

南マリアナ海底熱水噴孔下におけるアーキアの多様性と分布

Diversity and distribution of Archaea at hydrothermal vents and drilled boreholes in South Mariana

東陽介[1]; 砂村倫成[2]; 内海真生[3]; 石橋純一郎[4]; 浦辺徹郎[5]; 丸山明彦[6]

Yowsuke Higashi[1]; Michinari Sunamura[2]; Motoo Utsumi[3]; Junichiro Ishibashi[4]; Tetsuro Urabe[5]; Akihiko Maruyama[6]

[1] 産総研・生物; [2] 東大・地惑; [3] 筑波大・農工; [4] 九大・理・地球惑星; [5] 東大理系大学院 地球惑星科学; [6] 産総研・生物

[1] AIST-BR; [2] Univ. Tokyo; [3] Inst. of Agric. and Forest Eng., Univ. of Tsukuba; [4] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ; [5] Earth and Planetary Science, Univ. of Tokyo.; [6] AIST-IBRF

[はじめに] 海底熱水噴出孔は、始源的で新規な生物遺伝子資源の探索場として、また未解明な熱水地下生物圏へアプローチする窓として注目されてきた。しかしその一方で、海底面表層部を除き、その深部の熱水地下圏から微生物試料を効率的に採取することには大きな限界があった。そこで我々は、噴出熱水中で増殖可能な微生物のみを選択的に捕集、培養、採取することを目的とし、数タイプの現場培養器を考案し実際に現場展開してきた。そしてこれまで、水曜海山の海底熱水活動域の掘削孔や天然の熱水噴出孔を対象に、好熱菌を含む新規微生物系統群を多数見出すことに成功している。今回は、この装置にさらに改良を加え、南マリアナ海域の様々な温度帯の熱水噴出孔および掘削孔を対象に現場実験を行ない、アーキアの多様性や噴出熱水温度の違いによる分布特性に関する解析結果について報告する。

[方法] 海洋研究開発機構のよこすかーしんかい 16500YK03-09 (2003年10月-11月)およびワシントン大学所有のR/V Thompson-ROPOS-TN167A (2004年3月)の両航海において、水深約2800mの南マリアナ熱水噴出地域のFryer site および Pika site の様々な温度帯の天然熱水噴出孔を調査対象とした。また後者では、航海直前の1月に海底設置型掘削装置BMSにより同サイトに設けた掘削孔も対象とした。各々のサイトで、熱水噴出孔内に現場培養器を1-3日間設置し微生物試料を採取するとともに、この設置前後に噴出する熱水を温度プローブ付き採水装置で採取し、噴出熱水の温度測定や化学成分分析を実施した。また、メモリー式温度センサーを内蔵させるよう改良した現場培養器を、BMS掘削後のケーシングパイプに設置し、掘削孔内部の温度を連続的にモニターしつつ現場培養実験を行った。回収した現場培養試料は船上でただちにクリーンベンチ内で解体処理し、一部を顕微鏡観察用に細胞固定した後、残りの大半は遺伝子解析用に-80 degC 保存した。その後、試料を蛍光顕微鏡や電子顕微鏡で観察するとともに、DNAを抽出し、アーキアの16S rRNA 遺伝子を対象にランダムクローニング・シーケンシング・分子系統解析や定量PCR解析を試みた。

[結果と考察] アルピン貝などの生物量に富むFryer siteの最高109 degCのクリヤースモーカーMk24より回収した現場培養試料で、多数の微生物の付着を確認した。アーキアのクローン解析を行った結果、従属栄養性好熱菌のThermococcusに加え、噴出熱水ろ過試料からは見出せなかった独立栄養性超好熱菌のIgnicoccus、さらには系統樹の根元近くから分岐し上記Ignicoccusの共生菌としても知られるNanoarchaeumに近縁の系統群を検出した。一方、その近辺に位置する最高34 degCの熱水が噴出する掘削孔APM01では、得られたアーキアクローンは全てMarine group Iに属するもので、上記のようなクローンは検出できなかった。Fryer Siteより生物量が少ないPika Siteの最高320 degCのブラックスモーカーでの現場培養器試料では、微生物の付着が全く観察されずアーキアクローンも得られなかった。一方、その近辺の最高15 degCの熱水が噴出する掘削孔APM03では、得られたアーキアクローンの全てが水素利用独立栄養性の中温菌として知られるMethanococcus voltaeに近縁のものであった。

水曜海山に続きマリアナの80-100 degC前後の熱水噴出孔内部に設置した現場培養試料からも、Ignicoccusに加え分子系統学的により始原的な可能性のあるNanoarchaeumに近縁の系統群検出に成功した。このことは、用いた現場培養手法の有効性を示すと同時に、これらの好熱性アーキアが高温嫌気な熱水地下生物圏の主要構成員である可能性が高いことを示唆している。現在、得られた現場培養試料を対象に、これらアーキアの鉛直分布構造についてより定量的な解析を実施している。