

## 自己評価報告書

平成 23 年 4 月 14 日現在

機関番号：18001

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008～2012

課題番号：20121002

研究課題名（和文） 複合ストレスに対するサンゴ-褐虫藻共生系の応答

研究課題名（英文） Responses of coral-zooxanthella symbiotic system to combined stresses

研究代表者

日高 道雄 (HIDAKA MICHIO)

琉球大学・理学部・教授

研究者番号：00128498

研究分野：サンゴ礁生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：サンゴ、ストレス応答、共生、褐虫藻、酸化ストレス、遺伝子発現

## 1. 研究計画の概要

本研究課題では、生殖様式、褐虫藻獲得様式など生活史戦略の異なるサンゴについて、それぞれ代表的なサンゴ種を用いて、そのストレス応答を各生活史段階において調べることを目的とする。ストレス要因としては、高温、強光、海水 pH、栄養塩濃度をとりあげ、生残や栄養状態、成長の他、褐虫藻の光合成能、骨格の微細形態と微量元素組成、そして細胞内酸化ストレス、石灰化、細胞死関連の遺伝子発現に着目して解析する。また、細胞内酸化ストレスの指標を測定することにより、さまざまなストレスの強度や持続時間とストレス応答の関係を解析し、サンゴ礁の複合ストレス応答モデル作成のための基礎データを得る。さらに、サンゴ-褐虫藻共生体において、宿主と褐虫藻それぞれが、協調的に遺伝子発現をコントロールし、共生体としてのストレス防御能を高めているというモデルを構築し、検証する。

## 2. 研究の進捗状況

これまでに、ミドリイシ属サンゴのプラヌラ幼生や一次ポリプを用いてストレス応答を調べる実験系を開発し、石灰化、共生やストレス応答に関連する遺伝子発現の解析、そして骨格の微細構造解析を行ってきた。発生ステージや共生状態により、遺伝子発現やそのストレス応答が異なることを明らかにしたが、これらは、サンゴと褐虫藻の組み合わせにより、サンゴの成長やストレス応答が異なる機構を解明する端緒となる発見である。また、細胞凝集塊を用いた短期ストレス実験系、成群体を用いた長期飼育実験系を完成させ、さまざまな環境要因が、代謝、脂質組成、骨格構造、微量元素組成などに及ぼす影響を

調べるシステムを開発した。サンゴのストレス応答をサンゴ種間、さらには同種内の遺伝子型間で比較解析でき、サンゴ礁生態系のストレス応答モデルの構築に貢献できると考えられる。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

プラヌラ幼生や一次ポリプに異なるタイプの褐虫藻を感染させ、そのストレス応答を調べる実験系を用い、骨格形成、脂質代謝、共生に関与する遺伝子およびストレス関連遺伝子のストレス応答をリアルタイム PCR 法により解析した。骨格形成に関与する炭酸脱水素酵素 (CA)、蛍光タンパク質 (GFP, RFP)、脂質代謝に関わるリパーゼ、イオウの取り込みに関わる硫酸イオントランスポーターなどの遺伝子発現の高温ストレス応答を調べた。その結果、褐虫藻の有無、共生する褐虫藻のタイプにより応答が異なることが分かった。サンゴ-褐虫藻の組み合わせにより、成長やストレス耐性が異なるメカニズム解明の端緒となる発見である。

ハナヤサイサンゴのプラヌラ幼生を用いたストレス実験では、白化が起こる前に蛍光タンパク量の低下が見られ、蛍光タンパク量あるいはその遺伝子発現がストレス応答の指標 (ストレス分子マーカー) として有用であることが示唆された。

ウスエダミドリイシにおいて炭酸脱水素酵素 (CA) を 3 種同定したこと、細胞内酸化ストレスシグナルの伝達に関与し、細胞の酸化ストレス状態の指標となると考えられるチオレドキシシン遺伝子を単離することに成功したことは、今後の研究を進めていく上で重要な成果である。

#### 4. 今後の研究の推進方策

サンゴ礁生態系のストレス応答モデル作成への基礎情報提供を目的に、サンゴ細胞内酸化ストレスの指標としてチオレドキシシンや酸化ストレス応答タンパクを用いることにより、さまざまなストレスの強度や持続時間の影響を解析する系を開発する。さらに褐虫藻によるイオウ同化や含硫アミノ酸の宿主への供給が、グルタチオンやチオレドキシシンの合成を介してサンゴ-褐虫藻共生体のストレス耐性を高めている可能性を検証する。

長期飼育実験系を用いて、野外のサンゴにも適用できる環境ストレスパラメータとして、光合成パラメータ、脂質組成、骨格微細構造、微量元素の多元素プロファイリングの解析を行う。

野外のストレス環境の異なる地点間でサンゴや褐虫藻の遺伝子型を比較し、また地点間の移植実験を行うことにより、サンゴや褐虫藻の遺伝子型の違いによりストレス耐性が異なる可能性を検証する。

#### 5. 代表的な研究成果

(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 21 件)

① Nakamura M, Sakai K (2010) Spatiotemporal variability in recruitment around Iriomote Island, Ryukyu Archipelago, Japan: implications for dispersal of spawning corals. *Marine Biology* 157:801-810 (査読有り)

② Morimoto M, Furushima Y, Nagao M, Irie T, Iguchi A, Suzuki A, Sakai K. (2010) Water quality variables across Sekisei Reef, a large reef complex in southwestern Japan. *Pac. Sci.* 64:113-123 (査読有り)

③ Yakovleva IM, \*Baird AH, Yamamoto HH, Bhagooli R, Nonaka M, Hidaka M (2009) Algal symbionts increase oxidative damage and death in coral larvae at high temperatures. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 378: 105-112 (査読有り)

④ Harii S, Yasuda N, Lodoriguez-Lanetty, Irie T, Hidaka M. (2009) Onset of symbiosis and distribution patterns of symbiotic dinoflagellates in the larvae of scleractinian corals. *Mar. Biol.* 156: 1203-1212 (査読有り)

⑤ Nesa B, Hidaka M. (2009) High zooxanthella density shortens the survival time of coral cell aggregates under thermal stress. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 368: 81-87 (査読有り)

[学会発表] (計 40 件)

① Yasuda N, Hidaka M. Apoptotic cell death and cell proliferation in the growth anomaly of scleractinian corals. European International Society for Reef Studies 2010年12月15日 Netherland

② Harii S, Sampayo E, Yorifuji M, Sinniger F, Hidaka M. Do coral larvae acquire symbionts in nature European International Society for Reef Studies 2010年12月15日 Netherland

③ Dwi Haryanti, Nakaema S, Yuyama I, Hidaka M. Survivorship and bleaching of planulae of *Acropora tenuis* and *Pocillopora damicornis* under thermal stress. 日本サンゴ礁学会第13回大会、2010年12月4日、つくばカピオ

④ Hidaka M. 招待講演「Stress responses of coral-zooxanthella symbiotic system」4th Bilateral Seminar Italy-Japan: Physical and Chemical Impacts on Marine Organisms 2010年10月25日 愛知

⑤ Yuyama I, Harii S, Hidaka M. Algal symbionts affect gene expression of planulae and primary polyps of *Acropora tenuis* exposed to thermal stress. 2nd Asia Pacific Coral Reef Symposium 2010年6月23日 Thailand

[図書] (計 2 件)

日高道雄 (2010) 2 章造礁サンゴのからだ、5 章造礁サンゴのライフスタイル 2009 年度沖縄県立博物館企画展「造礁サンゴ-楽園を作った偉大な建築家-」(6-9, 14-20 ページ)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]