

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 4月30日現在

機関番号：18001

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22810015

研究課題名（和文） 造礁サンゴの代謝を利用した栄養塩インパクト解析

研究課題名（英文） Analysis of nutrient impact on Reef-building corals by metabolism

研究代表者

中村 崇 (NAKAMURA TAKASHI)

琉球大学・理学部・講師

研究者番号：40404553

研究成果の概要（和文）：元来貧栄養とされているサンゴ礁生態系では、近年の陸域および沿岸域の過剰利用に伴う環境急変が指摘されている。中でも、海水の富栄養化は、サンゴ礁生態系の衰退につながる要因として生態学的な側面から解明されつつある。本研究では、環境影響評価に資するため、サンゴ礁域における栄養塩状態を計測しつつ、それらの増加がサンゴ・共生藻類の代謝に及ぼす影響に焦点を絞り、サンゴの健康状態の評価方法検討を行った。

研究成果の概要（英文）：Coral reefs are thought to be oligotrophic system in the past. However, recent studies indicate the prominent environmental changes due to land/coastal development and overuse. Especially the ecological degradation due to local level eutrophication has been suggested from the field-based ecological studies. In this study, nutrient conditions in actual coral reef environment are measured in the field. In order to utilize the coral health conditions as bio-indicator, nutrient impacts on coral-algal metabolism has been explored under various conditions.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,150,000	345,000	1,495,000
2011年度	810,000	243,000	1,053,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,960,000	588,000	2,548,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：サンゴ・栄養塩ストレス・光合成・生態系・サンゴ礁

## 1. 研究開始当初の背景

亜熱帯島嶼県である沖縄を代表する自然環境の一つであるサンゴ礁が、衰退と消失の危機に瀕している。1998年の世界的なサンゴの白化現象では62%のサンゴ礁が消失し、これ以降、ほぼ毎年のようにサンゴ群集での異常が見られている。Hughesらによる2003年の報告によると、このままのペースでい

ば2050年頃までに現存しているサンゴ礁生態系の約60%が姿を消すであろうことが示唆されており (Hughes et al. 2003)、その保全・回復が強く求められている。

一連のサンゴの減少に伴うサンゴ礁生態系の機能低下により、これまで亜熱帯域での漁獲を支えてきた魚種の水揚げ量も下降傾向が続いている。近年、これまでのサンゴ群

集劣化原因と考えられていた高水温状態が続かない場合においても同様の被害がみられており、その原因説明が急務となっている。

そのため、現在のところ、沖縄周辺海域では、サンゴの種数および群集の規模ともに衰退の一途をたどっている。これには沿岸域で急速に進む都市化に伴う生活排水、農業廃水、畜産廃水の海への流入量増加が関与していると考えられている。このような背景の下、特定海域環境がサンゴ生育に適・非適かを判定するには、数十年単位でのサンゴ群集の回復を待たねばならない。しかし、その間にも沖縄のサンゴ礁域での環境悪化は加速すると考えられる。申請者はこれまでに、高水温異常に伴う共生藻光合成への光傷害の増幅のメカニズム解明、水流環境によるストレスの抑制についての研究を進めてきた。その過程で栄養塩ストレスのメカニズム解明・数値化には、宿主代謝と共生藻光合成の同時計測が必要であると考えた。

## 2. 研究の目的

本研究では、宿主代謝・共生藻光合成の同時計測による独自の栄養塩ストレス影響測定法を確立し、これまで不明であった、造礁サンゴにおける富栄養ストレスを数値化することを目的とする。

## 3. 研究の方法

具体的には、宿主・共生藻の基礎代謝系を軸とした環境ストレス評価法の確立を目的として、以下

- 1) 富栄養化に起因する代謝異常の数値化
- 2) 代謝異常・各種症状のカテゴリー分け
- 3) 実際のサンゴ礁海域で利用可能な、富栄養化ストレスの非破壊的影響評価法の確立

の3段階でおこなう。

## 4. 研究成果

初年度である平成22年には、沖縄本島周辺海域を中心とした野外調査・海水採取を実施した。具体的には、都市部沿岸域および、離島域での各種栄養塩パラメータの変動把握のための定期採取を開始している。各海域から適宜採集した海水については、分光分析法を用いて解析し、硝酸・亜硝酸・アンモニウムイオン・リン酸塩濃度データを得ることができた。本年度中に得られた濃度データとサンゴ群集被度との相関性についての解析を進めた。

屋外・室内実験系におけるサンゴの栄養塩ストレスの検知については、沖縄の造礁サンゴの中でも特にストレスに弱いサンゴ種を選定するため、栄養塩負荷量で分けた複数の

大型(100L)水槽を設置し、3ヶ月間の試運転ののち安定した飼育条件が確立されたことから、現在12種のサンゴを使った栄養塩影響の観測実験を進めた。野外では、上記の調査に加え、光・水温ロガーを設置し、各海域の環境特性把握をおこなうための準備をおこなった。

病気や捕食、海綿(Terpis sp.)などによる被害のカテゴリー化を進めた。これにより野外潜水調査による多種のサンゴにおける病気の罹患動態と海域の栄養塩特性とに焦点を当てた調査研究をおこなうための準備が出来た。

研究計画の2年目である平成23年度は、石垣・西表島周辺海域を中心とした野外サンゴ群集の調査・海水採取と栄養塩濃度測定を実施した。

一部の採取海水の分析については、分光分析法を用いたより精度の高い測定を必要としたため、紫外可視分光高度計を新たに導入した。これにより硝酸・亜硝酸・アンモニウムイオン・リン酸濃度についての詳細データを得ることができたと同時に、サンゴ共生藻類の光合成色素量の測定も可能となった。

野外では、光・水温ロガーを設置し、各海域の温度・光環境特性把握をおこなうと同時に潜水調査による多種のサンゴにおける病気の罹患状況と海域の栄養塩特性とに焦点を当てた調査を進めた。

各種異常についてカテゴリー分けを進め、野外における異常原因を探索したが、栄養塩濃度の時空間的変動が大きいことから、直接的な結論を導き出すにはいたらなかった。また、昨年度中に得られたサンゴ調査結果を踏まえ、海水中の栄養塩とサンゴ被度との相関性について解析を進めたが、相互の相関性を明確に示すことはできなかった。しかしながら、特定海域における栄養塩濃度の変動傾向をつかむことができた。

室内実験系では、比較的高濃度の栄養塩がサンゴに及ぼす影響を明らかにするための実験を実施した。昨年度得られた知見から、沖縄の造礁サンゴの中でも特に栄養塩ストレスに弱いサンゴと考えられるコビミドリイシおよび、相対的に栄養塩ストレスに強いことが示唆されるエダコモンサンゴやパリカメノコキクメイシなどを選定し、栄養塩負荷を加えた飼育観測実験をおこなった。

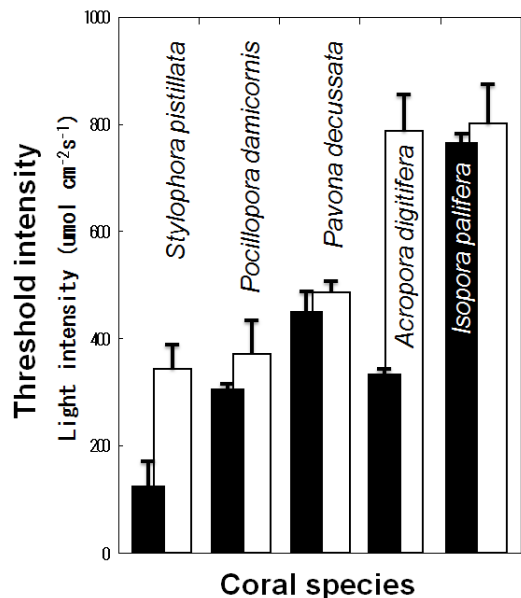


図1 28°C (白) と 32°C (黒) での代表的サンゴ5種における光ストレス感受性の違い。光合成活性を一定時間で50%低下させるのに必要な光の強さを示してある (n=12, Mean±SD)。

Fig.1 Species-dependent differences in light-stress sensitivities among 5 representative coral species at 28°C and 32°C conditions. Bars indicate the light intensity required to induce 50% damage in photosynthesis for certain exposure duration (n=12, Mean±SD).

クロロフィル蛍光法により植物体へのダメージをモニターしつつ行った実験から、比較的高濃度の栄養塩条件下において、共生藻類の光合成異常を伴わない組織剥離などの異常を示す種と比較的影響が見られない耐性種とが明らかになった。

#### 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3件)

① 中村崇、造礁サンゴにおける温度ストレスの生理学的影響と生態学的影響 (Physiological impacts and ecological consequences of thermal stress on reef-building corals)、Oceanography in Japan、査読あり、21巻、2012、pp. 131-144.

② Iguchi A, Ozaki S, Nakamura T, Inoue M, Tanaka Y, Suzuki A, Kawahata H, Sakai K、The effect of acidified seawater on coral calcification and symbiotic algae of a massive coral *Porites australiensis*、

Marine Environmental Research、査読あり、73巻、2012、pp. 32-36、DOI : 10.1016/j.marenvres.2011.10.008

③ K.K. Hossain, T. Nakamura, H. Yamasaki、Effect of Nitric Oxide on Leaf Non-Photochemical Quenching of Fluorescence under Heat-Stress Conditions、Russian Journal of Plant Physiology、査読あり、58巻、2011、pp. 542-546、DOI:10.1134/S1021443711030046

[学会発表] (計11件)

① 林恵里香・石村豊穂・中村 崇・井口 亮・岩瀬晃啓・酒井一彦・鈴木 淳・岡井貴司・川幡徳高、ハマサンゴの成長速度が気候指標に与える影響、古海洋シンポジウム、2012年1月5日、東京大学大気海洋研究所

② 大木 駿・田中泰章・鈴木 淳・中村 崇・酒井一彦、高水温と海洋酸性化の複合ストレスがコユビミドリイシと共生藻に与える影響、日本サンゴ礁学会第14回大会、2011年11月4日、沖縄県那覇市

③ 田中泰章・井口 亮・井上麻夕里・森 千晴・酒井一彦・中村 崇・鈴木 淳・川幡徳高、サンゴ初期ポリプに対する栄養塩負荷の影響、日本サンゴ礁学会第14回大会、2011年11月4日、沖縄県那覇市

④ 中村 崇、光合成生物との共生 ～動物にとっての利点とリスク回避～、日本サンゴ礁学会第14回大会、2011年11月4日、沖縄県那覇市

⑤ 中村 崇・鈴木 淳・岩瀬晃啓・山崎秀雄、Inter-colonial variation of environmental response in *Porites australiensis* ハマサンゴ群体間における環境応答差について、日本サンゴ礁学会第14回大会、2011年11月4日、沖縄県那覇市

⑥ T. Nakamura, A. Iguchi, Y. Nojiri, A. Suzuki, K. Sakai、Coral-algal symbiosis under acidified conditions、海洋酸性化に関する IPCC 会合サイドイベント、2011年 1月16日、沖縄・万国津梁館

⑦ 中村崇・鈴木淳・岩瀬晃啓・井口亮、ハマサンゴ *Porites australiensis* の共生藻光合成における環境応答の多様性、日本サンゴ礁学会第13回大会、2010年 12月3日、茨城・つくばカピオ

⑧ T. Nakamura, S.S. Yamazaki, Y.S. Yuen, S. Nojima, H. Yamasaki、Four-years monitoring of photosynthesis and growth of the coral *Acropora digitifera*. 2<sup>nd</sup> Asia Pacific Coral

Reef Symposium、2010年 6月21日、プーケット (タイ国)

⑨ T. Nakamura、Photo-physiological aspects of *Terpios* found in Okinawa. Outbreak of cyanobacteriosponge, *Terpios sp.*, on coral reefs in the West Pacific -what, how, where, and consequences of "black disease" in the reefs-、2nd Asia Pacific Coral Reef Symposium、2010年 6月21日、プーケット (タイ国)

⑩ Y.S. Yuen, S.S. Yamazaki, A.H. Baird, T. Nakamura, H. Yamasaki、Sulfate-reducing bacteria in the skeleton of *Goniastrea aspera* inhabiting oligotrophic waters. 2nd Asia Pacific Coral Reef Symposium、2010年 6月21日、プーケット (タイ国)

⑪ T. Nakamura, A. Suzuki, A. Iwase, H. Yamasaki、Inter-colonial variation of environmental response in *Porites australiensis*、Japan Geoscience Union Meeting 2010、2010年 5月25日、千葉・幕張メッセ

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中村 崇 (NAKAMURA TAKASHI)

琉球大学・理学部・講師

研究者番号：40404553

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：