

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24654178

研究課題名(和文) 造礁性サンゴ骨格の窒素同位体比を用いた貧栄養海域における新たな栄養塩指標の開発

研究課題名(英文) Development of new nutrient proxy in oligotrophic oceans using coral nitrogen isotope

研究代表者

渡邊 剛 (WATANABE, Tsuyoshi)

北海道大学・理学(系)研究科(研究院)・講師

研究者番号：80396283

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では貧栄養域である熱帯域において栄養塩の動態を評価・復元する直接的な指標を確立するため、年輪を刻みながら成長する造礁性サンゴの骨格に微量に含まれる有機物の窒素同位体比に着目した。これまで困難であった異なる栄養塩濃度で飼育された幼生骨格の分析を可能にし、サンゴ骨格の窒素同位体比の定量的な指標の確立を目指した。本研究では、造礁性サンゴから採卵し受精させて得られた幼生サンゴの飼育技術を完成させた。

研究成果の概要(英文)：In this research we attempted to establish new nutrient proxy in oligotrophic oceans using stable nitrogen isotopes in organic materials of reef-building coral skeletons, which grow up to several hundreds years with annual bands.

Since the conventional approaches to use the adult skeleton have made the separation of the skeletal part where formed during experimental periods, we applied the primary coral polyp cultured in different nutrient conditions in this research.

During the observation in experimental period, we observed distinct difference of calcification rate, skeletal structure among cultured samples in different conditions and between symbiotic and asymbiotic coral larvae.

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：サンゴ骨格 幼サンゴ 窒素同位体比 栄養塩

1. 研究開始当初の背景

熱帯・亜熱帯の海は全海洋の75%以上を占めるが、生物生産に不可欠な栄養塩が少なく、栄養塩の観測に困難が伴う。サンゴ礁はこのような貧栄養海域に広く分布し、豊かな生態系を育てている。造礁性サンゴをはじめとするサンゴ礁の生物は、貧栄養環境で何処から栄養を取り入れているのか、サンゴ骨格の化学分析から明らかにできる可能性がある。研究代表者らは日本周辺に生息する造礁性サンゴ骨格を熱帯から温帯にかけて収集し、その骨格に含まれる有機物の窒素同位体比を分析したところ、低緯度から高緯度にかけて窒素同位体比が上昇する傾向を発見した(Yamazaki et al., 2011a, GRL)。全ての窒素化合物はそれぞれ固有の窒素同位体比を持ち、サンゴ骨格の窒素同位体比はサンゴが代謝によって取り入れた窒素化合物に由来すると考えられる。

2. 研究の目的

これまでの研究成果から、造礁性サンゴ骨格の窒素同位体比はサンゴ礁の栄養塩の濃度、起源を示す指標になりうる。この指標を定量化することにより、造礁性サンゴ骨格を貧栄養海域における栄養塩記録計として用いることが可能となる。本研究では幼サンゴの飼育中に 15N で標識した窒素起源物質(溶存無機態窒素、溶存有機態窒素)を、それぞれ濃度を変えて添加し、初期に形成した骨格の窒素同位体比を測定する。それぞれの起源物質がサンゴ骨格の窒素同位体比の値にとどのように反映されるか、また窒素起源物質の濃度とサンゴ骨格の窒素同位体比の関係式を導出し、古環境指標として確立することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では貧栄養域である熱帯域において栄養塩の動態を評価・復元する直接的な指標を確立するため、年輪を刻みながら成長す

る造礁性サンゴの骨格に微量に含まれる有機物の窒素同位体比が海水の硝酸の濃度と起源を記録していることに着目した。

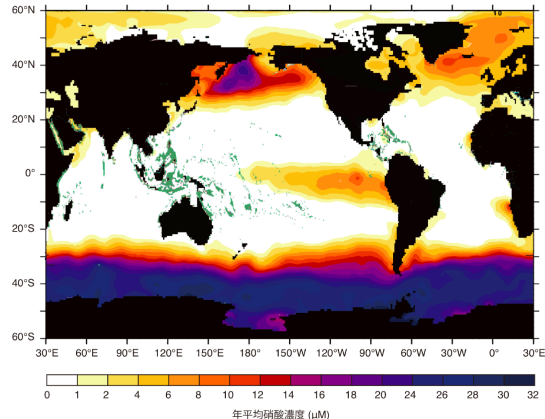


図1 海洋表層の年平均硝酸濃度とサンゴ礁分布(緑色)。白い部分は硝酸濃度測定の実出限界に近い(Yamazaki, et al. 2011a)。

これまで困難であった異なる栄養塩濃度で飼育された幼生骨格の分析を可能にし、サンゴ骨格の窒素同位体比の定量的な指標の確立を目指した。これまで造礁性サンゴ骨格の様々な環境指標のキャリブレーションは大型水槽を用いた成体サンゴの飼育によって行われてきた。成体サンゴは天然から採取した後、飼育環境に慣れ、天然と同じように骨格を形成するまで3年ほどの期間を要すると言われている。幼サンゴは大型水槽を必要とせず、閉鎖系で飼育するため添加物質の影響をそのまま反映する。本研究では、琉球大学瀬底研究施設において、造礁性サンゴから採卵し、受精させて得られた幼生サンゴの飼育技術を完成させた。飼育にはミドリイシ属サンゴを用いた。石灰化前のプラヌラ幼生に褐虫藻を感染させたものとさせないものを用意し、褐虫藻の有無による窒素代謝の違いを明らかにすることが可能になった。トレーサーを幼生に与えるため、人工海水に窒素同位体比既知の窒素化合物(粒状有機態窒素(アミノ酸) 15N 硝酸 大気窒素ガス(何も添加しない))を添加し、幼生を飼育するシャーレの中に満たした。飼育条件を変えたブ

ラヌラ幼生が各シャーレの中で定着し初期骨格を形成するまで二週間以上観察した。その際、ミドリイシ属には、これまでの研究で有効性が確認されている変態誘因物質を用いて定着石灰化を促した。その後、得られた初期石灰化骨格の褐虫藻の有無による石灰化量、骨格構造の違いを観察した。

4. 研究成果

1年目には褐虫藻を持たない幼生サンゴを飼育して石灰化の様子を観察し、飼育技術の検討をおこなった。シャーレのサイズや大量のサンゴが変態して、定着しやすい環境などの条件を決定した。また、本研究では栄養塩を添加するため、幼生にくっついてきたバクテリアが増殖し、十分に石灰化期間を得られないまま幼生サンゴを死滅させてしまうケースもあった。石灰化をはじめて1週間後の幼生サンゴの石灰化量は約100ugであり、サンゴ骨格の窒素同位体比分析には、骨格中の窒素量が0.01%と微量なため、幼生サンゴが1000匹以上必要であり、その全てをうまく骨格成長させるには、飼育実験の改良が必要である。

2年目には、1年目の飼育条件に加えて、プラヌラ幼生に褐虫藻を感染させたサンゴを用いて飼育実験をおこなった。褐虫藻は産卵した親サンゴのポリプから得た。親サンゴのポリプをウォーターピックで骨格からはがし、ホモジェナイザーでつぶしたのちに、遠心分離により褐虫藻とポリプ組織に分け、フィルターで褐虫藻を回収した。褐虫藻をプラヌラ幼生に感染させるには 2.5×10^6 匹/mlの密度で褐虫藻を飼育水槽に入れる必要があることがわかった。また感染するまでには3~4日の時間を要し、感染を確認するために1日2回の蛍光顕微鏡観察をおこなった。また飼育水槽中の全ての幼生は褐虫藻に感染するわけではなく、感染率は20%ほどであった。飼育実験の結果、200個体の褐虫藻に

感染した幼生サンゴを得た。50個体ずつをそれぞれの窒素化合物を加えた飼育条件で飼育し、石灰化骨格を得た。

よって、窒素同位体比分析は従来法では、分析に必要な骨格量を得られなかったため、本研究では微小な骨格の窒素同位体比分析に、二次元高分解能二次イオン質量分析計(NanoSIMS)を用いることを決定した。本分析により窒素トレーサーが骨格に取り込まれているか、また骨格構造のどこに保存されているかが明らかとなり、サンゴ骨格の窒素同位体比指標およびサンゴのバイオミネラリゼーションと栄養塩の関係に対して、新たな知見を得られる事が期待される。本研究の分析結果は2014年度の6月以降に明らかになり、得られた成果は論文として国際誌に投稿する。また微量のサンゴ骨格で窒素同位体比分析を行えるように、分析技術の改良も検討中である。

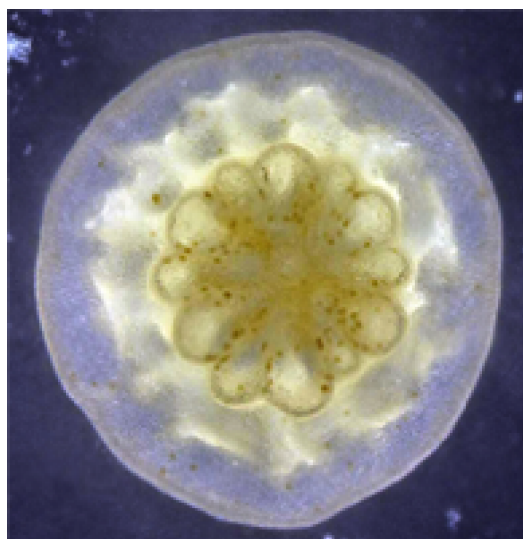


図2 石灰化を開始した直後のサンゴ幼生

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)

Inoue, M., Ishikawa, D., Miyaji, T., Yamazaki, A., Suzuki, A., Yamano, H., Kawahata, H., Watanabe, T., Evaluation of Mn and Fe in coral skeletons (Porites spp.) as proxies for sediment loading and reconstruction of fifty

years of land use on Ishigaki Island, Japan, Coral Reefs, Vol.33, Issue 2 (2014), pp.363-373, 査読有
doi:10.1007/s00338-014-1128-3
Sowa K, Watanabe T., Kan H, Yamano H (2014) Influence of Land Development on Holocene Porites Coral Calcification at Nagura Bay, Ishigaki Island, Japan. PLoS ONE 9(2): e88790. 査読有

doi:10.1371/journal.pone.0088790
Seo, I., Lee, Y.I., Watanabe, T., Yamano, H., Shimamura, M. Yoo, C.M. Hyeong, K. (2013) A skeletal Sr/Ca record preserved in Favia speciosa and implications for coral Sr/Ca thermometry in mid-latitude regions, Geochemistry Geophysics Geosystems, 査読有 doi: 10.1002/ggge.20195

〔学会発表〕(計 4 件)

Kohki Sowa, Tsuyoshi Watanabe, Kentaro Tanaka, Jens Zinke, Malcolm McCulloch (2014) Perplexing effects of Porites coral calcification on annual interval trace elements and boron isotope in northern habitable limits of Japan, International Joint workshop on coral reef environmental earth sciences, Mar 25th-27th, Sapporo, Japan
Watanabe T., Miyaji T., Yamazaki A., Inoue M., Sowa K. (2014) coral multiple proxy approach to evaluate the impact of coastal land use on reef environments and coral growth, Ocean Sciences Meeting 2014, Honolulu, USA, Feb. 25, Poster presentation
Yamazaki, A., Watanabe, T., Tsunogai, U., Iwase, F., Yamano, H. (2013) A 150-year variation of Kuroshio transport detected by the nitrate 15N records in coral skeletons, Goldschmidt Conference, Florence, Italy, 28th August, Oral presentation
Watanabe, T., Yamazaki, A., Kawamura, T., Jumpei, I., Nakamura, T., Sowa, K., Iwase, F., Nomura, K., Sugihara, K., Abe, O., Sakamoto, T., Murayama, M., and Yamano, H. (2013) High latitude coral records in Japan: Implication for climate changes and coral adaptation, 3rd International Sclerochronology Conference, 19th May 2013 Caernarfon, North Wales, UK, Poster presentation

〔図書〕(計 0 件)

〔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〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡邊 剛 (WATANABE, Tsuyoshi)
北海道大学・大学院理学研究院・講師
研究者番号：80396283

(2) 研究分担者

波利井 佐紀 (HARII, Saki)
琉球大学・熱帯生物圏研究センター・准教授
研究者番号：30334535

(3) 連携研究者

山崎 敦子 (YAMAZAKI, Atsuko)
東京大学・大気海洋研究所・研究院
研究者番号：40723820