

提出日 平成 18年
12月 20日

調査航海概要報告書

1. 航海番号／レグ名／使用船舶：NT06-21 (レグ 1-2) / なつしま
2. 研究課題名：伊豆・小笠原カルデラ内熱水活動域における特異一次生産活動
提案者／所属機関／課題受付番号：中川聡／海洋研究開発機構／S06-02 (レグ 1)
島弧の4次元的な発達過程の解明：火山の間にはなにがあるのか
田村芳彦／海洋研究開発機構／S06-68 (レグ 2-1)
海底カルデラ火山における珪長質マグマの噴火ダイナミクスの解明-明神礁カルデラ-
嶋野岳人／富士常葉大学／S06-52 (レグ 2-2)
3. 首席研究者／所属機関：中川聡／海洋研究開発機構
4. 乗船研究者：
レグ 1: 中川聡 (海洋研究開発機構 極限環境生物圏研究センター)
高井研 (海洋研究開発機構 極限環境生物圏研究センター)
山本正浩 (海洋研究開発機構 極限環境生物圏研究センター)
宮崎淳一 (海洋研究開発機構 極限環境生物圏研究センター)
布浦拓郎 (海洋研究開発機構 極限環境生物圏研究センター)
石橋純一郎 (九州大学理学研究院地球惑星科学部門)
中野宏樹 (九州大学理学部)
砂村倫成 (東京大学大学院理学系研究科)
川市智史 (京都大学大学院農学研究科)
Jim Bruckner (NASA ジェット推進研究所)
Alberto Behar (NASA ジェット推進研究所)
伊藤麻貴 (日本海洋事業株式会社)
レグ 2: 中川聡 (海洋研究開発機構 極限環境生物圏研究センター)
嶋野岳人 (富士常葉大学環境防災学部)
田村芳彦 (海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター)
伊藤弘志 (海上保安庁海洋情報部)
谷健一郎 (海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター)
前野深 (東京大学地震研究所)
宿野浩司 (海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター)
Richard Fiske (スミソニアン博物館)
Alison Shaw (ウッズホール海洋研究所)
伊藤麻貴 (日本海洋事業株式会社)
5. 調査海域：伊豆小笠原 (明神海丘、水曜海山、スミスリフト・鳥島リフト、明神礁)
6. 実施期間：11月21日-12月5日

調査航海概要

NT06-21 レグ 1 (明神海丘／水曜海山熱水活動域)

本レグは、伊豆・小笠原弧のカルデラ内熱水活動域に特異的に優占する微生物「*gamma-Proteobacteria*」に焦点を当て、その分布・多様性・活動・環境との相互作用といった生態学的・生理学的性状を、微生物学-地球化学の手法を組み合わせ多角的に理解する事を目的としている。

世界各地の深海底熱水孔環境における一次生産活動の大部分が、*epsilon* および *gamma-Proteobacteria* の二大巨頭に起因することが明らかとなりつつある。*epsilon-Proteobacteria* の生態生理学的性状に関しては、我々のグループによる網羅的培養の成功や全ゲノム解析を糸口として近年飛躍的に理解が深まってきている。その反面、深海底熱水孔環境におけるもう一方の重要メンバーである *gamma-Proteobacteria* に関しては未だ解析の足場が無い。深海底熱水孔環境に優占する化学合成 *gamma-Proteobacteria* の多くは大型生物に細胞内共生しており、純粋培養し詳細な性状解析を行うことは非常に困難である。

興味深い事に、本提案調査海域の1つ水曜海山カルデラ内では、熱水プルーム内の広範囲にわたって *epsilon-Proteobacteria* よりむしろ、フリーリビングな生活史にある *gamma-Proteobacteria* が優占していることが報告されており、本系統群の理想的な研究フィールドとなっている。水曜海山においては本系統群の微生物を、(i)我々の網羅的定量培養により分離培養できる可能性が高い事に加えて、(ii)酵素学的・分子生物学的・同位体化学的手法を併用することによって、その活動を多角的に直接定量する、あるいは(iii)共存する *epsilon-Proteobacteria* の生理生態学的特性あるいはハビタットの生物地球化学的特性を解析することによって間接的に性状を解析することが可能であると考えられる。さらに同じく伊豆小笠原弧に位置するカルデラ内熱水活動域である明神海丘をカウンターパートとし、同様のストラテジーを用いて両者を比較することによって初めて、カルデラ内熱水プルームにおける微生物生態に関して普遍的な知見を得るとともに、地球物理化学的背景の影響を評価することが可能となる。熱水プルームにおける微生物活動は、海底熱水循環に関連する微生物活動におけるミッシングリンクであり、本調査研究の意義は極めて大きい。

本調査航海において、我々は複数の物理化学センサーを用いて、カルデラ内の熱水プルームをマッピングするとともに試料海水の化学成分を船上にて測定した。本レグは、潜航回数が明神海丘で3潜航、水曜海山で2潜航と決して多くはないが、リアルタイム測定あるいは迅速な船上分析によってプルーム分布を把握しシステムティックに試料を採取することができた。複数の採水器(ニスキンボトル、バッグ採水器、WHATS採水器)を組み合わせ採取した試料は、回収後直ちに陸上での分析用に適切に処理された。いくつかの試料に関しては船上にて培養実験を試み、既にいくつかの集積培養を得ている。

加えて、本調査航海ではNASAジェット推進研究所が開発した Hydrothermal Vent Bio-sampler (HVB)の深海における作動テストを行った。HVBは現場作動型の濾過装置であり、将来的には地球外惑星での使用を考慮し開発されている。本装置を深海環境で仕様するのは初めての試みであったが、順調に作動し数10L容の300°Cを超える噴出熱水あるいは熱水プルームを迅速に濾過しバイオマスを回収することが可能であった。本作動テストにおいて採取した試料についても他の試料と同様の解析を行う予定である。

本レグでは合計5潜航を行ったが、予定していたミッションを全て完遂しただけでなく、それを上回る成果を得た。

NT06-21 Leg 2-1

調査航海概要

目的:「熱い指」仮説によると沈み込み帯のマントルは島弧の方向に不均一な、しかし一定の間隔をおいた高温域をもつ。指状に分布する高温のマントル上に火山が生成する。火山はマグマを生成し、地殻を形成していくのであるが、マントルの「熱い指」上に地殻が発達することになる。もしマントルの「熱い指」が数百万年のオーダーで安定であるとする、と、「熱い指」の間の地殻、つまり火山と火山の間の地殻はいかにして成長するのであろうか。火山のないところの地質と岩石を調査し、火山の間の地殻は火山からのマグマの側方貫入によって形成されるという仮説を検証する。

背景:我々は2002年より北部伊豆小笠原弧のスミスカルデラ、鳥島、宝暦海山等で精力的に研究を行ってきた。その結果、沈み込み帯のマグマの成因に関して新しい知見を得、また新たな仮説を提示している。今回は火山のないところの地殻形成を検証する。

手法:ハイパードルフィンによって地質調査およびサンプル採取を行った。Seabatにより地形調査をおこなった。

結果:鳥島リフトとスミスリフトの急崖の地質と岩石を調査した。リフトには玄武岩の枕状溶岩が分布しているが、急崖においては火山の基盤と思われる伊豆半島の第三紀白浜層群に類似の火山岩類がみられ、それらを大量のデイサイトの岩脈が抜いていた。この地域におけるデイサイトの成因は地殻の生成に重要な役割を果たすと考えられる。これらの岩石の化学組成や鉱物組成を分析し、火山の間における地殻の生成機構を明らかにする予定である。

NT06-21 航海 Leg 2-2 明神礁カルデラ海域調査概要報告

調査日：2006年12月1日～3日

調査海域：北緯31°50分，東経139°50分～北緯32°00分，東経140°05分

1. 本研究課題の目的

海底火山における爆発的噴火はきわめて破壊的な噴火として知られている。しかし、そのメカニズムについては、噴火の目撃も少なく、堆積物の調査もあまり行われていないため、不明な点が多い。特に、噴火現象で最も広域に影響を与える海底カルデラ噴火については、海底での堆積物観察が行われた例はきわめて少ない。そこで本研究課題では、最近も活動歴があり（1952年など）、かつカルデラ地形をもつ本火山において、その地形・堆積物の解析、噴出物の採取・分析により、海底噴火メカニズムおよびカルデラ火山の発達過程の解明を目指す。

2. 潜航調査の実施概要

NT06-21 航海の後半（Leg 2：11月28日～12月5日）のうち、12月1～3日の潜航計画であったが、乗船時点での天候・海況の見通しは芳しくなかった。しかし、調査船なつしまの請蔵船長、探査機ハイパードルフィン（HD）の千葉運航長をはじめとするスタッフのご協力により、12月1、2日の2日間の潜航が実現した（4潜航）。関係者全ての方にここで感謝したい。

HD 潜航地点は潜航順に、#618：カルデラ南東壁，#619：カルデラ中央火口丘西崖，#620：カルデラ北東縁の明神礁（活動的火山）山体北西斜面，#621：カルデラ南西壁である。なお、12月3日にはカルデラ北壁～明神礁山体斜面への潜航が計画されたが、海況不良により中止された。

2-1 明神礁（#620）における潜航調査結果

本潜航ルートは、活発な活火山の火口周辺に当たり、潮流の複雑な海域での浅海調査であったため、母船、HDのスタッフには特にご苦勞をおかけした。潜航は円錐形をなす明神礁山体の北西麓（水深約500m）から山頂（水深95m）に向かって行った。その結果、山体斜面には比較的厚さの薄いローブ状地形が幾重にも重なっていることが分かった。各ローブ状地形では輪郭部分にこぶし大以上の火山岩塊が堆積していた。また、山頂に向かうに従い火山岩塊が白色軽石、縞状軽石、角張った溶岩岩塊の順に推移した。なお、潜航前の海上調査では山頂部で母船エコーグラムに気泡群の上昇を示すと思われる散乱が認められ、HD 潜航では海水の濁りが認められた。

2-2 明神礁カルデラ壁における潜航調査結果（#618, #621）

2潜航ともカルデラ底（水深約1000m）からカルデラ壁上位に向かい、カルデラ壁の露頭観察と試料採取を行った。カルデラ底付近では変質の進んだ溶岩および火砕岩からなり、水深500m付近からは比較的新鮮な軽石を主とする堆積物が認められた。

2-3 明神礁カルデラ中央火口丘西崖における潜航調査結果（#619）

カルデラ壁調査と同様にカルデラ底から西崖上位に向かって潜航した。HDからの映像は溶岩ドームの存在を多くの研究者に予想させたが、採取試料からはこの崖が溶岩ドームの断面であるという証拠は認められず、むしろ上述のカルデラ壁下半部に露出する岩相（変質した溶岩と火砕岩の互層）ときわめてよく似ていることが分かった。本崖は時間の都合で上半部まで確認していない。

3. まとめ・課題

明神礁山頂付近での潜航調査は今回が初めてであった。エコーでの気泡群の確認などから、今後も十分噴火する可能性のある海底火山であると考えられる。山体斜面に認められた堆積物は近年の噴火活動によるものと考えられるので、採取した試料分析を行い、噴火記録や本潜航調査結果と合わせ、噴火メカニズムについて検討したい。

カルデラ噴火については、カルデラ南西、南東壁の2カ所で認められた厚い軽石堆積物がカルデラ噴火に対応する可能性が考えられる。また、カルデラ中央丘の崖はカルデラ壁下半部のものと似た岩相を呈しており、カルデラ形成以前の火山体の一部である可能性がある。今後、以上の点について、潜航映像や採取試料の詳細な記載、採取試料の化学分析から検討を行い、カルデラ噴火の実態および山体形成史を明らかにしたい。

本航海で得られた試料は変質作用を被っているものも多いが、可能な限り化学分析を行って本火山における層序との対比から本火山におけるマグマ供給系の発達史を明らかにしたい。