

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：18001

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26550012

研究課題名(和文)硬骨海綿の環境解析～複合プロキシによるサンゴ礁海域の時空間変化の復元を目指して～

研究課題名(英文)Paleoenvironmental analyses of sclerosponges: Toward reconstructing spatial variability of coral reef environments using multi-proxies

研究代表者

浅海 竜司 (ASAMI, Ryuji)

琉球大学・理学部・准教授

研究者番号：00400242

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：琉球列島サンゴ礁域の表層～水深数十mに生息する硬骨海綿について、海洋環境指標(プロキシ)の有用性を評価し、長期の海洋変動を復元することを目的とし、現地調査による環境モニタリングと試料採取、地球化学的分析を実施した。その結果、骨格の同位体組成は同一個体内および個体差が小さく、平衡炭酸塩の理論値と一致することが明らかになった。放射性同位体年代測定から構築された過去150年間の炭素および酸素同位体組成の時系列は、海洋中への人為起源二酸化炭素および水温・塩分の変化を示した。硬骨海綿に基づく古環境情報は、浅海域の海洋生物の記録と併せることで、過去の海洋環境を空間的に復元できると期待される。

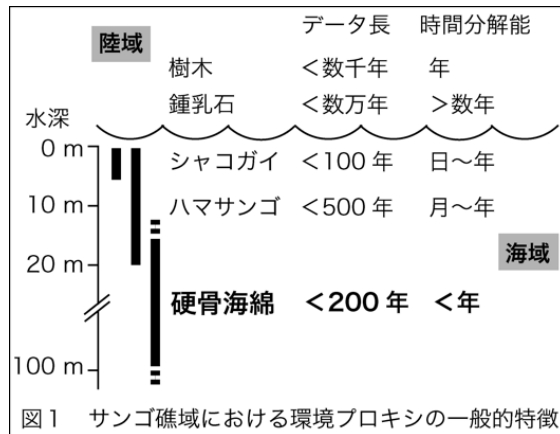
研究成果の概要(英文)：Sclerosponges from the Ryukyu Islands, southwestern Japan, were investigated to evaluate the utility as a paleoenvironmental proxy and to reconstruct long-term variability of ocean environment. In this study, field surveys and geochemical analyses were performed. Results showed that within-skeletal and intraspecific variations of sclerosponges are slight and the aragonite skeleton is precipitated in isotopic equilibrium with seawater at the living site. The radiometric age determination yielded time series of stable carbon and oxygen isotopic composition of sclerosponges for the last 150 years, showing significant variability of fossil fuel CO₂ input into the ocean and seawater temperature/salinity. Coupled with the geochemistry of marine calcified organisms living in shallow waters, sclerosponge-based reconstruction of deeper ocean environments can elucidate spatial and vertical environmental changes for the past.

研究分野：古環境学

キーワード：硬骨海綿 サンゴ礁 環境解析 プロキシ 水温 塩分 化石燃料

1. 研究開始当初の背景

陸域・海域の地質試料を用いた古気候解析は、地球環境変動を理解する上で重要な手法の一つである (PAGES や IPCC など)。なかでも、モンスーンやエルニーニョなどの数年スケールのグローバルな変動現象を捉えるためには、海洋の高時間分解能の古環境データを得ることが重要である。この代表的な海洋生物プロキシとしてサンゴや二枚貝が知られているが (図 1)、より深い水深に生息できる硬骨海綿に関する古環境復元研究の例は極めて少ない。



硬骨海綿は、海底洞窟や水深数十~百 m にも生息し、炭酸カルシウム (CaCO₃) の骨格を形成する。その骨格の酸素同位体組成は水温や塩分の長期時系列データを提供する。硬骨海綿の安定酸素炭素同位体組成を用いた環境解析はカリブ海やグレートバリアリーフ、パラオで行われているが (例えば, Swart et al. 2002 *Paleoceanography*; Grottoli et al. 2010 *Journal of Geophysical Research*)、類似のサンゴ研究例 (200 件以上) に比べて圧倒的に少なく (20 件以下)、国内での報告例はない。これは、

- (1) 生息場所へのアクセスが容易ではないこと
- (2) 成長速度が小さく、時間決定や高分解能解析が困難であること
- (3) サンゴ年輪による古気候解析が注目されてきたこと

による。硬骨海綿の環境研究は、サンゴと併せた解析によって長期的かつ空間的な海洋の変動現象を捉えることができる可能性があり、今後の基礎的データの蓄積が望まれる。

2. 研究の目的

以上の学術的背景と経緯を踏まえ、本研究では、琉球列島サンゴ礁域の表層~水深 100 m に生息する硬骨海綿について、骨格の成長輪解析と各種化学組成分析を実施し、海洋環境指標 (プロキシ) の有用性を評価するとともに、新しいプロキシとなる元素 (同位体) を探求することを目的とする。また、放射性同位体年代測定から硬骨海綿の生息時期と成長速度を明らかにして、環境パラメタの長期時

系列データを復元し、サンゴデータとの比較から琉球海域の長期海洋変動の特徴 (類似性、相違性など) を示すことを目的とする。

3. 研究の方法

琉球列島の南琉球~中琉球に位置する宮古島 (N24.7°, E125.3°)、沖縄本島 (N26.5°, E127.8°)、久米島 (N26.3°, E126.7°) を研究対象地域として選定し、現場の海洋調査、硬骨海綿の生育環境のモニタリング、環境水試料および硬骨海綿試料のサンプリングを実施した (図 2)。

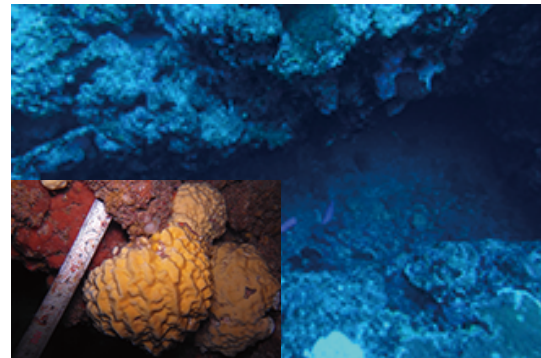


図 2 調査現場と硬骨海綿試料

硬骨海綿 (*Astrosclera willeyana* および *Acanthochaetetes wellsi*) の骨格試料を切断・整形した後、デジタル X 線画像解析、電子顕微鏡観察、鉱物組成分析、微量マイクロサンプリング、放射性同位体 (¹⁴C, U/Th) 年代測定、安定酸素炭素同位体組成分析、レーザーアブレーション微量元素分析を実施した。また、骨格記録の解釈や比較のうえで相補的なデータとなる海棲炭酸塩生物の分析・解析を実施した。

4. 研究成果

現地調査で取得した硬骨海綿の生息環境のモニタリングデータならびに環境水分析の結果は、衛星・船舶等で得られている広域データと概ね一致することが確認された。X 線回折分析の結果、*Astrosclera willeyana* の骨格はアラゴナイト、*Acanthochaetetes wellsi* の骨格は高マグネシウムカルサイトであることがわかった。電子顕微鏡を用いた高倍率観察では、続成セメントの付着や溶解などはみられず、保存状態の良い現生試料であることが確認された。複数の硬骨海綿 (N=39) について、骨格形成時期を同じくする部位の安定酸素炭素同位体組成分析を実施した結果、同一個体内および個体差において有意な差はみられず、生息現場において同位体平衡で形成されるアラゴナイトおよびカルサイトの理論値と分析誤差内で一致した (図 3)。この結果は、硬骨海綿が古環境プロキシとして有用性が高い証拠を示すものであり、成果を学会で発表し、国際学術雑誌 (ISI 誌) に論文を投稿した (現在査読中)。大型 (φ > 10 cm) の硬骨海綿試料 (N=3) について、放射性同位体年

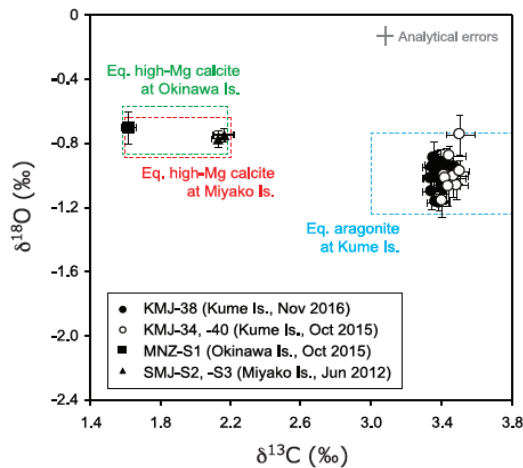


図3 硬骨海綿と平衡炭酸塩の炭素酸素同位体組成

代測定を実施した結果、U/Th年代は正確な年代値が得られなかった。これは、骨格中のTh濃度が高かったためと考えられる。一方、¹⁴C濃度はBombカーブを示し、石垣島のサンゴデータ (Hirabayashi et al. 2017 *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*) とよい一致を示した (図4)。

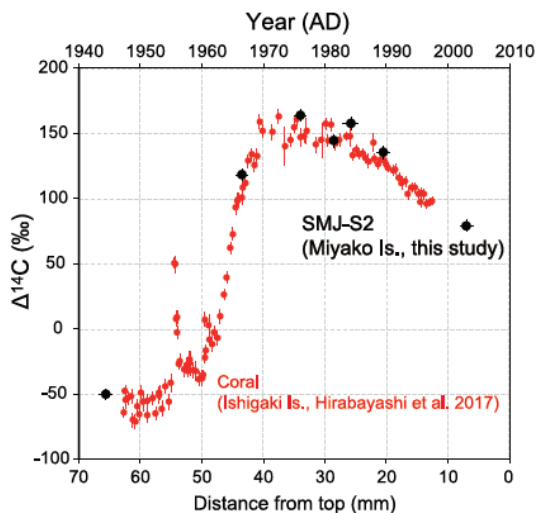


図4 硬骨海綿とサンゴの¹⁴C濃度カーブ

この結果に基づくと、本研究で用いた大型の硬骨海綿は1870年以降に成長を続け、骨格を形成してきたことが明らかになった。X線画像解析の結果では、硬骨海綿骨格には約130~150の成長輪が確認され、¹⁴C濃度による年代決定と概ね一致した。構築した安定炭素および酸素同位体組成の長期時系列データはそれぞれ、海洋中における人為起源二酸化炭素の増加を示すスース効果と水温・塩分変動を示し、サンゴデータと調和的なトレンドを示した (図5)。

これらの結果は学会で発表し、微量元素濃度分析結果と併せて国際学術雑誌 (ISI誌) に投稿準備中である。また、硬骨海綿記録との比較可能な海洋生物 (サンゴ、二枚貝など) の古環境解析の成果は国際学術雑誌 (ISI誌) に

発表した。

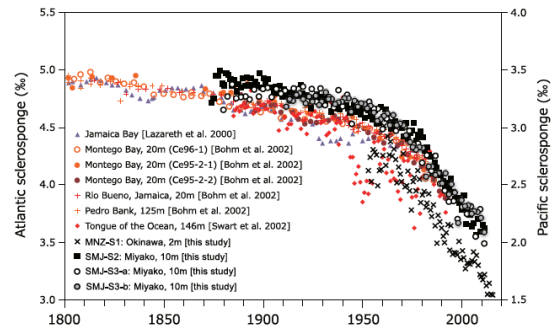


図5 硬骨海綿の炭素同位体組成プロファイル

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)

①A. H. Andrews, Ryuji ASAMI, Y. Iryu, D. R. Kobayashi, and F. Camacho (2016) Bomb-produced radiocarbon in the western tropical Pacific Ocean - Guam coral reveals operation-specific signals from the Pacific Proving Grounds. *Journal of Geophysical Research (Oceans)*, 121, 6351-6366, DOI: 10.1002/2016JC012043.

【査読有り】

②J. Yamanashi, H. Takayanagi, A. Isaji, Ryuji ASAMI, and Y. Iryu (2016) Carbon and oxygen isotope records from *Tridacna derasa* shells: Toward establishing a reliable proxy for sea surface environments. *PLoS ONE*. 11(6): e0157659. DOI:10.1371/journal.pone.0157659.

【査読有り】

③H. Takayanagi, Ryuji ASAMI, T. Otake, O. Abe, T. Miyajima, H. Kitagawa, and Y. Iryu (2015) Quantitative analysis of intraspecific variations in the carbon and oxygen isotope compositions of the modern cool-temperate brachiopod *Terebratulina crossei*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 170, 301-320. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2015.08.006>.

【査読有り】

〔学会発表〕 (計 6件)

①Ryuji ASAMI, T. Matsumori, S. Ishihara, A. Kinjo, D. Ohshiro, T. Naruse, M. Mizuyama, Y. Ise, Y. Fujita, T. Sakamaki: Paleoceanographic proxy and skeletal records of sclerosponges from the Ryukyu Islands, Japan, JpGU-AGU joint Meeting, Makuhari Messe, Chiba, Chiba, Japan, 2017年5月20-25日

②A. H. Andrews・浅海竜司・井龍康文・D. R. Kobayashi・F. Camacho：原水爆実験により生成された 20 世紀の放射性炭素の濃度変化ーサンゴ骨格記録からの復元ー，日本サンゴ礁学会，沖縄タイムスビル，沖縄県那覇市，日本，2016 年 12 月 1-4 日。

③A. H. Andrews, Ryuji ASAMI, Y. Iryu, D. Kobayashi, N. S. Fuckar, and F. Camacho: Nuclear bombs and coral: Guam coral core reveals operation-specific radiocarbon signals from the Pacific Proving Grounds, International Coral Reef Symposium, Hawaii Convention Center, Honolulu, Hawaii, USA, June 19-24, 2016.

④浅海竜司・松森建人・石原信司・金城章・成瀬貫・水山克・伊勢優史・坂巻隆史：琉球列島の硬骨海綿を用いた古環境解析，日本地球惑星科学連合大会，幕張メッセ，千葉県千葉市，日本，2016 年 5 月 22-26 日。

⑤松森建人・浅海竜司・坂巻隆史：琉球列島宮古島産の硬骨海綿の骨格記録～過去数百年の海洋情報抽出に向けて～，沖縄地学会，琉球大学，沖縄県中頭郡西原町，日本，2014 年 11 月 29 日

⑥松森建人・浅海竜司・坂巻隆史：琉球列島宮古島産の硬骨海綿の骨格記録，日本地球惑星科学連合大会，パシフィコ横浜，神奈川県横浜市，日本，2014 年 4 月 28 日-5 月 2 日。

〔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 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

浅海 竜司 (ASAMI RYUJI)
琉球大学・理学部・准教授
研究者番号：00400242

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：

(4) 研究協力者

なし ()