

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K13576

研究課題名(和文) 東海沖の大規模生物群集における貝殻の放射性炭素年代を用いた間欠的メタン湧出の検証

研究課題名(英文) Verification of intermittent methane emissions using radiocarbon age of shells from a large scale biological community off Tokai

研究代表者

芦 寿一郎 (Ashi, Juichiro)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号：40251409

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：東海沖に分布するシロウリガイからなる巨大コロニーの成因を明らかにするため、海底観察、地下構造探査、貝殻の放射性炭素年代測定・化学分析を行った。無人探査機を用いた高解像度地下構造調査により、コロニー周辺には海底面に達する多数の断層の発達を確認できた。また、最も大きなコロニーは、断層が密に分布し陥没地形を成す場所に相当することが分かった。貝殻の放射性炭素年代は3つ以上の年代グループに分かれており、間欠的なメタン湧出により巨大コロニーの形成と貝の死滅が繰り返したことが示唆される。

研究成果の概要(英文)：In order to clarify the formation of the giant colony composed of *Calyptogena* off Tokai, ocean floor observation, subbottom acoustic survey, radiocarbon dating and chemical analyses were carried out. The high-resolution sub-bottom survey using a remotely operated vehicle revealed multiple faults reaching to the seafloor around the colony. Furthermore, the largest colony corresponds to the site where the faults are densely distributed and forms a depression on the seafloor. Radiocarbon age of the shells spread across into more than three age groups, suggesting that the giant colony formation and the death of bivalves occurred due to the repeated intermittent methane emissions.

研究分野：海洋地質学

キーワード：深海環境 化学合成生物群集 海洋調査 冷湧水 メタンハイドレート

1. 研究開始当初の背景

南海トラフ域では、フィリピン海プレートの沈み込みにより海溝陸側に多数の活断層が発達する(図1)。そのうち東海沖の活断層近傍の水深600mの海底では、潜水艇「しんかい2000」の調査で二枚貝の大規模な生物群集(以下、コロニー)が発見された(倉本, 2001, 月刊地球)。生息していた二枚貝は、共生する微生物によって硫化水素やメタンからエネルギーを得ているシロウリガイで、地下水の主な排出路である断層沿いにコロニーを形成することがよく知られている。しかし、ここで発見されたような直径が200m以上に達する大規模なものは同海域では極めて珍しい。この地点では深さ10m程度の陥没地形が発達し、貝のほとんどは死滅しており海底面を貝殻が完全に覆っていた。この海域には、メタンハイドレートの存在によって出現するBSR(海底疑似反射面)が地震探査断面に広く認められる(Ashi et al., 2002, Marine Geology)。巨大コロニーは、断層活動によりハイドレートが不安定となり、メタン湧出に伴い形成されたと解釈された(倉本, 2001, 月刊地球)。貝殻試料のアミノ酸のラセミ化年代測定の結果では、少なくとも2回の貝の生息時期が示され、貝殻表面が白色で比較的新鮮なものと同化の進んだ褐色のものとの存在と矛盾しない結果が得られている(見澤, 2004, MS)。

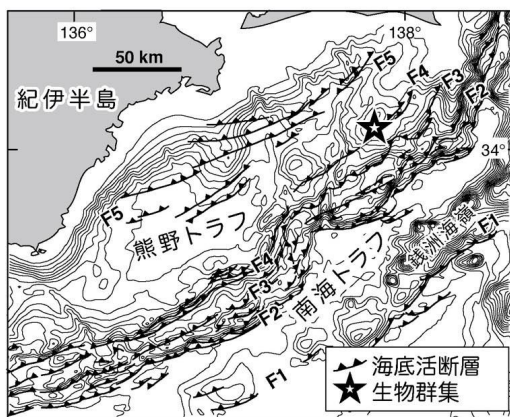


図1 東部南海トラフの海底地形、海底活断層の分布と調査地点。F1~F5は複数の断層のまとまりからなる断層系を示す。F1: 銭洲断層系, F2: 前縁断層系, F3: 東海スラスト, F4: 小台場断層系, F5: 遠州断層系

2. 研究の目的

既往研究から巨大コロニーは断層に沿った流体湧出によって形成されたという作業仮説が得られたが、元になった情報は海底地形と反射法地震探査断面が1測線、潜水調査が2回、少量の貝殻試料である。凹地の構造と断層の関係については不明で、貝殻の年代推定に用いられたアミノ酸のラセミ化年代は海底環境の変動に大きな影響を受けており信頼性が十分でない。このため、高解像度

の浅部地下構造、正確な貝の年代を元にした、巨大コロニーの形成要因の解明が求められる。本課題では以下の3つを研究目的とした。1) 海底地形と高解像度浅部地下構造から、コロニー周辺の地質構造を推定し、コロニー発達における地質学的背景を明らかにする。2) シロウリガイの貝殻および軟体部の放射性炭素年代測定により、貝の生息時期の推定を行う。3) 貝の生息年代を歴史地震・先史地震と比較し、断層活動・地震活動との関係を考察する。

3. 研究の方法

地質構造、コロニーの貝密度の観察には、JAMSTECの無人探査機「ハイパードルフィン」を用いたNT14-07航海の海底映像データを用いた。また、年代測定用の貝試料も同航海時に採取されたものを用いた。高解像度の浅部地下構造は学術研究船「白鳳丸」のKH-15-2次航海とKH-16-5次航海において無人探査機「NSS」にサブボトムプロファイラー(EdgeTech DW-106)を搭載して実施した。使用周波数は1.0~6.0 kHzであった。また、KH-15-2次航海ではCTD採水器を用いて海底直上水の採取を行った。

貝殻、生貝については貝殻と軟体部、および海底直上水の放射性炭素年代測定を行った。測定は東京大学大気海洋研究所の加速器分析装置を用いた。サブボトムプロファイラーのデータは、無人探査機の深度データ、高度データを用いて揺動補正、深度補正を行ったのちに深度断面を作成した。

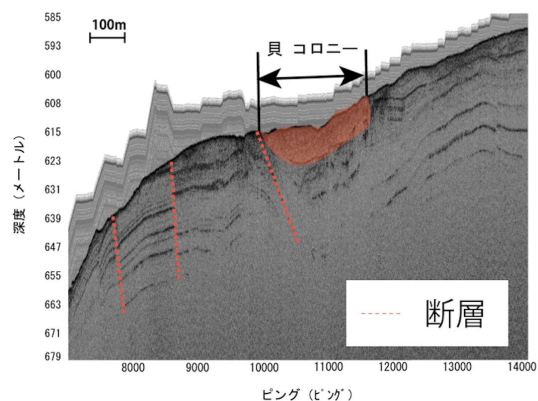


図2 無人探査機を用いた深海曳航式サブボトムプロファイラー探査断面。左(南東)の斜面下部から右(北西)の斜面上部に向けて探査を行った。深度は水中・地下とも1500m/sで表示してある。

4. 研究成果

コロニー周辺の地下構造については、無人探査機「NSS」による深海曳航式サブボトムプロファイラー探査で高解像の地質構造断面を得ることができた(図2)。KH-15-02次航海では全体の構造を、KH-16-5次航海ではコロニーを中心とした構造を探査した。探査断面および断層崖の位置から判断すると、

コロニーは断層の上盤に位置していることが明らかとなった。特にコロニー周辺は正断層とみられる小規模な断層が多数発達し、深さ5 m程度の陥没地形を形成しているのが確認された(図2)。なお、コロニー直下は、堆積層の反射面が認められず無構造となっている。これらの結果を反射法地震探査断面と総合すると、小台場断層系の活断層の派生断層上盤に発達した小規模な正断層群が凹地を形成し、そこにコロニーが形成されたと解釈できる。潜水映像からは海底面に東北東-西南西方向の複数のリニアメントが認められ、上記の断層群によるものと推定される。また、コロニーの北側にも東北東-西南西に伸びる溝状の構造を確認し、コロニーと同様の構造運動によって形成されたものであると解釈した。

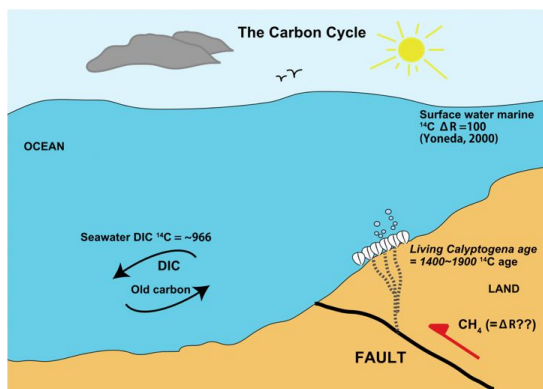


図3 プレート沈み込み帯の斜面における炭素循環を示した模式図。海水中では底層部では古い年代の海水が存在し、さらに断層等を通じて地層中から湧き出てきた湧水はC14を含まないか僅かであると考えられる。

試料分析においては、シロウリガイの貝試料と底層水の放射性炭素年代測定を行った。従来、シロウリガイは海底から湧き出る湧水に含まれる古い炭素を主に活用して貝殻(炭酸塩)を形成していると考えられてきた(図3)。しかし今回の試料分析で、その古い炭素の使用は全体の割合に対して僅かであり、本地点のシロウリガイは貝殻と軟体部の成長は別の栄養源(システム)、特に海水中に溶け込んだ炭素(DIC)を主とした成長システムがあることが明らかとなった。その証拠として、シロウリガイの軟体部の $\delta^{13}\text{C}$ 値は(図4)、貝殻の値(図5)と比較すると明らかに軟体部が軽い値を示していることが確認できる。Gillの部位が一番軽い値を示しているのは、化学合成細菌による化学合成プロセスの行われている部位であるためと推測される。軟体部に含まれる $\delta^{13}\text{C}$ の値からは、海底からの湧水が熱分解起源のメタンを含んでいた可能性が示唆される。以上のことから、湧水域の生物群集の貝試料サンプルにおいても、適用可能な新たな年代補正モデルの構築を行うことができた。

貝殻の年代分布については、上記の補正により西暦1000年から1800年の間に3つ以上の集中が見られ、間欠的なメタン湧出により巨大コロニーの形成と貝の死滅が繰り返したことが示唆された。しかし、歴史地震の比較に用いることのできる高精度の年代推定には至らなかった。

今回の結果は、無人探査機の1潜航で得られた、限られた数の試料の分析を元に求められた結果である。本研究により手法は確立できたと言え、今後の追加試料の採取により、歴史地震との比較が可能となることが期待される。

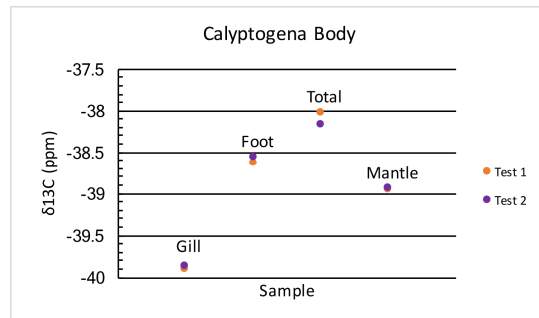


図4 シロウリガイの軟体部の $\delta^{13}\text{C}$ 値。部位によって値が大きく異なる。

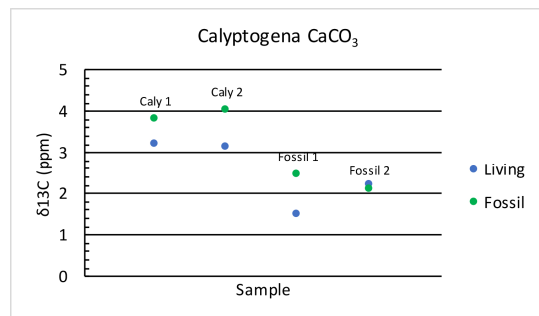


図5 シロウリガイの貝殻(炭酸塩)の $\delta^{13}\text{C}$ 値。Caly: 採取時に生きていた貝の殻の値, Fossil: 化石の貝殻の値

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計7件)

矢ヶ崎一浩, 貝化石を用いた東海沖のシロウリガイ巨大コロニーの形成過程の解明: 放射性炭素年代の可能性, 日本地質学会, 2016年9月10日, 日本大学(東京都・世田谷区)

Kazuhiro Yagasaki, A novel approach in utilising marine methane seep derived bivalve shells for developing local ΔR corrections in deep sea environments, 日本地球惑星連合大会, 2016年5月22日, 幕

張メッセ (千葉)

Kazuhiro Yagasaki, Analysis of past recurrent methane seep activity using radiocarbon dating of Calyptogenia spp. shells in the eastern Nankai subduction zone, Japan, European Geosciences Union, 2016年4月19日, ウィーン(オーストリア)

矢ヶ崎一浩, NT14-07・KH-15-02 航海における東海沖第2天竜海丘調査: シロウリガイ巨大コロニーの貝殻の放射性炭素年代を用いた断層活動に伴う間欠的メタン湧出の検証, ブルーアースシンポジウム, 2016年3月8日, 東京海洋大学(東京都品川区)

Kazuhiro Yagasaki, Application of radiocarbon dating to Calyptogenia bivalve shells present in a cold seep environment: An example of Nankai subduction zone, International Union for Quaternary Research, 2015年7月29日, 名古屋国際会議場(愛知県・名古屋市)

Kazuhiro Yagasaki, A novel approach in adopting marine methane seep derived bivalve shells for developing local R corrections in deep marine environments: An example of Nankai subduction zone, Paleo 10 International Workshop, 2015年7月25日, 東京大学(千葉県柏市)

矢ヶ崎一浩, 東海沖南海巨大シロウリガイコロニーにおける貝殻の放射性炭素年代を用いた断層活動に伴う間欠的メタン流出の検証, 日本地球惑星連合大会, 2015年5月27日, 幕張メッセ(千葉県千葉市)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

芦 寿一郎 (ASHI, Juichiro)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・
准教授
研究者番号: 40251409

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

横山 祐典 (YOKOYAMA, Yusuke)
東京大学・大気海洋研究所・教授
研究者番号: 10359648

宮入 陽介 (MIYAIRI, Yosuke)
東京大学・大気海洋研究所・特任研究員
研究者番号: 30451800

(4) 研究協力者

矢ヶ崎 一浩 (YAGASAKI, Kazuhiro)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・
大学院学生