

東太平洋 Juan de Fuca 海嶺翼部の玄武岩質海洋地殻内を循環する熱水に支えられたユニークな微生物群集

Unique microbial community supported by hot fluids from the aging ocean crust in the eastern flank of Juan de Fuca Ridge.

中川 聡 [1]; 稲垣 史生 [2]; 鈴木 庸平 [3]; 高井 研 [4]

Satoshi Nakagawa[1]; Fumio Inagaki[2]; Yohey Suzuki[3]; Ken Takai[4]

[1] 海洋研究開発機構、地殻内微生物; [2] 海洋研究開発機構・地殻内微生物; [3] 産総研; [4] 海洋研究開発機構極限
[1] SUGAR Program, JAMSTEC; [2] JAMSTEC; [3] GSJ, AIST; [4] SUGAR Program, JAMSTEC

中央海嶺翼部の地殻中には、活発な熱水噴出を伴う海嶺中央部をも遥かに上回る量の流体が循環していることが明らかとなってきた。だが過去に中央海嶺翼部から採取された掘削コアから、そのような流体循環との関連を示唆する微生物が培養された例はなく、現場の微生物活動やその地球化学的物質循環へのインパクトに関する知見は極めて少ない。堆積物に埋没した中央海嶺翼部から汚染の少ない基盤岩試料を得る事は極めて困難であるが、CORK (Circulation Obviation Retrofit Kit) と呼ばれる孔内計測計を用いる事によって、地殻内を循環する流体を採取することが可能である。CORK は、i)ODP あるいは IODP で掘削、ケーシングされた掘削孔を密閉する機器、ii) 海底面上のデータロガーとサンプリングポートの大きく 2 つの部分からなる。2003 年、ハワイ大学の Cowen らのグループは、Juan de Fuca Ridge 東翼 (3.5Ma) に設置された CORK (CORK1026B と呼ばれる) のサンプリングポートを用いて、海底下 295m の海洋地殻から湧出する流体 (~64 °C) に含まれる微生物群集の多様性を培養に依存しないクローン解析等の手法を用いて解析した (Science, 299, 120-123)。その結果、検出された 16S rRNA 遺伝子のほとんどが、Ammonifex, Desulfonatronovibrio, Desulfotomaculum 属といった好熱性硫酸還元菌や硝酸還元菌のものに近縁であり、海嶺翼部の地殻内がそれら好熱性微生物の活動の場となっていることが示唆された。しかし、検出された微生物群集の生理学的性状や活性、栄養状態は推測の域を出ていなかった。

我々は東太平洋 Juan de Fuca において行われた IODP Leg 301 に乗船し、CORK1026B 本体を回収した (CORK II へのバージョンアップのため)。その際、CORK1026B のシーリング部直上に黒さび様のスケールが形成されている事を発見した。CORK1026B はその設置直後から掘削孔内の流体がリークしていることが知られており、本スケールは海嶺翼部地殻内循環流体と海水の相互作用によって形成されたものと考えられる。本研究において、我々は採取したスケールを定量的培養 (MPN 法: Most Probable Number method)、クローン解析、炭素安定同位体解析、電子顕微鏡観察等の手法を合わせて解析した。スケールから検出された微生物は、同掘削孔の流体中に検出されていたものに部分的に共通していたものの、海嶺中央部の天然熱水孔環境で検出される微生物群集とは全く異なっていた。種々の培養条件を用いた定量的培養の結果、好熱性 水素資化性メタン生成菌の MPN 値が最も高く、他にも多様な好熱性硫酸還元菌や好熱性発酵細菌が優占して培養された。得られた分離株のほとんどは、クローン解析により検出された系統群に属するものの、過去に培養された微生物とは少なくとも属レベルで異なる新規微生物であった。また、好熱性硫酸還元菌の優占は、環境 DNA 中の硫酸還元酵素遺伝子 (dsr 遺伝子) の定量解析や、試料の SEM-EDX 解析からも支持された。加えて、全有機炭素および各種脂肪酸の安定同位体質量解析の結果、スケール中の微生物群集は光合成由来の有機物を主な炭素源としていることが示唆された。本研究は孔内計測計という人工的な環境を対象としたものであるが、海嶺翼部を循環する流体が多様な好熱性微生物の活動を支える光合成由来の有機物を含み、またそれによって支えられる微生物群集が海嶺中央部に知られているものとは全く異なる事が示唆された。本研究の成果は、海嶺翼部における地殻内微生物の活動や生態、海嶺熱水循環に依存した微生物の伝播を考える上で極めて重要な知見を与えたと同時に、海底掘削孔を活用した派生的アプローチが、将来的に培養可能な地殻内微生物の獲得に向けて極めて有効な手段であることを示唆している。