・伊藤道裕・川口慎介・木村浩之・高井研・中川聡. 海底熱水系における溶存有機物の地球化学, ブルーアースシンポジウム 2008 年 3 月 14 日横浜市立大学
23. 前藤晃太郎・千葉 仁・山中寿朗・岡村 慶・杉山 拓・石橋純一郎・佐藤孝子・NT07-09 乗船研究者一同. 鹿児島湾湾奥部若尊火口底から湧出する熱水の地球化学, ブルーアースシンポジウム 2008 年 3 月 14 日横浜市立大学
24. Toshiro Yamanaka, Jun-ichiro Ishibashi, Kôtarô Maeto, Miwako Nakaseama, Kei Okamura, Taku Sugiyama, Keiko Fujino, Hiroyuki Kimura. Active shallow-water submarine hydrothermal venting and occurrence of chimney-like mineral deposits from Northern Kagoshima Bay, South Kyushu, Japan, American Geophysical Union Fall Meeting, 2007 年 12 月 11 日 Moscone Center, San Francisco, CA, USA
25. Miwako Nakaseama, Jun-ichiro Ishibashi, Toshiro Yamanaka, Keiko Fujino. Hydrothermal Fluid Sediment Interaction in the Wakamiko Submarine Crater, South Kyushu, Japan, 火山都市国際会議島原大会 2007 年 11 月 19 日島原

- 市復興アリーナ
26. 前藤晃太郎・千葉仁・杉山拓・岡村慶・木村浩之・中島美和子・石橋純一郎・山中寿朗. 鹿児島湾若尊海底火山火口底に確認された活発な高温熱水噴出活動の地球化学, 日本地球化学会年会・岡山・2007 年 9 月 20 日
27. 中島美和子・石橋純一郎・二宮知美・清川昌一・藤野恵子・山中寿朗. 鹿児島湾若尊火口熱水地帯における間隙水化学組成, 日本地球化学会年会・岡山・2007 年 9 月 20 日

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]
該当無し

[その他]
ホームページ等
<http://shinkai.cc.okayama-u.ac.jp/aira/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山中 寿朗 (YAMANAKA TOSHIRO)
岡山大学・大学院自然科学研究科・准教授
研究者番号: 60343331

(2) 研究協力者

赤司 裕紀 (AKASHI HIRONORI)
岡山大学・大学院自然科学研究科・大学院生

前藤 晃太郎 (MAETO KOTARO)
岡山大学・大学院自然科学研究科・大学院生

三好 陽子 (MIYOSHI YOKO)
九州大学・大学院理学府・大学院生

藤野 恵子 (FUJINO KEIKO)
九州大学・大学院工学府・大学院生