

平成 21 年 6 月 22 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2007～2008

課題番号：19810033

研究課題名（和文） 無機炭酸利用能を持つ細菌群集の海洋物質循環過程への関わり

研究課題名（英文） The role of bacteria which can use dissolved inorganic carbon in the marine carbon cycle

研究代表者

山田 奈海葉（YAMADA NAMIHA）

独立行政法人産業技術総合研究所・研究員

研究者番号：90435769

研究成果の概要：

海水中には、炭素量換算すると大気中の二酸化炭素の 60 倍にも相当する大量の無機炭酸が存在している。このような無機炭酸を有機物に変換する能力を持つ細菌の生物量や無機炭酸を有機物に変換するプロセスとその活性を調べるための方法について検討した。亜寒帯、中緯度、亜熱帯の 3 つの海域で考案した方法を検証するとともに、海域による違いについても調査した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1370000	0	1370000
2008 年度	1350000	405000	1755000
年度			
年度			
年度			
総計	2720000	405000	3125000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：環境動態解析

キーワード：海洋生態、微生物、海洋科学

1. 研究開始当初の背景

海洋では、植物プランクトンの光合成による有機物生産を始点とし、これを動物プランクトンなどの高次栄養段階者が順次捕食していく「古典的食物連鎖」と、従属栄養細菌による有機物の分解・利用を中心とする「腐食食物連鎖（微生物ループ）」の 2 種類が物質循環を駆動している。細菌群集は表層から（光の届かない）深層まで、現場の物理的環境を問わず広く存在し、物質循環駆動の上で極めて重要な役割を担っている。一方、海水中には、炭素量換算すると大気中の二酸化炭素の 60 倍にも相当する大量の無機炭酸が存

在しており、海洋細菌の中には、有機物（だけ）ではなく無機炭酸を餌（基質）として取り込み、自身の体（有機物）に変換する能力を持つ細菌が存在することが明らかになりつつある。このような未知の食物連鎖が海洋の物質循環に潜在的に寄与している可能性を検討することは非常に重要である。

2. 研究の目的

本研究では、無機炭酸利用能を持つ細菌の生物量について安価に調べる方法および無機炭酸を有機物に変換するプロセスとその活性を知るための分析方法について検討し、

現場実験によって検証することを目的とした。また、海域や水深による違いについても調べた。

3. 研究の方法

(1) 無機炭酸利用能を持つ細菌の生物量を安価に調べる方法の確立

無機炭酸利用能を持つ細菌の生物量を調べる方法としてこれまで報告されていた手法は、放射性同位体を用い、特殊な機器を使用することから、安価に調べることができないかどうかについて検討を行った。本研究では、基質である重炭酸塩と共に細胞分裂阻害剤を添加し、一定時間培養後、細胞が肥大・伸張したものについて無機炭酸利用能を持つ細菌として特定する方法を考案した。

(2) 無機炭酸から有機物を生産するプロセスとその速度を調べる方法の確立

無機炭酸を細菌体へ変換するプロセスと速度を調べるため、全細菌体と細菌体タンパク質の2種類について調べる方法を考案した。さらに、無機炭酸由来の有機物が溶存態有機物へと移行するプロセスと速度について調べる方法についても考案した。

(3) 現場実験による検証と海域や水深による違いの調査

学術研究船白鳳丸 KH08-2 次航海において、亜寒帯、中緯度、亜熱帯の3種類の海域において、無機炭酸利用能を持つ細菌群集の割合と種類および無機炭酸を利用した有機物生産速度等について、方法の検証および評価を行った。

4. 研究成果

(1) 無機炭酸利用能を持つ細菌の生物量を安価に調べる方法の確立

無機炭酸利用能を持つ細菌の存在量として、過剰量の重炭酸塩を添加し、細胞分裂阻害剤と共に培養したときに、細胞が肥大・伸張する細菌をその指標とする方法を考案した。海洋には、既に多量の重炭酸塩が存在するため、重炭酸塩を添加せず、細胞分裂阻害剤と共に培養したときに、細胞が肥大・伸張した細菌をコントロールとして差し引くことを考えた。また、そのように識別した個々の細菌の種類を調べる方法として、Catalyzed Reporter Deposition (CARD)-Fluorescence in situ Hybridization (FISH)法の適用を検討した。

(2) 無機炭酸から有機物を生産するプロセス

とその速度を調べる方法の確立

有機物生産速度とそのプロセスを調べる方法として、放射性同位体標識した重炭酸塩を細菌細胞全体へ取り込む速度および細菌細胞のうちタンパク質画分へ取り込む速度を調べる方法について検討を行った。さらに、細菌体を経由して溶存態有機物へ移行したプロセス（溶存態有機物全体とタンパク質各分）や速度を調べるための方法も考案した。

(3) 現場実験による検証と海域や水深による違いの調査

平成20年度に、平成20年度8~9月に実施された、学術研究船白鳳丸 KH08-2 次航海において、亜寒帯(44° 0.0 N, 155° 0.0 E)、中緯度(35° 0.0 N, 155° 0.0 E)、亜熱帯(20° 0.0 N, 155° 0.0 E)の3種類の海域において、無機炭酸利用能を持つ細菌群集の割合と種類および無機炭酸を利用した有機物生産速度等について、方法の検証および評価を行った。

無機炭酸塩利用能を持つ細菌群集は中深層で割合が多くなる報告があることから、本研究では水深100 mおよび2,000 mのふたつの水深で実験を行った。実験の結果、無機炭酸利用能を持つ細菌の割合と無機炭酸が細菌体へ変換される速度との間には高い相関が確認された。細菌体のタンパク質各分に変換される速度に関しては、全細菌体よりも高い値を示すことがあり、細菌体のタンパク質各分に変換される速度を調べる方法に問題点があることがわかった。

観測点別では、一概に、中深層で存在割合と無機炭酸を利用した有機物生産速度が高いとは言えず、亜寒帯海域の観測点の2,000 m水深では無機炭酸利用能を持つ細菌はほとんど確認されなかった。中緯度域と亜熱帯の観測点では、亜寒帯の観測点の100 m水深に比べて無機炭酸を利用した有機物生産速度が高く、海域によってその速度は異なることが明らかになった。さらに、亜熱帯海域の観測点の2,000 m水深では無機炭酸から作られた細菌体有機物由来の溶存態有機物がかんりの早さで移行していることが示唆された。

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 4件)

- ① Yamada, Namiha, Eiichiro Tanoue, Similarity of electrophoretic dissolved protein spectra from coastal to pelagic seawaters., Journal of Oceanography, 65, 223-233, 2009, 査読有。

- ② Tsurushima, Nobuo, Masahiro Suzumura, Namiha Yamada, Koh Harada, Dissolution rate of calcium carbonate in high pCO₂ seawater under high pressure. Proceedings of OCEANS '08 MTS/IEEE KOBE-TECHNO-OCEAN '08, 10054450, 2008, 査読無.
- ③ Yamada, Namiha, Masahiro Suzumura, Nobuo Tsurushima, and Koh Harada, Impact on bacterial activities of ocean sequestration of carbon dioxide into bathypelagic layers. Proceedings of OCEANS '08 MTS/IEEE KOBE-TECHNO-OCEAN '08, 10054447, 2008, 査読無.
- ④ 鈴村昌弘、鶴島修夫、山田奈海葉、原田晃、海洋中深層の物質循環に対する二酸化炭素海洋隔離の影響、月刊 海洋、39巻、374-382、2007年、査読無.
- [学会発表] (計 15 件)
- ① Yamada, Namiha, Nobuo Tsurushima, Masahiro Suzumura, Yoko Shibamoto, Harada, Koh, Environmental Assessment for Potential Impacts of Ocean CO₂ Storage on Marine Biogeochemical Cycles. 2008 AGU Fall Meeting, 2008, December 17, San Francisco, CA, USA.
- ② Yamada, Namiha, Masahiro Suzumura, Nobuo Tsurushima, Influence of CO₂ sequestration into bathypelagic layer on bacterial activities., IMBER-IMBIZO 2008, 2008, November 12, Miami, FL, USA.
- ③ Yamada, Namiha, Eiichiro Tanoue, Similarity of dissolved protein spectra by electrophoresis from coastal to pelagic seawaters. IMBER-IMBIZO 2008, 2008, November 10, Miami, FL, USA.
- ④ Tsurushima, Nobuo, Masahiro Suzumura, Namiha Yamada, Koh Harada, Dissolution rate change of calcite in seawater due to acidification by CO₂. The North Pacific Marine Science Organization, 2008, October 30, Dalian, China.
- ⑤ Harada, Koh, Nobuo Tsurushima, Masahiro Suzumura, Namiha Yamada and Yoko Shibamoto, Biogeochemical approach of environmental assessment for CO₂ ocean storage. The Ocean in a High-CO₂ World-II, 2008, October 6-9, Monaco.
- ⑥ Suzumura, Masahiro, Namiha Yamada, and Kiyo Kitayama, Effects of CO₂-Related Seawater Acidification on Marine Biogeochemical Cycling: II. Activities of Hydrolytic Enzymes., 2008 Western Pacific Geophysics Meeting, 2008, July 29, Cairns, Australia.
- ⑦ Yamada, Namiha, Masahiro Suzumura and Nobuo Tsurushima, Effects of CO₂-Related Seawater Acidification on Marine Biogeochemical Cycling: I. Bacterial Activities. 2008 Western Pacific Geophysics Meeting, 2008, July 29, Cairns, Australia.
- ⑧ Tsurushima, Nobuo, Masahiro Suzumura, Namiha Yamada, Koh Harada, Dissolution rate change of CaCO₃ for increasing CO₂ in seawater in the western North Pacific. 2008 Western Pacific Geophysics Meeting, 2008, July 29, Cairns, Australia.
- ⑨ Yamada, Namiha, Masahiro Suzumura, Nobuo Tsurushima, and Koh Harada, Impact on bacterial activities of ocean sequestration of carbon dioxide into bathypelagic layers., OCEANS '08 MTS/IEEE KOBE-TECHNO-OCEAN '08, 2008, April 10, Kobe, Japan.
- ⑩ Tsurushima, Nobuo, Masahiro Suzumura, Namiha Yamada, Koh Harada, Dissolution rate of calcium carbonate in high pCO₂ seawater under high pressure., OCEANS '08 MTS/IEEE KOBE-TECHNO-OCEAN '08, 2008, April 9, Kobe, Japan.
- ⑪ 山田 奈海葉、北山 貴世、鈴村 昌弘、細胞外加水分解酵素活性に対する海洋酸性化の影響、2008年度日本海洋学会春季大会、2008年3月29日、東京。
- ⑫ Namiha Yamada, Masahiro Suzumura, Nobuo Tsurushima, Koh Harada, Bacterial activity in the laboratory experiments simulating ocean CO₂ sequestration., 2008 Ocean Sciences Meeting, 2008, March 5, Orlando, FL, USA.
- ⑬ 山田 奈海葉、鈴村 昌弘、鶴島 修夫、二酸化炭素の海洋中深層隔離－細菌群集への影響評価、東京大学海洋研究所シンポジウム、西部北太平洋亜寒帯域・亜熱帯域の特徴と相互作用－中深層における生物・化学相互作用の問題－、2008年1月28日、東京。
- ⑭ 山田 奈海葉、鈴村 昌弘、鶴島 修夫、原田 晃、酸性化された中深層海水中において活性を持つ細菌の割合、2007年度日本海洋学会秋季大会、2007年9月26日、沖縄。
- ⑮ 鈴村 昌弘、山田 奈海葉、鶴島 修夫、二酸化

炭素の海洋隔離技術における環境影響評価
ー 海洋の物質循環過程に対する影響は？、平成19年度 産総研 環境・エネルギーシンポジウム シリーズ1、持続可能な社会構築のための環境技術イノベーション、2007年5月21日、東京.

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

○取得状況 (計 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 奈海葉 (YAMADA NAMIHA)

独立行政法人産業技術総合研究所・環境管理
技術研究部門・研究員

研究番号：90435769

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者