

# 琉球大学学術リポジトリ

## サンゴ礁における炭酸系ダイナミクスとグローバルな地球環境変動の関係の統合解析

メタデータ	言語: 出版者: 大森保 公開日: 2010-06-08 キーワード (Ja): アルカリ度, クロロフィル-d, サンゴ礁, ダイナミクス, 中性子トモグラフィー, 二酸化炭素, 化学的インパクト, 地球環境変動, 温暖化, 炭酸システム, 炭酸系, 群集代謝量, 骨格年輪 キーワード (En): 作成者: 大森, 保, 新垣, 雄光, 又吉, 直子, 棚原, 朗, Oomori, Tamotsu, Arakaki, Takemitsu, Matayoshi, Naoko, Tanahara, Akira メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/17087">http://hdl.handle.net/20.500.12000/17087</a>

---

サンゴ礁における炭酸系ダイナミクスと  
グローバルな地球環境変動の関系の統合解析

---

研究課題番号 17201006

平成17年度～平成18年度科学研究費補助金  
(基盤研究(A) 研究成果報告書

平成22年4月

研究代表者 大 森 保

(国立大学法人琉球大学理学部教授)

琉球大学附属図書館



0020106000064

## 目次

1. はじめに
2. 研究組織
3. 交付決定額
4. 研究発表
5. 研究成果
  - 5-1 調査概要
  - 5-2 論文別刷等（抜粋）
6. 新聞記事等

## 1. はじめに

サンゴ礁は、熱帯・亜熱帯の貧栄養の浅い海に多様な生物が生息し、生物多様性が極めて高い特異な生物圏である。サンゴ礁における高い生物生産は、生物の個体レベルおよび生物群集レベルでの代謝（光合成・石灰化）によって維持され、大気—海洋間の二酸化炭素フラックスを通して大気中の二酸化炭素変動やグローバルな地球環境変動と密接な関係を有する。

人現活動によって大気中に放出された二酸化炭素は、約 1/2 が大気に蓄積し、残りは海洋（30%）や陸上植物（20%）に吸収される（IPCC 2001、Sabine et al. 2004）。大気中の二酸化炭素濃度は、産業革命以前には 280ppmv 程度であったが、禁煙急激に増加し 2005 年には 380ppm となり、毎年約 1.8ppmv ずつ増加しつつある。全球的な炭素循環のモデル計算によれば、21 世紀後半以降には産業革命以前の 2 倍（560ppmv）から 3 倍（840ppmv）に達すると予測されている。

大気中の二酸化炭素濃度が 2～3 倍に上昇することの生態系への影響は重大である。熱力学的平衡モデルによれば、表層海水の pH（海水基準表示）は、産業革命以前には pH=8.16 であったが、現在 pH=8.05、そして 21 世紀後半には pH=7.91（2 倍 CO<sub>2</sub>）から pH=7.76（3 倍 CO<sub>2</sub>）まで低下（“酸性化”）する（Houghton 2001）。さらに、大気中の二酸化炭素濃度の提言技術として、人間活動によって排出される大量の二酸化炭素を買いよう処分（隔離・核酸）することが提案されている。これは海洋の“酸性化”を中層。深層海洋に科で拡大することになる。

結果として海洋における炭酸カルシウムの飽和度が低下して、炭酸塩骨格を形成する生物の生存が脅かされる。炭酸塩骨格を形成する一次生産者である植物プランクトンやサンゴの生存が脅かされることになり、それらに依存する生物群集や生態系が変質し、近い将来には生態系の激変の可能性が危惧される。

現在のサンゴ礁は、グローバルな環境変動と人間活動のインパクトにより衰退の傾向にある。海洋の温暖化や“酸性化”の進行は、その傾向をさらに加速することが予測される。海洋における炭酸システムの変質過程とサンゴ礁生態系の応答について、系統的な理解が必要である。

本研究課題の遂行により、高精度の全炭酸—アルカリ度全自動分析装置をサンゴ礁に設置して海水中の炭酸系成分の連続観測を開始した。本装置は、現場における炭酸系成分を実験室レベルの分析精度で全自動計測できるので、サンゴ礁における炭酸系成分の日変動や季節変動とサンゴ礁生物の代謝活動や気象・海象現象との関係を解明するために必要なデータを提供できるものである。

琉球列島のサンゴ礁は、島嶼の縁に発達する裾礁であり、沿岸から浸出する地下水の影響により炭酸系成分の変動が大きくて無視できない。また、夏期の強い日射のために装置

内温度が高温になる。さらに台風時にはサンゴ礁海水が攪乱されて砂粒が海水に混入して分析装置に堆積するので分析の障害となる。これらについて装置の改良をおこなった。また、周辺環境を監視するために Web カメラを設置した。

サンゴ礁における海水中の炭酸成分の時系列解析により、サンゴ礁生物の代謝活動が太陽活動の周期だけでなく、月の運行に係る周期にも依存することが示唆された。グローバルな地球環境変動の視点からサンゴ礁の炭酸システムを理解するために、瀬底島、八重山・石西礁湖のサンゴ礁、インド洋西部ラ・レユニオン島において炭酸システムの研究をおこなった。サンゴ礁における人間活動の影響を評価するために有害化学物質の分布調査をおこなった。石西礁湖の竹富島海底温泉周辺では光合成色素の分布調査をおこなった。その結果、クロロフィル *d* をもつシアノバクテリア（アカリオクロリス）が生息することが示唆された。クロロフィル *d* は近赤外線を利用して酸素発生型の光合成を行うことが出来る特異な光合成色素である。光合成反応の進化や海洋における生物生産の見積もり評価に関連して注目される。

本研究の遂行により、サンゴ礁における炭酸系変動とグローバルな地球環境変動および生態系変動の関係を系統的に観測し解明する基盤ができた。心より感謝します。

## 2. 研究組織

- 研究代表者： 大森 保（国立大学法人琉球大学理学部教授）  
研究分担者： 新垣 雄光（国立大学法人琉球大学理学部助手）  
研究分担者： 又吉 直子（国立大学法人琉球大学理学部助手）  
研究分担者： 棚原 朗（国立大学法人琉球大学機器分析センター助教授）
- 研究協力者： 藤村 弘行（国立大学法人琉球大学理工学研究科 COE 研究員）

## 3. 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成17年度	19,400,000	0	19,400,000
平成18年度	13,400,000	0	13,400,000
総計	32,800,000	0	32,800,000

#### 4. 研究発表

##### (1) 学会誌等

1. 岡田孝一郎、中島仁美、藤村弘行、新垣雄光、棚原朗、大森保(2005) : Ferrozine 試薬を用いる高速液体クロマトグラフィーによる沖縄島沿岸海水中の鉄(II)の光化学的挙動の研究 分析化学 vol.53,
2. Arakaki, T., H. Fujimura, A. M. Hamdun, K. Okada, H. Kondo, and T. Oomori(2005) : Simultaneous Measurement of Hydrogen Peroxide and Fe(II) in the Seawater Collected in Okinawa. *Journal of Oceanography* vol.65: 561-568
3. 大森保(2005); (招待講演) 「沖縄のサンゴ礁から見える地球環境」 日本地球化学会公開講演会冊子“サンゴ礁が語る地球環境”(2005年、那覇市)
4. Yonekura N., Oomori T., Koyanagi M. (2005) Coagulation-sedimentation rate of red soil colloids. *Bull. Fac. Sci. Univ. Ryukyus*, 29, 103-109.
5. Fujimura, H., T. Oomori, S. Kochi, T. A. Prolla and S. Someya(2006) : Synthesis of Protodolomite from Coral Reef Sand. *Food Chemistry* vol.99(1):15-18.
6. Kitada, Y., H. Fujimura, R. Tokeshi and T. Oomori(2006) : Air-sea CO<sub>2</sub> flux and gas exchange coefficient at the Sesoko coral reefs, Okinawa, Japan. *Galaxea (Journal of Japanese Coral Reef Society)* vol.8: 51-60.
7. N.M.Noah and T.Oomori (2006); Evaluation of Heavy Metal Pollution on the Coastal Marine Environments of Okinawa Island, Japan. *Bull. Fac Sci. Univ. Ryukyus* No.81(3), 93-104.
8. Noguchi T., Oomori T., Tanahara A. Taira N., Takada J., and Taira H.(2006) Age determination of submarine hydrothermal ores from Mid-Okinawa Trough and Suiyo Seamount determined by neutron activation analysis. *Geochem. J.* vol.41(2), 141-148.
9. Yukio Kitada, Hodaka Kawahata, Atsushi Suzuki and Tamotsu Oomori(2006) Concentrations of nonylphenol and bisphenol-A in the Okinawa island using liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium* Vol.10, 810-818.
10. 大森保、藤村弘行(2006) 炭酸システムの変動から見えるサンゴ礁生態系の現在・過去・未来、“美ら島の自然史ーサンゴ礁島嶼系の生物多様性”(琉球大学 21 世紀 COE プログラム編集委員会編、東京大学出版会)319-331 頁
11. 大森保、藤村弘行(2006): サンゴの成長促進技術に関する研究(1). 沖縄電力共同研究報告書 1-79.

12. Sheikh, M. A., Imo, S. T. and T. Oomori. (2006) Contamination and behavior of butyl- and phenyl tin compounds in the subtropical estuarine ecosystems in Okinawa Island, Japan. The 12<sup>th</sup> Symposium of on sampling handling for Environmental and Biological Analysis, October 18-20, 2006. Zaragoza, Spain

2) 口頭発表・ポスター発表 (要旨)

1. Fujimura, H., T. Kuwano, T. Oomori, J. Blanchot, Y. Montel, D. Taddei, P. Cuét, P. Frouin, M. Jose L. Charpy, B. E. Casareto, Y. Ishikawa and Y. Suzuki (2005)  
Community metabolism of coral reef ecosystem at La Réunion Island by the water flow box model. Geophysical Research Abstracts of European Geosciences Union General Assembly 2005, Vol.7, 6790.
2. 藤村弘行 他: "レユニオン島サンゴ礁群集代謝量のボックスモデルによる見積もり" 日本サンゴ礁学会第8回大会要旨集. 112 (2005)
3. 2005年度日本地球化学会年会、琉球大学、2005年9月26-28日  
\*佐野 伸哉, 大森 保 竹富海底温泉の地球化学的研究  
日本地球化学会年会要旨集, Vol. 52 (2005) No. SPACE pp.27
4. \*津覇 恵子, 野口 拓郎, 大森 保 沖縄県沿岸の堆積物コアにおける有機スズ化合物の分布と経年変化  
日本地球化学会年会要旨集, Vol. 52 (2005) No. PACE pp.164-
5. \*當山 洋, 宮里 涼子, 新垣 雄光, 大森 保, 棚原 朗 沖縄本島北部地域における千枚岩中のウラン非平衡について 日本地球化学  
会年会要旨集, Vol. 52 (2005) No. PACE pp.259-
6. 大森 保, \*伊藤 道裕, 野口 拓郎, 高田 実弥, 石橋 純一郎 ラウ  
海盆から採取された熱水チムニーの地球化学的研究 日本地球  
化学会年会要旨集, Vol. 52 (2005) No. SPACE pp.278-
7. \*北田 幸男, 川幡 穂高, 鈴木 淳, 大森 保 沖  
縄本島河川堆積物を用いた環境ホルモンの研究  
日本地球化学会年会要旨集, Vol. 52 (2005) No. SPACE pp.181

8. 大森 保, \*廣澤 絵里, 池田 末世, 森 矛都美  
硬骨海綿の骨格年輪を利用する海洋古環境の研究  
日本地球化学会年会要旨集, Vol. 52 (2005) No. SPACE pp.182-
9. \*野口 拓郎, 大森 保, 佐野 伸哉, 伊藤 道裕, 浜崎 浩, 石橋 純一郎, 山本 啓之, 高井 研  
石西礁湖サンゴ礁生態系に与える竹富島海底温泉のインパクト  
日本地球化学会年会要旨集, Vol. 52 (2005) No. SPACE pp.8-
10. \*仲真 良秀, 當間 涼子, 大森 保, 新垣 雄光, 棚原 朗  
沖縄本島におけるエアロゾル中の炭素成分の測定  
日本地球化学会年会要旨集, Vol. 52 (2005) No. SPACE pp.151
11. \*角皆 潤, 前川 健二, 今野 祐多, 中川 書子, 野口 拓郎, 平良 直人, 大森 保, 下島 公紀  
鳩間海丘熱水プルーム中の亜酸化窒素濃集とその起源  
日本地球化学会年会要旨集, Vol. 52 (2005) No. SPACE pp.12
12. 大森 保 (琉球大・理) 「沖縄トラフ海底堆積物及びサンゴ試料の微量元素」  
京大原子炉専門研究会 (平成 17 年 12 月 21 日—22 日、京大原子炉実験所)
13. Fujimura H, Kuwano T, Higuchi T, Tokeshi R, Kitada Y, Nakano Y, Arakaki T and Oomori T (2006) :  
6-year community metabolism in coral reef ecosystem at Sesoko island, Okinawa, Japan.  
International Society for Reef Studies European Meeting Abstract 228.
14. M. Ito, Noguchi T., Takada J., Oomori T (2006) Geochemical characteristics of sulfide chimneys collected from arc-backarc hydrothermal fields at Western Pacific.  
Goldschmidt Conference Abstract 2006 S6-05.
15. T.S.Taema, E.Hirosawa, Sheuikh M., Ali, T. Oomori, F.Tamaki (2006) :  
Persistent organochlorine pesticides(OCPs) in water of Southern part of Okinawa Island, Japan.  
Goldschmidt Conference Abstract 2006 A276.
16. Imo, E. Hirosawa, Sheikh. M. Ali, M. Ito., Noah, M.N., K. Shimaoka., K. Sawano., N, Sano., T Oomori., H, Fujimura. (2006) The study of chemical impacts on Coral Reef Ecosystems around Okinawa Island, Japan .,  
symposium on Tropical Island Ecosystems and sustainable developments. Moorea, French Polynesia, 2-8 December. pp 23.



17. Sheikh, M. A. and Oomori T. (2006) Distribution and Degradation rate of organotin compounds in subtropical estuarine ecosystems: A case study of Okukubi and Manko Estuaries, Okinawa.  
15<sup>th</sup> Symposium on Environmental Chemistry, Sendai. June 19-22, pp. 648-649.
18. Sheikh, M. A., M. N. Noah., K. Tsuha., K. Sawano, X. Wang., Oomori, T., (2006). Comparative study of Tributyltin (TBT) compounds and heavy metals between Tanzania and Okinawa, Japan. Proceeding. 3<sup>rd</sup> Annual Meeting of COE, University of the Ryukyus, Okinawa - Japan. PE11.
19. Sheikh, M. A., Imo, S. T. and T. Oomori. (2006) Contamination and behavior of butyl- and phenyl tin compounds in the subtropical estuarine ecosystems in Okinawa Island, Japan. The 12<sup>th</sup> Symposium of on sampling handling for Environmental and Biological Analysis, October 18-20, 2006. Zaragoza, Spain.
20. T. Imo, E. Hirosawa, Sheikh, M. A., T Oomori, F. Tamaki (2006). Persistent Organochlorine pesticides (OCPs) in rivers of Southern part of Okinawa, Japan, 1730 1740. 16th annual V.M. Goldschmidt Conference. Melbourne Exhibition and Convention Centre, Australia.
21. T. Imo, E. Hirosawa, Sheikh. M. Ali, M. Ito., Noah, M.N., K. Shimaoka., K. Sawano., N. Sano., T Oomori., H, Fujimura. (2006) . The study of chemical impacts on Coral Reef Ecosystems around Okinawa Island, Japan ., Tropical Island Ecosystems and sustainable developments symposium. Moorea, French Polynesia, 2-8 December. pp 23.
22. Sheikh, M. A. and Oomori T. (2006) Distribution and Degradation rate of organotin compounds in subtropical estuarine ecosystems: A case study of Okukubi and Manko Estuaries, Okinawa.  
15<sup>th</sup> Symposium on Environmental Chemistry, Sendai. June 19-22, pp. 648-649.
23. Sheikh, M. A., M. N. Noah., K. Tsuha., K. Sawano, X. Wang., Oomori, T., (2006). Comparative study of Tributyltin (TBT) compounds and heavy metals between Tanzania and Okinawa, Japan. Proceeding. 3<sup>rd</sup> Annual Meeting of COE, University of the Ryukyus, Okinawa - Japan. PE11.
24. 藤村弘行 他: (2006) "瀬底ビーチサンゴ礁における生物群集代謝量と炭素フラックス"  
" 2006年日本化学会西日本大会要旨集. 375 (2006)

25. 石西礁湖サンゴ礁生態系に与える竹富島海底温泉のインパクト / 野口拓郎, 大森保, 佐野伸哉, 伊藤道裕, 浜崎浩, 石橋純一郎, 山本啓之 - 琉球大学 21 世紀プログラム, 2006-3-6, 琉球大学 21 世紀プログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」平成 17 年度成果発表会研究報告書
26. Time series analysis of the chemical and oceanographic parameters of the seawater around coral reef ecosystems, Okinawa, Japan / Ismail, Mohamed, Oomori, Tamotsu, Fujimura, Hiroyuki, Kuwano, Taeko, Hano, Yoshiyuki, Kitada, Yukio, Tokeshi, Ryouko, Nakano, Yoshikatsu -- 琉球大学 21 世紀プログラム, 2006-3-6, 琉球大学 21 世紀プログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」平成 17 年度成果発表会研究報告書
27. 過酸化水素による造礁サンゴ *Goniastrea aspera* への影響 / 新垣, 雄光, 樋口, 富彦, 藤村, 弘行, 伊古田, 博嗣, 大森, 保 - 琉球大学 21 世紀プログラム, 2006-3-6, 琉球大学 21 世紀プログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」平成 17 年度成果発表会研究報告書
28. 過酸化水素による造礁サンゴ *Goniastrea aspera* への影響 / 新垣, 雄光, 樋口, 富彦, 藤村, 弘行, 古田, 博嗣, 大森, 保 - 琉球大学 21 世紀プログラム, 2006-3-6, 琉球大学 21 世紀プログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」平成 17 年度成果発表会研究報告書
29. 亜熱帯島嶼域におけるサンゴ礁生物群集代謝量の変遷と動態解析 / 藤村, 弘行, 桑野, 多恵子, 樋口, 富彦, 新垣, 雄光, 大森, 保, 中野, 義勝 - 琉球大学 21 世紀プログラム, 2006-3-6, 琉球大学 21 世紀プログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」平成 17 年度成果発表会研究報告書
30. Organochlorine pesticides and herbicide (Diuron) in the coral reef ecosystems around the Ryukyu Islands, Japan / Imo, S.T., Hirose, E., Sheikh, M.A., Fujimura, Hiroyuki, Oomori, T., Miyagi, T., Uechi, Y., Yokota, T., Yasumura, S. -- 琉球大学 21 世紀プログラム, 2007-3-10, 琉球大学 21 世紀プログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」平成 18 年度成果発表会研究報告書
31. Effect of hydrogen peroxide on coral metabolism under high water temperature / Higuchi, Tomihiko, Fujimura, Hiroyuki, Arakaki, Takemitsu, Oomori, Tamotsu -- 琉球大学 21 世紀プログラム, 2007-3-10, 琉球大学 21 世紀プログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」平成 18 年度成果発表会研究報告書
32. 全アルカリ度自動分析装置によるサンゴ礁炭酸システムの連続観測 / 大森, 保, 藤村, 弘行, 樋口, 富彦, 桑野, 多恵子, 高江洲, 勇貴, 羽野, 義之, 中岡, 篤子 -- 琉球大学 21 世紀プログラム, 2007-3-10, 琉球大学 21 世紀プログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」平成 18 年度成果発表会研究報告書

## 5. 研究成果

### 5-1 調査概要

1) サンゴ礁の野外調査

瀬底島サンゴ礁における炭酸系ダイナミクス

全アルカリ度自動分析装置によるサンゴ礁炭酸システムの連続観測

サンゴ礁海水中の  $\text{PCO}_2$  変動の時系列観測と解析

瀬底島北側サンゴ礁における有機・無機炭素生産量

レユニオン島サンゴ礁における群集代謝量の Box Model による見積もり

竹富海底温泉の光合成色素の分布調査

2) 地下海水を用いたサンゴの飼育実験

サンゴの生育と  $\text{PCO}_2$  効果の研究

全アーク環境保全自動分析装置によるリアルタイム連続観測

「津工千原博昭」(筑波大学)、「桑野多恵子」(高江洲英貴)、「羽野優之」(中岡真子)

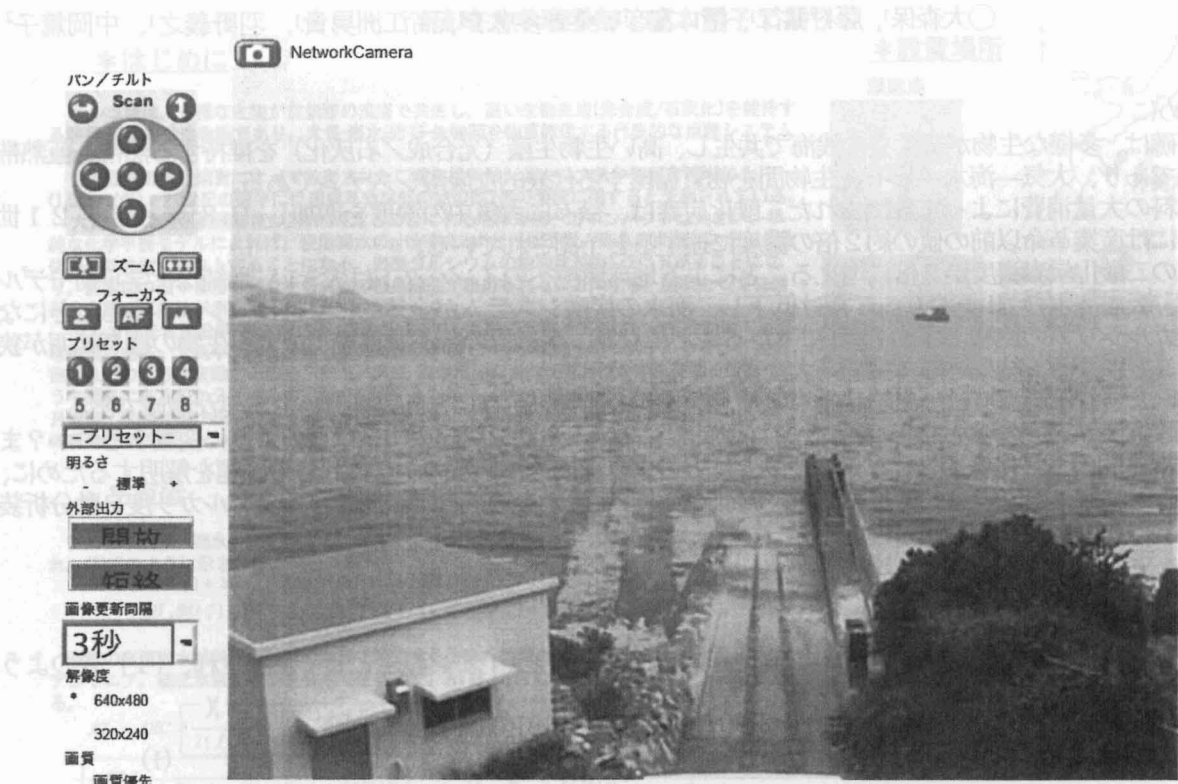


図 Web カメラから見える瀬底島サンゴ礁の風景（手前の箱型容器に自動計測装置が収納され、栈橋の先端部にセンサーと採水ポンプが設置されている）。



本図には、生物活動の影響で  
アルカリ度(μM):減少(+)増加(-)

- ・サンゴ礁の環境に設置して観測も連続計画中である。
- ・サンゴ礁生物による光合成-呼吸過程と石灰化過程に反対した日変動を視察した。
- ・夜間に潮汐の下がる時間帯にアルカリ度の減少が観測された。