

モーリシャスサンゴ礁の白化の特異性：
ミクロ生態系と物質循環の調査

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学 公開日: 2013-01-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 鈴木, 款 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/6943

機関番号：13801

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2007～2010

課題番号：19255002

研究課題名（和文）モーリシャスサンゴ礁の白化の特異性：マイクロ生態系と物質循環の調査

研究課題名（英文） Characteristics of coral bleaching in the Mauritius: micro ecosystem and biogeochemistry

研究代表者

鈴木 款 (SUZUKI YOSHIMI)

静岡大学・創造科学技術大学院・教授

研究者番号：30252159

研究成果の概要（和文）：

本研究の目的はインド洋のモーリシャス周辺のサンゴ礁の特性調査である。2008年から～2012年の5回の調査を実施した。モーリシャスのサンゴ礁の健全性の理由を、海草群落との密接な関係の実態から調査した。海草群落から放出される化学物質（MAA）は、サンゴ内の褐虫藻への紫外線効果を緩和していることを明らかにした。海草群落との共存はサンゴの健全性にはプラス効果である。サンゴ内の褐虫藻は栄養塩をサンゴ内部から摂取している。そのため海草群落との共生が可能であることも見出した。サンゴの餌としてのピコ・ナノプランクトンの重要性を明らかにした。病原菌は検出されなかった。モーリシャスのサンゴ礁の化学的・マイクロ生物群集の調査によりモーリシャスサンゴ礁のサンゴの白化が少ないことの原因を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

Purpose: To understand mechanisms and controlling factors of coral bleaching and coral disease in coral reefs in the Mauritius, To know temporal and spatial distributions of fundamental chemical and biological parameters in coral reefs in the Mauritius. Results: Primary production and N₂ fixation indicated that the contribution of coral rubbles and cyanobacteria mats maybe very important for the reefs. Evaluation of benthic community was usefull to understand the organisms diversity in the reefs. Corals health condition is good, without showing any bleaching pattern and almost no diseases were observed. And also coexistence between seagrass and coral are important conditions for keeping health coral in the Mauritius. We concluded that actual condition of reef is quite healthy despite the strong human activities (fisheries and turism) impacting this reef, and this is maybe due to the good water exchange in the reef.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	12,000,000	3,600,000	15,600,000
2008年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
2009年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
2010年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
年度			
総計	29,600,000	8,880,000	38,480,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：環境影響評価・環境政策

キーワード：モーリシャス、さんご礁、白化、物質循環、マイクロ生態系

1. 研究開始当初の背景

サンゴの白化および病気による死滅はより深刻になりつつある。従来サンゴ礁の保全再生はサンゴとサンゴに共生している褐虫藻の研究が主であった。しかしサンゴ礁はマクロからマイクロまでの多様な生物群集により構成されている。中でもマイクロ生態系は重要であるにも関わらず研究例は極めて少ない。マイクロ生態系を構成する生物群集は褐虫藻、微生物、ピコ・ナノプランクトン（シアノバクテリア）等で、化学成分としては栄養塩（硝酸塩、アンモニア、リン酸塩、ケイ酸塩等）、有機物（ビタミン類、炭水化物、タンパク質等）である。これらの相互の関係と環境変動、人間活動の影響および白化現象の程度との関係の理解が必要である。

2. 研究の目的

調査研究の対象として白化現象の要因とその回復過程あるいは白化が起りにくい原因をマイクロ生態系と物質循環に焦点を当てて研究調査することが本プロジェクトの目的である。本研究プロジェクトの海域はインド洋のモーリシャスのサンゴ礁である。モーリシャスの白化程度はレユニオン島と同様低いことが知られている。しかしながらその原因等の調査研究はほとんどなされていない。モーリシャスサンゴ礁のマイクロ生態系と物質循環の調査によりサンゴ礁の健全性の程度を明らかにすることが目的である。

3. 研究の方法

(1) サンゴ礁調査地点

サンゴ礁はその生物群集の多様性と生物生産の高さおよび環境変動に対する応答の速さという点で、地域規模および地球規模の両方の人間活動と環境変動による影響を迅速に反映する場所である。サンゴ礁を海洋保護区として、サンゴ礁生態系の維持、保全、管理、モニタリングの重要性が指摘されている。

モーリシャス共和国は西インド洋モーリシャスはマダガスカルの東に位置している島である。モーリシャスのサンゴ礁は人間活動によるダメージが極めて少ない。現在二つのモニタリング地点があり、サンゴの健康状態は極めて良好である。1998年には生きていたサンゴは62%（*Acropora fomosa*, *Acropora digitata*）、藻類が35%である。1999年には藻類の割合が51%にまで増加していた。モーリシャスのサンゴ礁調査地点は二つのモニタリング地点がある。調査地点はPort Louisから南西側にある Felic-en-Flac と東側 Belle-Mare の2地点である。このうち、Felic-en-Flac の Albion をメイン地点に選んだ。岸からリーフまでの広い範囲で調査を

行った。

(2) 研究調査方法

調査にはモーリシャス大学の教員・学生が参加し、共同で調査をした。①サンゴ、海草、ナマコ、プランクトン、バクテリア等の生物群集の分布、種組成の調査、海水温、光量、塩分等の環境条件との相互関係を解析した。②海水および海草、サンゴ等の光合成活性とクロロフィルおよび基礎生産量を測定する。③海水、堆積物中の栄養塩、有機炭素・窒素、有機化合物、アルカリ度、pHの時間と空間分布を把握した。④海草、サンゴの瓦礫、海水中に炭素の安定同位体（ ^{13}C ）と窒素の安定同位体（ ^{15}N ）を海水と共に加え、12時間と24時間の二つ条件で、基礎生産量・窒素固定量を測定した。⑤サンゴの健康度および白化の程度の調査を行った。⑥モーリシャス大学と共同で、年間の水温およびサンゴの白化の程度との関係について調査した。

4. 研究成果

(1) モーリシャスのサンゴ礁の海水流動・水温変化：海水の流速は $1.3 \pm 0.3 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ 、流向は 220 ± 24 、光量 $980 \pm 420 \mu \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$ 、平均水温は $28.3 \pm 1^\circ\text{C}$ である。年間の水温は南半球の冬から春にかけて $5 \sim 6^\circ\text{C}$ 程度の差があり、夏場（1~3月）では 30°C を超えている、このような高温条件下では、サンゴの白化が顕著に起きる条件である。太平洋や沖縄のサンゴ礁ではサンゴは大部分が白化しているが、かなりのサンゴは健全である。

(2) サンゴ礁（アルビオン）の生物群集の分布調査により、サンゴ、海草、砂地、サンゴの瓦礫、主なサンゴ種、さらにはピコ、ナノプランクトンであるシアノバクテリア、バクテリア等についてはじめて組織的な調査研究が行われた。図1は岸からリーフまでの場所における砂地、海草、サンゴ等の水平分布を表している。調査結果に見られるように、岸から、それぞれの生物群集がそれぞれの特性に応じて分布している。岸から80mから100mにかけてのサンゴは海草と共存している。ここでは非常にサンゴが元気な状態である。海草も非常に密度が高く、多量の紫外線吸収物質を生産し、サンゴを強い日射から保護していると考えられる。

(3) ピコ、ナノプランクトン（シアノバクテリア）、バクテリアの分布・存在量

モーリシャスのサンゴ礁では、本調査で、初めてピコ、ナノプランクトン（シアノバクテリア）、バクテリアの分布・存在量が明らかになった。表1に示されているように、アルビオンサンゴ礁に岸からリーフまで3つの調査ラインを設け、分布調査を行った。バク

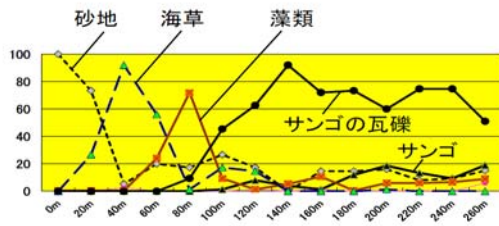


図1 アルビオンのサンゴ・海草等の分布(2011・4月)
(サンゴはAcropora pulchraが主)

テリアの細胞数は $3.2 \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$ から $6.9 \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$ と外洋の海水より、少し高い傾向がある。シアノバクテリア $1.9 \times 10^3 \text{ ml}^{-1}$ から $18.1 \times 10^3 \text{ ml}^{-1}$ と非常に幅がある。特に $18.1 \times 10^3 \text{ ml}^{-1}$ の値は、外洋あるいは沖縄のサンゴ礁海水中に比べて非常に高い。最近の本グループの研究によればシアノバクテリアはサンゴの餌として重要であることが報告されている。その意味で、モーリシャスのサンゴ礁はサンゴの餌が、他の海域のサンゴ礁に比べて良い条件にあると言えるかもしれない。次に従属栄養性の渦鞭毛藻の細胞数は 301 から 1696 の範囲にある。これも非常にその存在量は幅が広い、渦鞭毛藻もサンゴの餌として有用であり、その存在量は他のサンゴ礁域に比べて高い。

表1 ピコ、ナノプランクトン(シアノバクテリア)、バクテリアの分布・存在量

	Heterotrophic bacteria	Pico-cyanobacteria	HNF (heterotrophic nano-flagellates)	ANF (autotrophic nano-flagellates)
Transect-1 (1)	6.9×10^5	18.1×10^3	791	603
Transect-1 (2)	4.5×10^5	7.5×10^3	678	565
Transect-1 (3)	3.2×10^5	5.8×10^3	640	339
Transect-2 (1)	6.1×10^5	1.9×10^3	452	603
Transect-2 (2)	3.5×10^5	3.7×10^3	301	452
Transect-2 (3)	3.3×10^5	3.0×10^3	1696	1093

(4) 海水中の化学成分の分布、濃度とモーリシャスのサンゴ礁の特徴

炭酸カルシウムの生成と溶解(サンゴの骨格形成)に関係する平均値アルカリ度は $2200 \pm 181 \mu \text{ mol/L}$ 、pHは 8.2-8.3、塩分は 34.5であった。この値はサンゴ礁全体で大きな差がなく、サンゴ礁の海水はよく混合されているか可能性を示唆している。全窒素濃度は $0.3 \mu \text{ mol l}^{-1}$ 、より低く、海水から見ると貧栄養海域であり、典型的なサンゴ礁海域である。リン酸濃度は非常に低く、ケイ酸濃度は

通常のサンゴ礁のレベルと同等である。粒子態有機炭素濃度は $37.6 \text{ to } 50.6 \mu \text{ g l}^{-1}$ である。この値も通常のサンゴ礁で観測される値である。この粒子態有機炭素中のピコ、ナノプランクトンやバクテリアの寄与率はおよそ 10%以下である。

(5) サンゴ礁の基礎生産量(有機物生産量)と窒素固定量

サンゴ礁は一般的には海水中の栄養塩が非常に低く、そのため“貧栄養海域”に存在する。しかしながら、サンゴ礁は高い基礎生産量と多様な生物の存在が確認されている。長い間、この矛盾についての説明が十分にされていない。この問題は、本課題と現在進めている「新学術領域：サンゴ礁学」において私たちグループにより新たな説明ができる成果が得られた。モーリシャスのサンゴ礁における基礎生産量の測定は ^{13}C ($\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$) が、 N_2 固定には ^{15}N ($\text{N}_2 \text{ gas}$) 12h と 24h の培養実験が現場で行われた。同位体比の測定は質量分析計が用いられた。従来海水中の基礎生産量をサンゴ礁の基礎生産量としてきたが、本研究により、サンゴ礁では海水中のプランクトンによる基礎生産量は低く、サンゴの瓦礫あるいはシアノバクテリアマット、また最近世界で初めてサンゴの内部の栄養塩濃度や基礎生産量を測定する方法を開発し、測定したところ、サンゴ礁の基礎生産量は、従来の推定の 4~5 倍高いことが明らかになった。モーリシャスのサンゴ礁においても同じで、海水以外の環境で、高い基礎生産量、高い栄養塩濃度の循環があることが明らかになった。基礎生産量と窒素固定量の結果を表 2 に示した。また窒素固定量の測定から、モーリシャスサンゴ礁においても、大気中および海水中の窒素をアンモニアに変換して利用していることが明らかになった。これらが、豊かな生産を維持している理由である。この高い生産量は、サンゴの白化あるいは死滅を防げる重要な要因の一つである。

表2 サンゴ礁の基礎生産量と窒素固定量

		Primary Production $\mu \text{g C cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$	N2 fixation	
			12h (dark) nanog N $\text{cm}^{-2} \text{ time}^{-1}$	24h
Coral rubble	Transect 1	11(6)	57(37)	207(125)
	Transect 2	12(6)	145(84)	237(193)
Cyanobacteria mat	Transect 1	212(113)	2712(732)	9698(228)
	Transect 2	278(189)	6414(305)	9481(74)
Water	Transect 1	7.8(2)		0.05(0.02)
	Transect 2	7.9(4)		0.03(0.01)

(6)まとめ

2008年3月から～2012年4月にかけて合計5回の調査を実施した。調査ではモーリシャスのサンゴ礁の健全性の程度を中心に、海草群落との密接なリンクの実態を調査した。海草群落から代謝活動により放出されるMycosporine-like-amino acids(MAA)は紫外線を吸収し、サンゴ内の褐虫藻への紫外線効果を緩和している可能性を突き止めた。そのため海草群落との共存はサンゴの健全性にはプラスと考えられる。さらに、サンゴに共生している褐虫藻は栄養塩をサンゴ内部から摂取していること、そのため海草群落との共生が栄養塩循環においては可能であることも確かめられた。また基礎生産量が高く、窒素固定量も高いことから、サンゴ礁の有機物循環は健全であることも確かめられた。モーリシャスのサンゴ礁の特徴は、サンゴ以外の海草あるいはシアノバクテリア等との共存・共生のシステムができてきていることである。また重要な点は調査した栄養塩濃度が低く、海草群落が広範囲に成長するほどの環境にないこともその理由であり、そのためサンゴに代わり、海草がサンゴ礁全体を支配することがないのも確かめられた。さらに、サンゴの健全性を維持するメカニズムの一つは、餌としてのピコ・ナノプランクトンの寄与が高いことであることが示された。また陸上から流入する淡水中のバクテリアの調査から、白化の原因となるバクテリアは検出されなかった。従来モーリシャスのサンゴ礁の化学的・微生物群集の調査をほとんどなく、はじめて何故モーリシャスサンゴ礁のサンゴの白化が少ないのかについてほぼその理由が明らかになった。本調査はモーリシャス大学の協力なしには達成できなかった。今新たな問題は、サンゴ礁は健全にも関わらず、サンゴ礁域の水産資源の減少である。そこで暮らす人にとり、サンゴ礁の健全は当たり前、さらに豊かな水産資源が活用できることである。今後この点の対策、すなわち、貧栄養海域でのプランクトンの増殖を増加させること、またそれによりサンゴ礁が汚染されない新たな科学技術が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 64件)

(1) Beatriz E. Casareto, Mohan P. Niraula, Yoshimi Suzuki (2012) Dynamics of organic carbon under different inorganic nitrogen levels and phytoplankton composition, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 102-103:84-94. 査読有

(2) E. Weil, A. Irikawa, B. Casareto, Y. Suzuki (2012) Extended geographic distribution of several Indo-Pacific coral

reef diseases, *DISEASES OF AQUATIC ORGANISMS*, 98:163-170. 査読有

(3) Agostini Sylvain, Suzuki Yoshimi, Higuchi Tomihiko, Casareto Beatriz, Yoshinaga Koichil, Nakano Yoshikatsu and Fujimura Hiroyuki (2012) Biological and Chemical Characteristics of the Coral Gastric Cavity, *Coral Reefs* (October 21), 31(1):147-156. 査読有

(4) Irikawa Akiyuki, Beatriz E. Casareto, Yoshimi. Suzuki, Sylvane. Agostini, Michio. Hidaka, Robert. Woiesik (2011) Growth anomalies on *Acropora cytherea* corals. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8):1702-1707. 査読有

(5) Mohamed Farook Mohamed Fairoz, Yoshimi Suzuki and Beatriz E. Casareto (2011) Behavior of dissolved organic matter in coral reef waters in relation with biological processes, *Modern Applied Science*, 5(1):3-11. 査読有

(6) Nakamura, M., Iketani, A. and Shioi, Y. (2011) Survey of proteases in edible mushrooms with synthetic peptides as substrates, *Mycoscience*, 52:234-241. 査読有

(7) Rahman, M. A., Fujimura, H., Shinjo, R. and Oomori, T. (2011) Extracellular matrix protein in calcified endoskeleton: a potential additive for crystal growth and design, *Journal of Crystal Growth*, 324:177-183. 査読有

(8) Armid, A., Asami, R., Fahmiati, T., Sheikh, M. A., Fujimura, H., Higuchi, T., Taira, E., Shinjo, R. and Oomori, T. (2011) Seawater temperature proxies based on DSr, DMg, and DU from culture experiments using the branching coral *Porites cylindrica*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75:4273-4285. 査読有

(9) Cuet, P., Atkinson, M. J., Blanchot, J., Casareto, B. E., Cordier, E., Falter, J., Frouin, P., Fujimura, H., Pierret, C., Susuki, Y. and Tourrand, C. (2011) CNP budgets of a coral-dominated fringing reef at La Reunion, France: coupling of oceanic phosphate and groundwater nitrate, *Coral Reefs*, 30(suppl. 1):45-55. 査読有

(10) Yara, Y., Oshima, K., Fujii, M., Yamano, H., Yamanaka, Y., and Okada, N. (2011) Projection and uncertainty of the poleward range expansion of coral habitats in response to sea surface temperature warming: A multiple climate model study, *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 13:11-20. 査読有

(11) Perry, C. T., Kench, P. S., Smithers,

S. G., Riegl, B., Yamano, H., and O' Leary, M. J. (2011) Implications of reef ecosystem change for the stability and maintenance of coral reef islands, *Global Change Biology*, 17:3679-3696. 査読有

(12) Yamano, H., Sugihara, K., and Nomura, K. (2011) Rapid poleward range expansion of tropical reef corals in response to rising sea surface temperatures, *Geophysical Research Letters*, 38:L04601, doi:10.1029/2010GL046474. 査読有

(13) P. Cuet, M. J. Atkinson, J. Blanchot, B. E. Casareto, E. Cordier, J. Falter, P. Frouin, H. Fujimura, C. Pierret, Y. Suzuki, C. Tourrand (2010) CNP budgets of a coral-dominated fringing reef at La Reunion, France: coupling of oceanic phosphate and groundwater nitrate, *Coral Reefs*, 30(1):45-55. doi: 10.1007/s00338-011-0744-4. 査読有

(14) Kazuyo Shiroma, Yoshimi Suzuki, Beatriz Casareto and Yoshio Ishikawa (2010) Effects of Heat Stress and Nitrate Enrichment on Nitrogen Allocation in Zooxanthellate Corals, *Eco-Engineering*, 22(3):101-104. 査読有

(15) L. Charpy, K. A. Palinska, B. Casareto, M. J. Langlade, Y. Suzuki, R. M. M. Abrid and S. Golubic (2010) Dinitrogen-fixing cyanobacteria in microbial mats of two shallow coral reef ecosystems, *Microbial Ecol.* 59:174-186. 査読有

(16) Osawa, Y., Fujita, K., Umezawa, Y., Kayanne, H., Ide, Y., Nagaoka T., Miyajima T., and Yamano, H. (2010) Human impacts on large benthic foraminifers near a densely populated area of Majuro Atoll, Marshall Islands, *Marine Pollution Bulletin*, 60:1279-1287. 査読有

(17) Sylvain AGOSTINI, Yoshimi SUZUKI, Beatriz E. CASARETO, Yoshikatu NAKANO, Michio HIDAOKA and Nesa BADRUN (2009) Coral symbiotic complex: Hypothesis through vitamin B₁₂ for a new evaluation, *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 11:1-11. 査読有

(18) Beatriz E. CASARETO, Mohan P. Nilaula, Hiroyuki Fujimura, Yoshimi Suzuki (2009) Effects of carbon dioxide on the coccolithophorid *Pleurochrysis carterae* in incubation experiments, *AQUATIC BIOLOGY Aquat Biol*, 7:59-70. 査読有

(19) Suzuki, T., Midonoya, H. and Shioi, Y. (2009) Analysis of chlorophylls and their derivatives by matrix assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry, *Anal. Biochem*, 390:57-62.

査読有

(20) Higuchi, T., Fujimura, H., Ikota, H., Arakaki, T. and Oomori, T. (2009) The effects of hydrogen peroxide on metabolism in the coral *Goniastrea aspera*, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 370:48-55. 査読有

(21) Higuchi, T., Fujimura, H., Arakaki, T. and Oomori, T. (2009) Synergistic effects of hydrogen peroxide and elevated seawater temperature on the metabolic activity of the coral *Galaxea fascicularis*, *Marine Biology*, 156:589-596. 査読有

(22) 屋良由美子、藤井賢彦、山中康裕、岡田直資、山野博哉、大島和裕 (2009) 地球温暖化に伴う海水温上昇が日本近海の造礁サンゴの分布と健全度に及ぼす影響評価、*日本サンゴ礁学会誌*、11:131-140. 査読有

(23) Fujita, K., Osawa, Y., Kayanne, H., Ide, Y., and Yamano H. (2009) Distribution and sediment production of large benthic foraminifers on reef flats of the Majuro Atoll, Marshall Islands, *Coral Reefs*, 28:29-45. 査読有

(24) Casareto, B. E., L. Charpy, M. J. Langlade, T. Suzuki, H. Oba. M. Niraula, Y. Suzuki (2008) Nitrogen fixation in coral reef environments, In: *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium*. Ft. Lauderdale, Florida; 2008:890-894. 査読有

(25) K. Daigo, Y. Nakano, B. E. Casareto, Y. Suzuki, Y. Shioi (2008) High-performance liquid chromatographic analysis of photosynthetic pigments in coral: an existence of a variety of epizoic, endozoic and endolithic algae, In: *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium*. Ft. Lauderdale, Florida; 2008:123-127. 査読有

(26) Suzuki, T., Soga, K., Yoshimatsu, K. and Shioi, Y. (2008) Expression and purification of pheophorbidease, an enzyme catalyzing the formation of pheophorbide during chlorophyll degradation: Comparison with the native enzyme, *Photochem. Photobiol. Sci.*, 7:1260-1266. 査読有

(27) Hiroyuki Fujimura, Tomihiko Higuchi, Kazuyo Shiroma, Takemitsu Arakaki, Asha Mansour Hamdun, Yoshikatsu Nakano and Tamotsu Oomori (2008) Continuous-flow complete-mixing system for assessing the effects of environmental factors on colony-level coral metabolism, *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 70/6:865-872. 査読有

〔学会発表〕(計 95 件)

- (1)カサレト ベアトリス(2011. 11. 5)石西礁湖におけるWS・BBD に関する海水・淡水・サンゴ組織のバクテリア組成、日本サンゴ礁学会第14回大会、沖縄県男女共同参画センター(沖縄県那覇市)
- (2)鈴木 款(2011. 11. 4)サンゴ礁の基礎生産量の再評価:サブ環境の相互連携、日本サンゴ礁学会第14回大会、沖縄県男女共同参画センター(沖縄県那覇市)
- (3)藤村 弘行(11. 11. 4)石垣島白保海域および轟川における農薬の分布、日本サンゴ礁学会第14回大会、沖縄県男女共同参画センター(沖縄県那覇市)
- (4)Fujimura H(2011. 8. 17)Prediction of coral reef calcification in Sesoko Island by ocean Acidification. Goldschmidt 2011, Prague, Czech Republic
- (5)鈴木 款(2010. 12. 4)高水温下におけるサンゴホストと褐虫藻の間の炭素・窒素の分配、日本サンゴ礁学会第13回大会、つくばカピオ(茨城県)
- (6)藤村 弘行(2010. 12. 2)エダコモンサンゴの微量金属元素の濃度とストレス応答、日本サンゴ礁学会第13回大会、つくばカピオ(茨城県)
- (7)Y. Susuki(2010. 6. 21)RE-EVALUATION OF PRIMARY PRODUCTION AND NITROGEN CYCLE IN CORAL REEF. The Second Asia Pacific Coral Reef Symposium(第2回アジア太平洋サンゴ礁シンポジウム), Phuket, Thailand
- (8)Beatriz Estela Casareto(2010. 6. 21)TEMPERATURE-REGULATED LYSSES AND BLEACHING OF THE CORAL *MONIPORA DIGITATA* INDUCED BY THE NOVEL PATHOGEN *PARACOCCUS CAROTINIFACIENS* AND A POSSIBLE IMMUNE MECHANISM OF THE CORAL MUCHOPOLYSACCHARIDE LAYER. The Second Asia Pacific Coral Reef Symposium(第2回アジア太平洋サンゴ礁シンポジウム), Phuket, Thailand
- (9)Yamano H(2010. 6. 21) Remote sensing of coral eggs and larvae: how feasible is it? The Second Asia Pacific Coral Reef Symposium(第2回アジア太平洋サンゴ礁シンポジウム), Phuket, Thailand
- (10)Hidaka M(2010. 6. 20) Skeletal surface structure of symbiotic and non-symbiotic *Acropora tenuis* polyps kept under different conditions. The Second Asia Pacific Coral Reef Symposium(第2回アジア太平洋サンゴ礁シンポジウム), Phuket, Thailand
- (11)H Fujimura(2009. 12. 3)Distribution of herbicide diuron in coral reef seawater around Okinawa and its effect on coral *Galaxea fascicularis*. International Workshop on the Protection and Restoration

of the Environment and Natural Resources of the East China Sea, Shanghai, China
(12)CASARETO Beatriz E(2009. 11. 28) Nitrogen fixation in fringing coral reefs: a comparison among different sub-environments、日本サンゴ礁学会第12回大会、町立中央公民館(沖縄県国頭郡本部町)

〔図書〕(計 10 件)

- (1)M. A. Sheikh, T. Oomori, H. Fujimura, T. Higuchi, T. Imo, A. Akamatsu, T. Miyagi, T. Yokota and S. Yasumura [Herbicides - Environmental Impact Studies and Management Approaches Chapter 5: Distribution and Potential Effects of Novel Antifouling Herbicide Diuron on Coral Reefs]248p *InTech*(2012)
- (2)Z. Dubinsky and N. Stambler(eds.), Coral Reefs :An Ecosystem in Transition. *Springer Publishers*. 552p(2011)分担 Yoshimi Suzuki and Beatriz E. Casareto[The Role of Dissolved Organic Nitrogen (DON) in Coral Biology and Reef Ecology]pp 207-214.
- (3)鈴木晃仁編「ゆとりと生命をめぐる」生命の教養学V I, 256p(2011)分担 鈴木 款 「見えない自然の循環が生命を支える-サンゴ礁からのメッセージ」pp55-75, 慶應義塾大学出版会
- (4) 鈴木 款・大葉英雄・土屋誠編「サンゴ礁学」280p(2011), 東海大学出版会

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 款 (SUZUKI YOSHIMI)
静岡大学・創造科学技術大学院・教授
研究者番号: 30252159

(2) 研究分担者

Beatriz CASARETO (BEATORISU KASARETO)
静岡大学・創造科学技術大学院・特任教授
研究者番号: 60402244

塩井 祐三 (SIOI YUUZOU)
静岡大学・創造科学技術大学院・教授
研究者番号: 70094092

日高 道雄 (HIDAKA MICHIO)
琉球大学・理学部・教授
研究者番号: 00128498

藤村 弘行 (FUJIMURA HIROYUKI)
琉球大学・理学部・准教授
研究者番号: 20398308

山野 博哉 (YAMANO HIROYA)
国立環境研究所・研究員
研究者番号: 60332243