

平成 21 年 6 月 1 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：19840020
 研究課題名（和文） サンゴの閉鎖系飼育システムの開発とその骨格を用いた環境指標の高精度化
 研究課題名（英文） Development of culturing system for coral and establishment of precise proxies using coral skeleton
 研究代表者
 井上 麻夕里（INOUE MAYURI）
 東京大学・海洋研究所・助教
 研究者番号 20451891

研究成果の概要：サンゴ骨格中のストロンチウム/カルシウム（Sr/Ca）比やマグネシウム/カルシウム（Mg/Ca）比は、海水温指標としてこれまで世界的に広く測定されているが、近年これら微量元素が海水温のみではなくサンゴ骨格の成長速度にも依存している可能性が指摘されている。そこで本研究では、温度と光量のみを厳密に制御したサンゴの飼育実験を行い、Sr/Ca比はこれまでの報告と同様海水温に、一方 Mg/Ca 比は温度ではなく成長速度により強く依存して変動していることを明らかにした。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,350,000	0	1,350,000
2008年度	1,350,000	405,000	1,755,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,700,000	405,000	3,105,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地球宇宙化学

キーワード：サンゴ、海水温、飼育実験、成長速度、微量元素

1. 研究開始当初の背景

熱帯～亜熱帯の浅海域に生息するサンゴは炭酸カルシウムからなる外骨格を形成しながら成長し、その骨格には季節の違いを反映した年輪が形成される。サンゴ骨格中の酸素同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ）やストロンチウム/カルシウム比（Sr/Ca）、マグネシウム/カルシウム比

（Mg/Ca）は海水温のよい指標としてこれまで測定されており、産業革命以降の海水温の上昇やエル・ニーニョ現象などに関連した気候変動が多数報告されている。しかしその一方で、 $\delta^{18}\text{O}$ 、Sr/Ca 比とともにサンゴ骨格の成長速度という生物学的パラメータに依存して

いる可能性が指摘されており、海洋環境が正確に記録されていない可能性が懸念されている。

環境を記録する造礁サンゴの炭酸カルシウムの骨格は、これまで無機的な化学平衡を前提に、その化学成分の変動が温度や外界の元素変動などに規定されていると考えられていた。しかしながら、サンゴ骨格はサンゴの生物活動を通して形成されるため、骨格を試料として扱う場合、生物学的な観点も含めより深いレベルで骨格形成について理解することが重要である。しかし骨格形成の詳細なメカニズムについてはいまだ不明な点が多く、骨格中の微量元素の変動要因については、現在世界的にも活発な研究が行われているところである。

2. 研究の目的

サンゴの厳密な環境制御飼育実験により、自然状態で見られる環境の複合的な変化ではなく、単一の環境因子のみを変化させた飼育実験を行って、骨格中の Sr/Ca 比や Mg/Ca 比などの各種化学成分について、環境指標としての推定精度を高めること。また、本研究を通してサンゴの骨格形成機構の解明にも努める。

3. 研究の方法

サンゴ試料は沖縄県瀬底島周辺海域から採取されたサンゴ(*P. australiensis*) 3 群体を用いた。実験には遺伝的情報を統一するため、それぞれクローンサンプルを作成した。本研究では、以下の 2 項目について長期飼育実験を行った。

温度実験においては 21~29°C の 5 温度区において約 6 ヶ月間

光実験においては弱光、中光、強光の 3 段階において約 4 ヶ月間

飼育期間中は定期的にサンゴ試料の水中重

量を測定し、各温度・光区毎の成長率の変動を群体毎に評価し、成長率と微量元素変動の関係についても考察を行った。測定は、飼育期間に成長した骨格成長分から 50-100 µg を採取して誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) により 3 回の繰り返し測定を行った。地質調査所標準試料 JCp-1 を用いた繰り返し測定の結果、本分析法における Sr/Ca, Mg/Ca, U/Ca 比の相対標準偏差は、それぞれ 0.6, 0.8, 1.2% であった。

4. 研究成果

温度実験

温度をコントロールしたサンゴの飼育実験の結果、温度変化に対する骨格成長は群体によって異なることが分かった。また温度と骨格中の微量元素変動の関係も群体により差があるものの、Sr/Ca 比はこれまで報告されている通り温度との明瞭な逆相関関係が認められ、8°C の温度変化に伴い Sr/Ca 比が 4.9% 減少していることが分かった (図 1)。

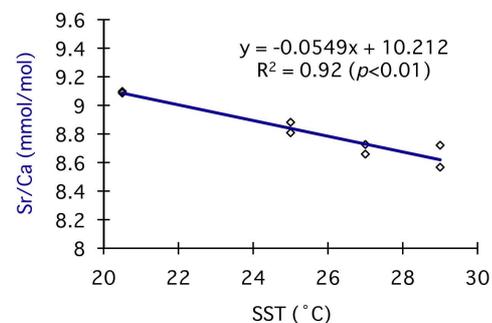


図 1 Sr/Ca 比と海水温の関係

この結果は Reynaud et al. (2007) のミドリイシ属を用いた飼育実験の結果とも整合的である。また、Sr/Ca 比の温度依存性を表す温度と Sr/Ca 比から求められる関係式の傾きは、これまでに数多く報告されているハマサンゴにおける傾きの平均値とほぼ同じであった。以上のことから、主に温度がサンゴ骨格

中の Sr/Ca 比変動を律速していることが示唆された。一方、Mg/Ca 比も群体によっては温度との正相関関係が認められたが、全体的には温度だけではなく成長量とも有意な正相関が見られ、Mg/Ca 比を温度指標として用いるには注意が必要であることが示唆された。この他、U/Ca 比についても測定を行ったが、Sr/Ca 比ほど温度との明瞭な関係は認められず、このことからサンゴ骨格については現在のところ Sr/Ca 比が一番確度の高い温度計として使用可能であると考えられる。

光実験

弱光～強光の3段階におけるサンゴの光制御飼育実験の結果、大局的には光量が強くなると骨格成長が増加する傾向が見られた。しかし、温度実験と同様に光量変化に伴う骨格成長が群体により異なっており、必ずしも光が骨格成長を律速しているわけではないことが示唆された(図2)。

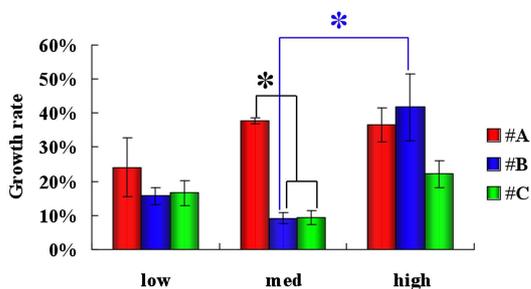


図2 光量(横軸)と成長量の関係(色の違いは群体の違いを示す)

また、骨格中の元素変動については、骨格成長量が小さいほど元素・カルシウム比のばらつきが大きく、成長量が大きくなるにつれて値が安定する傾向が見られ、特に Sr/Ca 比において顕著であった。骨格成長量と元素変動の関係は、Mg/Ca 比については骨格成長と正の相関、U/Ca 比については明瞭な逆相関関係が認められた。

一方、光強度と元素・カルシウム比につい

ては、いずれの元素においても明瞭な関係は見られなかった。光量変化に伴う Sr/Ca 比の有意な変動は見られなかったことから(図3)、光量とそれに伴う骨格成長量の変化がサンゴ骨格中の Sr/Ca 比の変動要因ではないことが示された。

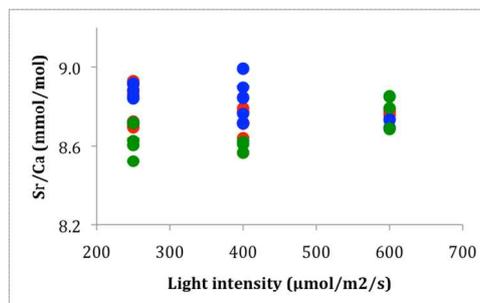


図3 Sr/Ca 比と光量の関係(色の違いは群体の違いを示す)

以上の結果から、サンゴ骨格中の Sr/Ca 比はこれまでの報告と同様、サンゴ棲息海域の海水温が主な変動要因であると考えられる。ただし、同一温度でも Sr/Ca 比のばらつきが認められることなどから、温度計としての精度については慎重な検討が必要であろう。一方、Mg/Ca 比については、温度、光量ともに Mg/Ca 比を変化させており、これは温度、光量変化に伴う骨格の成長量変化が要因だと考えられる。本研究で認められた、Mg/Ca 比と骨格の成長量との正相関関係は Inoue et al. (2007)の結果とも整合的であり、Mg/Ca 比を温度計として用いるには注意が必要であ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 2件)

M. Inoue and M. Tanimizu, Anthropogenic lead inputs to the western Pacific during the 20th century. **Science of the Total Environment**, 406, 123-130, 2008, 査読あり

② M. Inoue, A. Suzuki, M. Nohara, K. Hibino and H. Kawahata, Empirical assessment of coral Sr/Ca and Mg/Ca ratios as climate proxies using colonies grown at different temperatures. **Geophysical Research Letters**, 34, doi:10.1029/2007GL029628, 2007, 査読あり

〔学会発表〕(計 6件)

井上麻夕里、古賀奏子、酒井一彦、鈴木淳、川幡穂高、温度制御下で飼育したサンゴクロールサンプル (*Porites australiensis*) の微量元素変動 . 地球化学会 , 東京 , 2008年9月

井上麻夕里、岩瀬 晃啓、古賀 奏子、鈴木 淳、川幡穂高、飼育実験から得られたサンゴ骨格中の Sr/Ca, Mg/Ca 比変動と温度、光量との関係 . 地球惑星連合大会, 幕張, 2008年5月

Inoue, M., Harada, M., Tanimizu, M., Suzuki, A., Yokoyama, Y., Variations of chemical components in fossil corals collected from Tahiti by IODP Expedition 310. 2008 American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, USA, 2008. 12.

Inoue, M., Suzuki, A., Hantoro, W. and Kawahata, H., Mg/Ca ratio in a coral skeleton as a possible proxy for the skeletal growth rate. 2007 American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, USA, 2007.12.

井上麻夕里、谷水雅治、西太平洋表層に影響を与える鉛の過去 100 年間における放出起源の時系列変動 . 地球化学会, 岡山, 2007年9月

Inoue, M. and Tanimizu, M., Spatial and temporal variation of anthropogenic lead inputs to the western Pacific, Goldschmidt conference 2007, Cologne, Germany, 2007.6.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

井上 麻夕里 (INOUE MAYURI)
東京大学・海洋研究所・助教
研究者番号 20451891