

水曜海山で AP バイオグループは何を達成したか

What did we get from the Suiyo Seamount surveys: overview of AP-BIO group activities

丸山 明彦[1]

Akihiko Maruyama[1]

[1] 産総研・生物

[1] AIST-IBRF

海底熱水系は、低温高圧暗黒の深海域にありながら時として 300℃ を越える高温酸性熱水を噴出しており、化学合成微生物の基礎生産活動に立脚した特異な生態系を育んでいる。また、チムニー等から分離された好熱性アーキアは、ゲノム情報の解析や利用をはじめ、生命の起源や進化プロセスの解明に向けた展開を大きく後押ししてきた。しかし、チムニーや共生生物以外で、熱水環境中の微生物の多様性や現存量、その変動様式等については未知な部分が多く、これまで微生物学的な調査が及んだ海域もほんの一部にしか過ぎない。さらに、海底熱水系の地下の微生物群集に至っては、アプローチの難しさから実際にはほとんど解明が進んでいなかった。そこで近年我々は、科振費総合研究「アーキアン・パーク（AP）計画」の一環とし、伊豆小笠原海域で最も海底熱水活動の活発な水曜海山をモデルフィールドとし、地下から海水中のブルーム層に至るカルデラ内熱水微生物生態系の全貌解明を進めてきた。ここでは、我々バイオグループが水曜海山という地で何を達成できたのかを俯瞰するとともに、何が課題として残ったのかについて考えてみたい。

1) 方法や装置の開発：試料採取法については、これまで欧米で海底熱水系の微生物研究用途に使用されてきているもの以上に機能的なシステムの構築を果たした。特に、今回開発したカテーテル型現場培養器では、掘削直後の孔内に挿入し地下熱水環境に近い状態での選択培養を実現した結果、新規で特異な微生物系統群を多数検出することに成功した（Higashi et al. FEMS-ME 2004）。また、世界で唯一我が国が保有する海底設置型掘削装置 BMS を活用し、無菌的な海底掘削を実現する循環水除菌システムを構築したことも特筆される。

2) 微生物の多様性解析と分離培養：海底熱水系に特徴的である プロテオバクテリアの中で新しいタイプのもを水曜海山より見出した。そのみでなく、熱水噴出孔近傍からはじめて光合成バクテリアの系統群を見出すとともに、地下熱水環境由来と推定される特異なアーキアの系統群や新規硫酸還元菌遺伝子等を見出したことは特筆される（Nakagawa et al. AEM 2004; Higashi et al. FEMS-ME 2004）。また、掘削コア試料等からは、実際に二三の新しい種類の微生物を分離、獲得することに成功している（森ら、本大会報告）。

3) 微生物生態系解析：定量的な FISH 解析により、水曜海山のカルデラ内が「天然の良好な微生物培養器」として機能していることを見出したことは特筆される（Sunamura et al. AEM 2004）。このような現象は、他ではまだ見出されておらず、水曜海山の大きな特徴の一つと考えられた。また、掘削孔等から噴出する高温熱水中からは予想に反し多数のバクテリアを検出するとともに、その噴出細胞数が変動していることを見出した（砂村ら、本大会報告）。また、量的には少ないものの、この水曜海山の地下環境には特異なアーキアの圏が広がっていると考えられる（山岸ら、本大会報告）。現場培養器でも、地下方向の試料からのみ特異なアーキアが検出されており（東ら、本大会報告）その生息場の特定化が待たれる。

4) この他、噴出熱水試料を現場で大量に採取あるいはろ過する装置を新たに開発・導入するとともに、ウイルス様粒子の獲得（Chiura et al. this meeting）や直接遺伝子解析による新規機能遺伝子配列の発見（河原林、本大会報告）、温度感受性遺伝子部位の特定化（Nakamura et al. submitted）、広塩性細菌の広域分布特性の解明（Okamoto et al. SAM 2004）、新規細胞融合現象の発見（桑原ら、本大会報告）等、バイオ分野ならではの成果が得られている。

以上、水曜海山を対象にした AP バイオグループの成果は多岐に渡っており、その各々は国際誌レベルのものばかりである。しかし一方で、水曜海山の微生物活動が周辺環境にどのような影響を及ぼしている（いた）のかという問題にはまだ十分答えきれていない。これには、海流や熱水ブルームの動きの解明、現場微生物活性の測定、安定同位体解析や鉱物解析との融合化、掘削コア試料採取法の改善、得られた菌株の学際的利用などがさらに必要であろう。また、見出された各微生物群の生息場の特定化には、より高次元でのデータ収集が不可欠である。しかしながら、本計画で海底熱水系直近を掘削できたことの意義は極めて大きく、水曜海山に続くマリアナ海域の掘削で得られた試料との比較解析により、世界に先駆けた新しい成果がまだまだ期待できる。

* ここで述べた成果は、産総研、東大、東京都立大、東京薬科大、広島大、筑波大、茨城大、国際基督教大、信州大、静岡大、大成建設の各研究者の協力により得られました。また、浦辺 PL はじめ関連分野の皆様には、本展開をご支援頂きました。ここに、厚く感謝致します。