

SCG059-01

会場:105

時間:5月26日 10:45-11:00

海上保安庁による海底地殻変動観測 -2010年度のまとめと2011年度の予定- GPS/acoustic seafloor geodetic observation by Japan Coast Guard - summary of fiscal 2010 and plan of fiscal 2011 -

佐藤 まりこ^{1*}, 石川 直史¹, 齋藤 宏彰¹, 氏原 直人¹, 藤田 雅之¹, 望月 将志², 浅田 昭²

Mariko Sato^{1*}, Tadashi Ishikawa¹, Hiroaki Saito¹, Naoto Ujihara¹, Masayuki Fujita¹, Masashi Mochizuki², Akira Asada²

¹ 海上保安庁海洋情報部, ² 東京大学生産技術研究所

¹Hydrogr. and Oceanogr. Dept. of Japan, ²IIS, Univ. of Tokyo

海上保安庁海洋情報部では、東京大学生産技術研究所の技術協力の下、GPS/音響測距結合方式による海底地殻変動観測を実施している。我々の海底基準点は、主に日本海溝及び南海トラフ沿い陸側に設置しており、測量船による繰り返し観測を行っている。

2008年からは、観測効率の向上と観測データの空間バランスの改善による安定性の向上を目指して、測量船の船底に音響トランスデューサ（送受波器）を常設し、航走観測を開始した。航走観測の実現により、従来の漂流観測よりも安定した観測結果が得られるようになった。さらに、2010年12月には、大型測量船「拓洋」（2400トン）に観測機器を設置し、「拓洋」による海底地殻変動観測を開始した。

本講演では、2010年3月までに得られた観測結果の概要と今年度の観測計画について発表する。

1. 観測結果の概要

(1) 日本海溝沿いの海底基準点

宮城県沖では、2箇所に海底基準点「宮城沖1」、「宮城沖2」を設置し、海底地殻変動観測を行っている。これらの観測点では、2005年8月16日の宮城県沖の地震（M7.2）以降、2007年頃からひずみの蓄積再開を示唆するような西北西の動きが検出されており、2010年の観測でも同様の傾向を示している。2010年11月までの観測から得られたユーラシアプレート安定域に対する移動速度は、「宮城沖2」海底基準点で5.4cm/年、「宮城沖1」海底基準点で5.6cm/年（2006/12月～2010年11月の平均移動速度）である。

一方、「福島沖」海底基準点では、西向きに2cm/年程度という移動速度が得られており、同海底基準点付近の海底下では固着は弱いと考えられる。

(2) 南海トラフ沿いの海底基準点

南海トラフ沿いには、2000年に熊野灘に当庁で初めての海底基準点（「熊野灘」）を設置したのを皮切りに、「東海沖1」、「東海沖2」、「潮岬沖1」、「潮岬沖2」、「室戸岬沖」の計6点の海底基準点を設置し、海底地殻変動観測を行っている。これまでの観測から、各海底基準点とも2～5cm/年程度（2006年～2010年8月の平均移動速度）で西～西北西に動いているという結果が得られている。

2. 2011年度の予定

海上保安庁では、2011年度も宮城県沖や南海トラフ沿いの海底基準点を中心に年3回の観測を行うこととしている。また、2010年12月に観測機器を設置した大型測量船「拓洋」のデータ評価のため、中型測量船「明洋」との観測結果の比較等を行い、「拓洋」による海底地殻変動観測の本格運用をめざす。さらに、現在、観測の空白域となっている四国沖への観測点の展開を進めるため、今年度、室戸岬南方への海底基準点の新設を行う。

謝辞：「宮城沖2」海底基準点は、文部科学省のプロジェクト「宮城県沖地震に関するパイロット的な重点的調査観測」（平成14～16年度）の一環として設置されたものである。KGPS解析にはNASA/GSFCのColombo博士開発のソフトウェア「IT」を用いた。KGPS陸上基準点として、国土地理院より電子基準点1秒データを提供いただいている。記して感謝します。

キーワード: 海底地殻変動観測, 宮城沖, 南海トラフ, 地殻変動

Keywords: seafloor geodetic observation, off Miyagi, Nankai trough, crustal deformation

SCG059-02

会場:105

時間:5月26日 11:00-11:15

海底地殻変動観測における観測の高効率化に向けた取組について Study of efficiency improvement of seafloor geodetic observation

石川 直史^{1*}, 佐藤 まりこ¹, 氏原直人¹, 望月 将志², 浅田昭²

Tadashi Ishikawa^{1*}, Mariko Sato¹, Naoto Ujihara¹, Masashi Mochizuki², Akira Asada²

¹ 海上保安庁海洋情報部, ² 東京大学生産技術研究所

¹JHOD, ²IIS, Univ. of Tokyo

海上保安庁海洋情報部は、東京大学生産技術研究所との技術協力の下、GPS/音響測距結合方式による海底地殻変動観測の技術開発及び海底基準点の展開を行っている。

我々の海底基準点は、主に日本海溝及び南海トラフ沿いの陸側に約 100km 間隔で設置しており、これまでに、海洋プレートの沈みこみに伴う定常的な変動や地震の発生に伴う変位を検出することに成功している。しかしながら、陸上の GPS 観測網にくらべると、観測精度、時空間的な観測密度ともに十分であるとは言えず、今後のさらなる精度及び観測密度の向上が求められている。

特に想定震源域におけるプレート間の固着状態をより正確に把握するためには、対象とする地域において、海底基準点を多点展開し、高密度な観測網を構築することが必要となる。

解析では、長時間分のデータをひとまとめに使用することで、様々な誤差要因が時間的に平均化され安定した測位結果を得ている。そのため、測位精度と観測時間はトレードオフの関係にある。したがって、十分な量の観測データを確保する必要があるが、測量船を使用しているため、年間の観測日数が限られる上に、悪天候時には観測を行うことができないなど、時間的な制約が大きいのが現状である。

将来的な海底基準点の増加に対応するためには、観測の効率化を図り、より少ない観測時間・データで高精度な位置決定を可能とするような、観測手法・解析手法の開発が必要となってくる。

2010 年には、相模湾の海底基準点において、観測の高効率化に向けての試験観測を行った。本講演では試験観測の結果を踏まえ、観測の高効率化について検討を行った結果について報告する。

キーワード: 海底地殻変動観測

Keywords: seafloor geodetic observation

SCG059-03

会場:105

時間:5月26日 11:15-11:30

熊野灘における海底地殻変動観測

Observation of sea-bottom crustal deformation at Kumano Bay

田所 敬一^{1*}, 生田 領野², 渡部 豪¹, 永井 悟¹, 江藤 周平¹, 奥田 隆¹

Keiichi Tadokoro^{1*}, Ryoya Ikuta², Tsuyoshi Watanabe¹, Satoru Nagai¹, Shuhei Eto¹, Takashi OKUDA¹

¹名古屋大学, ²静岡大学

¹Nagoya University, ²Shizuoka University

当研究グループでは、2004年以降、東南海地震の想定震源域内に位置する熊野灘の3カ所（KMN, KMS, KME サイト）で、GPS音響結合方式による海底地殻変動観測を繰り返し実施している。これまでの観測回数は、KMN サイトで13回、KMS サイトで18回、KME サイトで6回である。

各エポックの座標値をもとに、エラーバーによる重み付き最小二乗法による直線フィッティングを行ってトレンドを推定し、その直線の傾きから Sella et al. [2002] による REVEL (Recent Plate Velocities) モデルを用いて計算したアムールプレートの剛体運動成分を差し引くことにより、各サイトにおけるアムールプレートに対する水平変位速度を求めた。現段階での暫定的な変位速度ベクトルを図に示す。変位速度ベクトルの大きさは、KMN サイトでは $(1.1 \pm 0.4, -2.4 \pm 1.0)$ cm/yr, KMS サイトでは $(1.6 \pm 0.3, -5.5 \pm 0.4)$ cm/yr, KME サイトでは $(5.4 \pm 2.2, -6.1 \pm 3.1)$ cm/yr である（注：南北成分、東西成分の順で、北向きおよび東向きが正）。変位速度ベクトルの向きは、いずれのサイトにおいても大局的にはフィリピン海プレートの収束方向とほぼ一致している。しかし、その大きさは、フィリピン海プレートとアムールプレートの相対運動よりも大きいサイトも見受けられる。特に KME サイトでは、観測期間および回数が不足しているため、誤差楕円も大きい。継続した観測の結果をもとにより精度の高い変位速度の推定を行う必要がある。

キーワード: 海底地殻変動, 音響測距, 南海トラフ, 巨大地震, 熊野灘

SCG059-04

会場:105

時間:5月26日 11:30-11:45

GPS/音響結合海底地殻変動解析における海中音速の傾斜構造の導入 Application of inclined sound velocity structure to the measurement of ocean bottom crustal deformation

生田 領野^{1*}, 田所 敬一², 奥田 隆², 杉本 慎吾⁴, 渡部 豪², 安藤 雅孝³

Ryoya Ikuta^{1*}, Keiichi Tadokoro², Takashi OKUDA², Shingo Sugimoto⁴, Tsuyoshi Watanabe², Masataka Ando³

¹ 静岡大学理学部, ² 名古屋大学地震火山・防災研究センター, ³ 台湾中央研究院地球科学研究所, ⁴ 川崎地質株式会社

¹ Faculty of Science, Shizuoka University, ² RCSVD, Nagoya University, ³ Academia Sinica, Taiwan, ⁴ Kawasaki Geological Engineering, Co.Ltd.

本研究は熊野灘沖で行っている海底地殻変動観測のためのGPS/音響結合データに新たなモデルを導入して解析を行ったものである。

現在我々のグループでは、海底の地殻変動を計測する手段としてGPS/音響結合方式での海底地殻変動計測システムの開発を行なっている。これは観測船の位置を決めるキネマティックGPS技術と船-海底間の超音波測距を組み合わせ、海底に設置したベンチマーク(海底局)の位置を監視することで海底の地殻変動を計測するシステムである。

本システムでは一海域に水深程度離して3台設置した海底局(トランスポンダ)に対し、その上を航行する船からの超音波の送受信を1回の観測あたり5~15時間かけて2,000から6,000回程度行い、その走時から海底局位置を推定している。この観測を年あたり1から数回繰り返し、時間の経過に伴う海底局位置の変化を計測する。

現在までに本システムを用いて駿河湾、熊野灘においてそれぞれ約5年間の繰り返し観測を行ってきた結果、熊野灘・駿河湾共に、本システムでは計測毎に海底局3局の重心位置を±約3cmの安定した精度で推定できるようになっている。しかし、推定精度±3cmは海溝付近での地殻変動としては1年程度の変動量に相当し、プレート境界での地殻変動を短期間で詳細に記述するには物足りない。この一計測毎の局位置推定精度を向上させることが我々の最も大きな課題の一つである。

そこで本研究では、熊野灘でこれまで取得してきたデータに新たな解析モデルを適用した。これまでのモデルでは、海中の音速構造が水平成層構造を保ったまま時間変化するとしていた。つまりある時点で送受信した音波が、全ての海底局に対して同じ音速構造を通るとした。この仮定により本解析は海底局位置と音速構造の時間変化に対してロバストである。ところが現実の海中の音速構造は水平方向に必ずしも一様ではなく、その影響は特にデータ取得時間が短い際に推定される海底局位置の異常という形で表れることが報告されている(Ikuta et al. AGU fall meeting 2009)。そこで本研究では、海中音速の成層構造は傾斜構造をしているという新たな仮定を導入した。

熊野灘で取得したデータに対し、本モデルに基づいて音速構造が約5時間のタイムスケールで一定の傾斜構造をしていると仮定(各観測日毎にひとつの傾斜構造を推定)して逆問題解析を適用した結果、従来3.1cmであった海底局位置の水平方向の繰り返し精度が2.5cmに改善した。

今回の改変では精度の向上はわずかであり、更に多くのデータに適用しなくては有意性が議論できない。しかし海中音速構造が水平成層しているという従来のモデルから一歩踏み出してこれまでと同等以上の繰り返し精度を得られたことは重要である。今後更にモデルのチューニングを行い、より短いデータ取得時間で高い精度を得られる手法の追及を行う。

謝辞: 本研究は文部科学省の委託研究「海底地殻変動技術の高度化」により行われた。また、三重県水産研究所あさま乗組員の皆さんに操船、観測補助のご支援をいただいた。ここに記し感謝致します。

キーワード: 海底, GPS, 音響測距, 地殻変動, トランスデューサー

Keywords: Ocean floor, GPS, Acoustic Ranging, Crustal deformation, Transducer

SCG059-05

会場:105

時間:5月26日 11:45-12:00

海底地殻変動観測の高精度化に向けた海中音速構造の推定方法の検討 Inversion of acoustic velocity structure models to develop observing seafloor crustal deformation.

江藤 周平^{1*}, 永井 悟², 田所 敬一², 渡部 豪², 生田 領野³

Shuhei Eto^{1*}, Satoru Nagai², Keiichi Tadokoro², Tsuyoshi Watanabe², Ryoya Ikuta³

¹ 名大院・環境・地球, ² 名大・地震火山センター, ³ 静岡大学理学部

¹ Grad. Sch. Env. Studies, Nagoya Univ., ² RCSVDM, Nagoya Univ., ³ Faculty of Science, Shizuoka university,

日本周辺では海溝型巨大地震が周期的に発生しており、海溝型巨大地震の発生過程や前駆現象を監視するシステムの構築が求められている。しかし、GEONETを始めとする陸上の地殻変動観測網では、大部分が海底下にある海溝型巨大地震の震源域を十分な時空間分解能で監視することはできない。海底下にある震源域を十分な時空間分解能で監視するべく、海底地殻変動観測システムの開発が行われてきた。

海底地殻変動観測システムは、GPS 測位と音響測距を組み合わせることで海底に設置した海底局位置を繰り返し測定し、海底の地殻変動を検出するものである。これにより海域での観測が可能となったが、その分解能はプレート間運動の詳細な議論するには不十分である。

そこで、我々のグループでは海底地殻変動観測の高精度化を進めている。その取り組みの一つとして、音響データのみから海中音速構造の時空間変化を推定する方法について検討している。現状の解析では、浅部における海中音速構造の時間変化を、深さ方向に対して全体が一様に変化しているものと仮定して解いている。そのため、海中音速構造の時空間変化を推定し、解析に適応すれば分解能の向上が期待できる。

しかし、観測で得られる音響データは測距を目的に観測船 海底局の走時を収録しているため、海中音速構造の3次元空間変化や時間変化を同時に推定することは困難である。そこで海中音速構造を、深さ方向のみの1次元空間変化としてどこまでできるかについて、地震学的手法を用いて検討した。手法は Kissling et al.[1994] による連携震源決定法である。この手法は温度躍層のような低速度層が存在していても速度構造を推定できるため、海域での解析に適していると考えられる。

本発表で用いたデータは、2009年10月に駿河湾で取得したものである。上記の手法を用いて簡易的にだが1次元の音速構造が推定できた。この結果はCTD測定などの観測結果とも整合的であった。今後解析パラメタの詳細な検討が必要だが、今回の結果からこの手法が音速構造推定に有用であることが示唆された。

キーワード: 海中音速構造, 1次元水平成層, 時空間変化

Keywords: acoustic velocity structure, 1-dimensional structure, Variation of space and temporal

SCG059-06

会場:105

時間:5月26日 12:00-12:15

海底地殻変動観測システムの高精度化に向けた音響測距データからの海中音波速度構造情報の抽出

Simultaneous inversion of 1-D sound velocity and positions of benchmarks to develop ocean-floor geodetic observation

永井 悟^{1*}, 田所 敬一¹, 江藤 周平¹, 生田 領野², 渡部 豪¹
Satoru Nagai^{1*}, Keiichi Tadokoro¹, Shuhei Eto¹, Ryoya Ikuta², Tsuyoshi Watanabe¹

¹ 名古屋大学大学院環境学・地震火山, ² 静岡大学理学部
¹RSVD, Nagoya Univ., ²Shizuoka Univ.

プレート境界型地震に関する知見、特に発生準備過程を理解する上では、震源域近傍における時空間解像度の高い地球科学的観測が必要な要素である。日本周辺におけるプレート境界型地震の想定震源域は主に海底下であり、海域における地震及び地殻変動観測がプレート境界型地震に関する理解に大きく寄与するものと考えられる。

海底地殻変動観測は、この10年で飛躍的に進歩をしたものの、その分解能はプレート間運動速度に比べると、十分に精度がよいものではない。そこで、我々のグループでは、海底地殻変動観測システムの高精度化を試みている。その一つとして、海中音速構造の時空間変化を音響測距データのみからどの程度抽出可能かを見積もり、音響トモグラフィといった海中音速構造解析の有効性、今後の観測方法・解析方針等を評価する。

現状の観測で取得している音響測距データは、海底局 - 観測船（もしくは係留ブイ）間の距離計測を目的とした取得のため、3次元の空間変化及び時間変化を同時に全て推定することは困難である。そこで、深さ方向のみの1次元空間変化として、どこまで推定できるかについて、地震学的に多用されている手法を用いて、検討した。手法は Kissling et al.[1994] による連携震源決定法で、本発表で用いたデータは、2009年10月に熊野灘で取得したものである。解析パラメーターのより詳細な検討は必要であるものの、簡易な1次元成層音速構造は推定可能であり、CTD測定といった音速構造の直接観測の結果とも調和的であった。

今後、パラメーターの詳細検討、及び、時空間変化に相当するサブデータ解析を推し進め、本講演では疑似データテストも含めて、解析の有効性、及び、今後の音響測距における観測方法に関して議論する。

キーワード: 海底地殻変動観測, 音響測距, 海中音速構造, 連携震源決定法

Keywords: sea-bottom crustal deformation measurement, acoustic ranging, sound speed structure in ocean, joint hypocenter determination

SCG059-07

会場:105

時間:5月26日 12:15-12:30

海底地殻変動観測と海洋変動について Seafloor geodesy-derived sound speed structure in ocean

木戸 元之^{1*}, 藤本 博己¹, 長田 幸仁¹
Motoyuki Kido^{1*}, Hiromi Fujimoto¹, Yukihito Osada¹

¹ 東北大学 地震・噴火予知研究観測センター

¹ RCPEV, Tohoku University

GPS/音響解析による海底地殻変動観測は、これまでの関連研究グループの努力の結果、測位精度および観測頻度・観測点数が大幅に改善し、すでに地球科学の研究に資するデータを提供できる状態になった。実際、紀伊半島沖地震に伴う地震時変位、宮城県沖での定常変位、宮城県沖地震前後の変位および余効変動など、幾つかの重要なテクトニックな現象を捉えることに成功した。しかし、陸上のGPS観測網が提供するデータと比較すると、海底地殻変動観測が提供するデータは、質・量ともに限定的であると言わざるを得ず、今後より普遍的にデータを得、研究者に提供するには、さらなる測位精度の向上や観測形態の効率化が求められる。

GPS/音響観測による測位精度に影響する要因として、海上局の位置をモニターするキネマティックGPS測位、走時読み取り時の音響波形処理、さらに走時を距離に変換する際の海中音速の不確実性が挙げられる。これまでの観測から、先に挙げた3つの要因のうち、海中音速場の不確実性の影響が最も大きいことが分かってきた。

海中音速場は時間変化する水平成層構造、すなわち音速の深さ方向のプロファイルで良く近似できることが知られている。さらに海底測位に影響するのは、プロファイルの擾乱を深さ方向に積分した、いわゆる鉛直遅延量という一つスカラー量で代表させることができる。実際に、観測形態を工夫することにより、このスカラー量の時間変化を音響測距から推定することに成功し、独立した海洋物理観測との計測値とも良く一致することを確かめた。しかし、推定した鉛直遅延量の補正を施しても、海底局の見掛けの水平位置に20-30cmにも達する時間的な揺らぎが見られ、位置を2-3cmの精度で求めるためには一日以上の長時間わたる観測値の平均をとり、その揺らぎの影響を小さくする必要があった。すでに述べたように今後観測の効率化が必要とされており、一か所の観測に要する観測時間を最小にとどめるためには、この揺らぎの原因とその値を定量的に推定し補正することが重要である。この揺らぎは、海中音速場の時空間変化であると考えられるが、それを限られた走時データで表現するためには、空間変化を単純なモデルで表現する必要がある。空間変化のスケールが大きい場合は、観測点付近では傾斜で近似でき、海底局を追加して走時データを増やすことにより推定可能な事は既に示した。しかし、実際の観測データを見ると傾斜で近似できない変動も多く含まれていることが示唆される。

一方、近年、海洋変動の数値シミュレーションの分解能が飛躍的に向上し、我々がGPS/音響観測で推定した狭いスケールの音速場と、直接比較することが可能になりつつある。先に述べた音速場の水平成層近似である鉛直遅延量は、半日周期で変化する成分を多く含んでいることを観測から明らかにした。さらに、同時に計測した音速プロファイルは半日周期で20mほど上下に振動してたことでも裏付けられている。これは、Niwa and Hibiya (2001)の、半日潮の順圧的な潮流が励起する内部波のシミュレーション結果とよく一致した。さらに長い時間スケールの空間不均質は、海流や渦の影響であると考えられるが、公開されている海洋変動のデータ同化再解析プロダクトであるJCOPE2 (Miyazaki et al., 2009)との直接的な比較が試みている。シミュレーションの分解能と我々が見ている空間スケールとの間にはまだギャップはあるが、時間的な傾向が一致する可能性は高い。本講演では、幾つかの観測例について、海洋物理の研究者によるシミュレーションと比較し、シミュレーションによる予測が、我々の観測精度の向上にどの程度寄与することが期待されるかを議論する。

キーワード: 海底地殻変動観測, データ同化再解析, 内部波, 海中音速

Keywords: seafloor geodesy, data assimilation reanalysis, internal wave, sound speed

SCG059-08

会場:105

時間:5月26日 12:30-12:45

衛星軌道暦の違いに基づく KGPS 解析の精度評価 (続報)

Accuracy evaluation of Kinematic GPS analysis based on the difference of the IGS products (follow-up report)

渡部 豪^{1*}, 田所 敬一¹, 生田 領野², 奥田 隆¹, 永井 悟¹, 江藤 周平¹, 久野 正博³

Tsuyoshi Watanabe^{1*}, Keiichi Tadokoro¹, Ryoya Ikuta², Takashi OKUDA¹, Satoru Nagai¹, Shuhei Eto¹, Masahiro Kuno³

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科, ² 静岡大学理学部, ³ 三重県水産研究所

¹Nagoya University, ²Shizuoka University, ³Mie Prefecture Fisheries Research Inst.

海溝沿いで発生する巨大地震の発生メカニズムを明らかにするためには、陸域の観測データのみならず、震源域近傍、すなわち海域での観測データが非常に重要である。名古屋大学では南海トラフ(熊野灘)・駿河トラフ(駿河湾)でのプレート沈み込み帯における地震発生予測の研究に関連し、GPS/音響結合方式による、海底地殻変動観測を2004年以降繰り返し実施している。この観測では、キネマティックGPS(KGPS)測位によって、観測船の位置を決定し、超音波を用いて観測船と海底に設置されたトランスポンダー間距離の決定する。そして、これら二つの結果を結合することで、海底での地殻変動を観測している。現在の海底地殻変動観測の測位精度は、一回の観測あたり1~5cm、長期的なトレンド推定精度は、約2cm/yrのレベルに達し、観測システムの開発段階から地殻変動実測の段階へシフトしつつある。仮に、時空間的に高密度な観測が行われれば、プレート運動の実測や海溝から陸域に至る連続的な地殻変動を明らかにすることが可能と言える。

そういった状況下、近年においては、海域で発生した地震の地殻変動を海底地殻変動観測により捉えたという例がいくつか報告されている(例えば、Tadokoro et al., 2006)。地震後のより詳細な地殻変動を捉えることは、地球科学的な観点からだけでなく防災の観点からも非常に重要であり、そのためには、陸域と同様に迅速な解析結果を得ることが望ましい。海底地殻変動観測において、迅速な解析結果を得るための改善点として、音響解析等の半自動化や迅速なKGPS解析等が考えられる。そこで、本研究では、後者の迅速なKGPS解析について、IGS(International GNSS Service)から提供されている超速報暦(Ultra rapid orbit)の利用可能性について評価を行った。これまでは、精度上の問題から、精密暦(Final Orbit)を用いていた。ただし、この精密暦が利用できるまでには、約2週間を要する。このような問題に対し、比較的短時間で利用できる速報暦(Rapid Orbit)や超速報暦が、それぞれ1994年・2000年より利用可能であることに着目し、衛星軌道暦の違いに基づくKGPS解析の精度評価を行った。

名古屋大学では、陸上に三カ所のGPS基準局(三重県志摩市・尾鷲市・和歌山県東牟婁郡)を設置している。また、熊野灘に三カ所の海底局(KMN・KMS・KME)を設置し観測を行っている。通常、陸上基準局と海底局とで最短基線を組んで海底局位置の推定を行っている。本研究では、陸上基準局の座標値に関して、Bernese GPS Software(Ver. 5.0)を用いて決定し、KGPS解析については、GrafNav(Ver. 8.0)を用いて解析を行った。なお、GPSデータは0.2秒サンプリングで収録している。陸上三カ所のGPS基準局とKMEを結ぶ基線(それぞれ、56km・86km・109km)について、のべ12日間にわたるKGPS解析を行い、精密暦と超速報暦を用いてそれぞれの解を比較した結果、測位解の差の標準偏差は、基線長に依存して大きくなるものの、最大基線長の109kmでも水平・上下成分ともに1.1mm、バイアスに関して、水平成分2.7~4.2mm、上下成分7.1mmとなり、海底地殻変動観測においては、問題とならない差であることが確認できた。

キーワード: キネマティックGPS, 海底地殻変動, IGS衛星軌道暦

Keywords: Kinematic GPS, Seafloor geodetic observation, IGS products

SCG059-09

会場:105

時間:5月26日 14:15-14:30

海底地震観測のためのレシーバー関数 Receiver function for ocean bottom seismograms

竹中 博士^{1*}, 村越 匠², 岡元 太郎³

Hiroshi Takenaka^{1*}, Takumi Murakoshi², Taro Okamoto³

¹九州大学, ²防衛大学校, ³東京工業大学

¹Kyushu University, ²National Defense Academy of Japan, ³Tokyo Institute of Technology

We introduce a receiver function which is appropriate for ocean bottom seismograms to image the seismic structures below the stations. It is an application of the receiver function proposed by Takenaka and Murakoshi (2010, AGU) for deep borehole records, which is an extension of "S-wavevector receiver function" (SWV-RF), originally introduced for ground surface records by Reading et al. (2003, GRL). Standard receiver function obtained by deconvolving a horizontal record with the vertical record of a teleseismic P wave and its coda, includes the contribution of the sea surface (free surface). The sea surface reflection phases mask the original signals from the subsurface interfaces. The free surface contribution is contained much larger in the down-going components of the seismic wavefields than the up-going ones. The SWV-RF uses only the up-going components, which is defined as the deconvolution of the up-going S-wave component with the up-going P-wave one. In this study we propose a method for extracting up-going P and S waves from the observed seismograms at the ocean bottom stations to calculate the SWV-RFs for borehole and ocean bottom stations based on the structure models from the top to the receiver level. If we have a structure model below the receiver level, we can also calculate the SWV-RFs at any levels (virtual receivers) below the ocean floor. In the presentation we apply this method to synthetic waveform data for a 3D trench-junction model to illustrate the effectiveness of the SWV-RF.

キーワード: レシーバー関数, 海底地震観測, 遠地実体波

Keywords: receiver function, ocean bottom station, teleseismic body wave

SCG059-10

会場:105

時間:5月26日 14:30-14:45

沖大東海嶺南西端から西フィリピン海盆遷移域における地震波速度構造 Crust and uppermost mantle structure of transition between the Oki-Daito Rise and West Philippine Basin

西澤 あずさ^{1*}, 金田 謙太郎¹, 及川 光弘¹, 小原 泰彦¹, 森下 泰成¹

Azusa Nishizawa^{1*}, Kentaro Kaneda¹, Mitsuhiro Oikawa¹, Yasuhiko Ohara¹, Taisei Morishita¹

¹ 海上保安庁

¹ Japan Coast Guard

フィリピン海プレート北西部には、かつて活動的であった島弧が活動を停止して沈降した古島弧と推定されている3つの大規模な海底地形の高まりが存在し、それらは北から南へ奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺と呼ばれている。その南端にある広義の沖大東海嶺は地形的特徴から3つに区分され、それぞれ南東部のN60°W方向に直線状に延びる海嶺(狭義の沖大東海嶺)、北西部の水深2,300m程度の平坦面(沖大東海台)および南西部の高まり(沖大東ライズ)である。沖大東ライズの南西部には、overlapping spreading centerを隔ててその起源が古島弧ではなくプレート内火成活動によって形成されたと考えられているUrdaneta Plateauが存在している。一方、沖大東ライズの南東部は背弧海盆である西フィリピン海盆へと連続している。本報告では、沖大東ライズから南方の西フィリピン海盆への地殻構造の遷移域を地震学的に把握するために実施した速度構造探査の結果を示す。

地震波速度構造探査測線は長さ410kmと200kmの2本の南北測線からなり、測線に沿って海底地震計をおよそ5km間隔で設置し、総容量6,000inch³(98.4liter)のエアガンを200m間隔でショットした。解析では、走時のトモグラフィックインバージョンおよび2次元波線追跡法によるフォワードモデリングを実施した。さらに推定された速度構造モデルに対して理論記象を計算し、観測記録と比較して、最終的な速度構造モデルを求めた。

沖大東ライズから西フィリピン海盆に向かって、地殻の厚さは14kmから6kmへと薄くなっており、それは主に沖大東海嶺下の下部地殻の厚さの変化に対応している。下部地殻の速度は、地殻内を伝播した後続波の走時から精度良く推定することができ、モホ面直上では7.2-7.3km/sとなり、中央海嶺で生成された典型的な海洋地殻と比較してやや速めである。最上部マントルの速度は、沖大東ライズ下では7.9km/sであるがさらに南下すると8.4km/sを越え、より東方の沖大東海底崖北部の海盆底で得られた値と同程度のPnとしては高速な値となる。

沖大東ライズ南方における西フィリピン海盆下の地殻の速度構造と典型的な海盆の構造との違いとして、本調査域では上部地殻に5km/s程度の速度勾配の小さい層が厚さ1-2km程度存在している点があげられる。また、モホ面下5-10km付近からの反射波と推定される振幅の大きな信号が観測された。以前実施した沖大東海台と沖大東ライズを結ぶ地震探査測線では、さらに深部(モホ面下30km程度)からの反射波を観測しており、このような深部反射波の存在はこの地域の局所的な特徴を示している。

キーワード: 沖大東海嶺, 沖大東ライズ, 地震波速度構造

Keywords: Oki-Daito Ridge, Oki-Daito Rise, West Philippine Basin

SCG059-11

会場:105

時間:5月26日 14:45-15:00

伊豆・小笠原・マリアナ海洋性島弧の高い地殻生成率 Extremely high crustal production rate of the Izu-Ogasawara-Mariana intra-oceanic arc

高橋 成実^{1*}, 巽好幸¹, 小平秀一¹, 三浦誠一¹, 佐藤壮¹, 山下幹也¹, 野徹雄¹, 瀧澤薫¹, 野口直人¹, 海宝由佳¹, 金田義行¹
Narumi Takahashi^{1*}, Yoshiyuki Tatsumi¹, Shuichi Kodaira¹, Seiichi Miura¹, Takeshi Sato¹, Mikiya Yamashita¹, Tetsuo No¹,
Kaoru Takizawa¹, Naoto Noguchi¹, Yuka Kaiho¹, Yoshiyuki Kaneda¹

¹(独) 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

The crustal structures across the Izu-Ogasawara-Mariana arc, obtained by Japan Agency for Earth-Marine Science and Technology (JAMSTEC), provides an estimate of the average crustal production rate since 50 Ma. It has been well established that continental crusts have been created as the middle crust of the Izu-Ogasawara-Mariana arc with P-wave velocity of 6.0-6.5 km/s (Suyehiro et al., 1996; Takahashi et al., 2007); however, the production rate of this 'continent' has been still unknown yet. The crustal volume can be calculated by crustal structures obtained by seismic surveys, however, a part of the crustal materials are transformed into mantle through differentiation of crustal materials (Takahashi et al., 2007). Based on a model of Tatsumi et al. (2008), we estimated volumes of transformed crustal materials and calculated the total volumes of arc materials. As shown by distribution of high velocity lower crust beneath the eastern half of the Shikoku Basin, the arc volcanisms also occurred on oceanic crusts produced by backarc opening in the past and the crust has been overprinted by the arc activities after stop of the backarc opening. We, therefore, identified the eastern end of the original oceanic crust using magnetic lineation pattern (Okino et al., 1994) and removed volumes of the oceanic crust from total ones of arc crustal materials. It is then suggested that the total volume of crustal materials across the Izu-Ogasawara-Mariana arc is over 16,000 cubic kilometers per one kilometer. The total volume is higher in the northern Izu-Ogasawara arc and smaller in the southern part. We assumed the volumes of the Kyusyu Paleo Ridge as the remnant arc, and found that the crustal production rate of the oceanic arc is unexpected high value. In this presentation, we introduce crustal image across the arc and the detailed scenario derived the result.

キーワード: 海洋性島弧, 地殻構造, 島弧進化, 海底地震計, 構造探査

Keywords: oceanic crust, crustal structure, arc growth, OBS, seismic survey

SCG059-12

会場:105

時間:5月26日 15:00-15:15

フィリピン海プレート創成過程復元と島弧創成メカニズムの解明 Tectonic reconstruction of initial stage of Philippine Sea Plate formation

石塚 治^{1*}, 山崎 俊嗣¹, 荻津 達¹, 田村 芳彦², 谷 健一郎², 針金 由美子³, 坂本 泉⁴, 佐々木 智弘⁵, 片山 陽平⁴, 住澤 潤樹⁴, 志多伯 龍一⁴

Osamu Ishizuka^{1*}, Toshitsugu Yamazaki¹, Ogitsu Itaru¹, Yoshihiko Tamura², Kenichiro Tani², Yumiko Harigane³, Izumi Sakamoto⁴, tomohiro sasaki⁵, Youhei Katayama⁴, Junki Sumizawa⁴, Ryuichi Shitahaku⁴

¹産総研, ²海洋研究開発機構, ³金沢大学, ⁴東海大学, ⁵筑波大学

¹GSJ/AIST, ²JAMSTEC, ³Kanazawa University, ⁴Tokai University, ⁵Tsukuba University

Recent research in the Izu-Bonin-Mariana (IBM) forearc revealed volcanic section representing earliest record of IBM arc magmatism (e.g., Ishizuka et al., 2006; Reagan et al., 2010). The obtained stratigraphy combined with petrological, geochemical and geochronological study led us to propose a model for subduction initiation along this arc (Ishizuka et al., 2006). This model assumes spontaneous subduction of old and cold, thus, with higher density plate begins to sink beneath younger and hotter plate with lower density (Stern, 2004). This model for subduction initiation, however, has not been tested from a tectonic point of view. To do this, it is necessary to reconstruct tectonic environment at c. 50 Ma and before of Philippine Sea region.

R/V Yokosuka YK10-14 cruise investigated Palau Basin and southern part of West Philippine Basin (WPB) to obtain crucial geological and geophysical data for reconstruction of one of the oldest parts of the Philippine Sea Plate.

Bathymetric and geomagnetic survey in the Palau Basin and southern WPB revealed: 1) Topographic fabric associated with the seafloor spreading can be recognized in the southern WPB. The strike of the topographic fabric in the northern part near the Central Basin Fault is close to E-W, whereas that of the southernmost part is nearly NW-SE, which suggests that the spreading direction of WPB changed clockwise with time. 2) The topographic fabric and magnetic lineations near N-S strike can be recognized in the Palau Basin, suggesting seafloor spreading of E-W direction. This fabric in the Palau Basin curves eastward in the vicinity of the Mindanao Fracture Zone (MFZ). 3) A trough of unknown origin runs WNW-ESE near 5°N, 130°E. 4) Southern and eastern part of the Palau Basin is occupied by numerous seamounts.

Main targets of dredge sampling were: 1) oceanic crust of the oldest part of WPB. 2) oceanic crust of Palau Basin exposed along the fracture zones. 3) volcanic structure within the Palau Basin. 4) basement of Southern Kyushu-Palau Ridge (KPR) which corresponds to the eastern margin of the Palau Basin.

Sampling of the Palau Basin crust along the MFZ, which separates the Palau Basin from WPB, was conducted in 2 regions. One is at c. 130°E, where seafloor in the Palau Basin is relatively deep (generally deeper than 6000m) and shows series of abyssal hills trending N-S to NE-SW. The other region, east of the first one, has much shallower basin floor of 4500 - 4000 m deep. Dredge hauls in these region successfully recovered pillow lava blocks of mainly aphyric basalt with remaining fresh glass rind and olivine-rich dolerite. Sampling of crustal materials in the Palau Basin was also conducted at WNW-ESE trending trough in the middle part of the Basin near 5°N, and recovered olivine basalt with some fresh glass.

Southern part of the Palau Basin is characterized by abundant NE-SW-trending ridges crosscutting N-S-trending abyssal hills. Clinopyroxene-olivine basalts were mainly recovered from these ridges. They are distinct in petrography from basalts from the Palau Basin along the MFZ, but similar to those from near 5°N.

The oldest part of ocean crust of WPB was sampled at the NW-SE-trending scarp at c. 8°26'N. Pillow lava blocks of aphyric basalt were recovered. These samples will provide first reliable age constraint in the southern WPB which can be linked with magnetic anomaly data obtained during this cruise.

In southernmost part of the KPR, eastern escarpment of a ridge between main KPR crest and the Palau Trench was dredged to recover basement of the KPR. This dredge recovered the metamorphic rocks including amphibolites, amphibole schist and siliceous schist, which implies occurrence of non-oceanic crust.

Preliminary geochemical data indicate that basalts from the Palau Basin and the WPB have characteristics of MORB-like backarc basin basalt. Details of geochemical data and ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages will be reported in this presentation.

Keywords: Palau Basin, subduction initiation, West Philippine Basin, tectonic reconstruction, ArAr age, magnetic anomaly

SCG059-13

会場:105

時間:5月26日 15:15-15:30

地滑りが作る、熱流量異常・間隙水化学組成異常の空間的差異：南海トラフ室戸沖の変形フロント

Landslide-related decoupled anomalies of heat flow and pore water chemistry: Nankai Trough off Muroto

川田 佳史^{1*}, 木下 正高¹, 土岐 知弘², 比嘉 良作², 笠谷 貴史¹

yoshifumi kawada^{1*}, Masataka Kinoshita¹, Tomohiro Toki², Ryosaku Higa², Takafumi Kasaya¹

¹ 海洋研究開発機構・地球ダイナミクス領域, ² 琉球大学理学部

¹JAMSTEC-IFREE, ²University of the Ryukyus

概要

湧水の分布と地形との相関を確かめるために、南海トラフ室戸沖において、目視観測、熱流量測定、および堆積物コア採取を行った。断層の出口を横切るような測線を取り、10点の熱流量測定と6点のコア採取は近接した場所で行った。測定の結果、化学組成の異常と生物の分布は一致しているが、熱流量異常はこれと必ずしも一致しないことが分かった。地形図と目視観測からは、異常の空間的分離には地滑りが寄与していることが示唆される。

はじめに

南海トラフ室戸沖において、湧水が盛んに起こる変形フロント付近には厚さ約1 kmの付加体が形成されている。この付近には、沈み込みの軸に直交するように、1 km周期で階段状の地形が形成されている。階段の一段は、幅600-800 mのやや陸側に傾斜した平らな領域と、高さ100 m・幅400-200 mの海側を向いた急斜面からなる。地震探査からは、斜面の登り口の付近に断層の出口があることが示唆される。深部からの流体の湧出はこの断層沿い起こると考えられているが、出口付近の詳細は良く分かっていない。

本研究では、湧水と地形との関連を探るべく、海側から数えて2番目の断層 (secondary frontal thrust) を横切る測線上で密な観測を行う。とくに、地位上行われる目視観測と熱流量測定だけでなく、間隙水化学成分の測定を組み合わせることで、湧水の分布をより詳細に把握することを目標とする。

観測

2008年10月のKR08-13航海において、secondary frontal thrustの出口と直交する測線上で、ROV 'KAIKO II' による10点の熱流量測定および6本のコア採取を行った。熱流量は、地中の温度勾配と既知の熱伝導率を掛けて得る。温度勾配は、温度計アレーが付いた槍を堆積物に突き刺すことで得る。採取したコアからは、船上で5 cm間隔で間隙水を絞り出し、下船ののち琉球大学などで分析を行った。

観測結果

観測は4種類に分類することが出来る。今回の観測で得られた温度勾配はいずれの場所でも直線的であり、今度勾配から湧水の速度を決めることは出来ない(少なくとも $1e-9$ m/s以下であろう)。

(1) ODP hole 808I近傍の平らな場所では、広域の熱流量とほぼ同じ値が得られた。間隙水に異常は見られず、また生物の存在も確認できなかった。

(2) 斜面の登り口は窪地になっており、この場所では 250 mW/m²という高熱流量値を得た。間隙水異常の程度は弱いものの、いくつかの成分は808Iよりも続成作用が進んでいることを示唆する。生物は確認できなかった。

(3) 斜面の途中には地滑りで滑落した後が視認され、斜面上の一点で 120 mW/m²という低熱流量を得た。間隙水の組成は、斜面の登り口で得られたものとほぼ同じであった。ここでも生物の存在は確認できなかった。

(4) 斜面を40mほど登ったテラス上の場所では、 200 mW/m²という高い熱流量を得た。ここではチューブワームやシロウリ貝などの生物群集を確認した。間隙水組成は、生物の存在に呼応すべく、メタンや硫酸イオンなどで高い異常を示した。

結果の解釈

シロウリ貝サイト(4)で観測された間隙水化学組成および熱流量の異常は、この場所での顕著な湧水を示唆する。一方、斜面登り口の窪地付近(2)では熱流量異常のみがあり、間隙水の異常はなく生物も存在しない。この場所の高い熱流量異常は地形効果の除去のみでは説明できないため、直接の湧出ではないかもしれないが、湧出の影響を間接的に受け

ている可能性を示唆する。

今回得られた結果によると、湧水や熱流量の分布は地滑りと明瞭な関連がある。地形断面図では斜面の上半分と下半分では角度が異なり、斜面上の地滑りの存在が推定される。この地滑りによる堆積物が斜面の下半分を埋めていることにより、斜面上の熱流量は低く抑えられ、かつ地震波で推定される断層の出口そのもの(斜面登り口の窪地)からは湧水が起こらない、と考えることが出来る。他方、斜面の上半分は地滑りが堆積物を除去した場所であり、断層では出られなかった水が層理面や割れ目などを通して斜面を登って最終的に湧出すし、その結果熱流量や化学組成の異常が生じると考え得る。

斜面登り口の高い熱流量に関しては、今回の観測では確定的なことは言えない。一つの可能性は、地滑り堆積物の直下までは断層を伝ってきた水が来ていることである。もう一つの可能性は、窪地が底層流によって常に現れているために、見かけ上熱流量が高くなっているというものである。今後、湧水の直接測定、および地形・熱流量の長期観測が行われることが望まれる。

キーワード: 南海トラフ, 熱流量, 付加体, 地滑り, 間隙水, 室戸沖

Keywords: Nankai Trough, heat flow, accretionary prism, landslide, pore water, off Muroto

SCG059-14

会場:105

時間:5月26日 15:30-15:45

鬼界カルデラおよび薩摩硫黄島長浜湾における地形と地質構造 Topography and structures of Nagahama bay of Satsuma Iwo-Jima island and Kikai Caldera

清川 昌一^{1*}, 大岩根 尚³, 中村 恭之², 亀尾 桂⁴, 上芝 卓也¹

Shoichi Kiyokawa^{1*}, hisashi Oiwane³, Yasuyuki Nakamura², Katsura Kameo⁴, Takuya Ueshiba¹

¹九州大学 地球惑星科学, ²国立極地研究所, ³Jamstec IFREE, ⁴東京大学 大気海洋研究所

¹Kyushu University, ²National Institute of Polar Research, ³Jamstec IFREE, ⁴Atmosphere and Ocean Research Institute

鬼界カルデラは、薩摩半島より南方約 50km に位置し、東西約 23km、南北 16 km の楕円形をした海底カルデラである。鬼界カルデラは 7300 年前の広域テフラであるアカホヤ火山灰をもたらした大噴火により形成されたと言われている。現在、北部には外輪山の一部である薩摩硫黄島、竹島が露出する。特に薩摩硫黄島では、活火山硫黄岳が活動しており、島周辺部では温泉が湧出し海水は褐色や乳白色を提出している。特に長浜湾は外輪山の内側にある入り江で、鬼界カルデラ海底谷が陸上に露出している場所にあたる。人工的に非常に閉鎖された環境ができており、温泉水に含まれる Fe²⁺イオンの酸化により海水が濃い赤褐色になっており、湾内には大量の鉄沈殿物が堆積している。ここでは、鉄沈殿物のモダンアナロジーを具体的に解析可能である。一方、熱水活動を伴う海洋性カルデラは、大陸地殻が少なく海洋性島弧が形成付加を繰り返す、太古代グリーンストーン帯にて多く報告されている。熱水活動が陸上で確認でき、そのほとんどが海底に没する鬼界カルデラの地質構造や堆積作用は、太古代の海洋性カルデラ復元に具体的なヒントを与えてくれる。

本報告では、1) 鬼界カルデラの地質構造、2) 薩摩硫黄島長浜湾およびその周辺部の海底地形、についての 2010 年に行った音波探査をもとにした新事実を報告する。

調査概要

1) 鬼界カルデラ: 2010 年 6 月に淡青丸 KH-10-18 航海にて、鬼界カルデラのマルチチャネル音波探査を行った。鬼界カルデラの地形は海上保安庁が平成 17-20 年度にかけてマルチビーム測深器により詳細な海底地形図を作成しており、この地図を参照しながら測線を決定した。本地域は小野ほか(1982)以来音波探査記録は報告がない。カルデラ内の谷内にて 1 カ所マルチプルコアを取得した。

2) 薩摩硫黄島・長浜湾: 2010 年 9 月に(株)ウインディーネットワークおよび(株)東陽テクニカの協力により長浜湾内とその周辺部の海底地形調査を行った。そこでは、浅海用のマルチビーム測深器 SeaBat および海底 2 周波音響カメラ DIDISON を使用した。

結果

1) 鬼界カルデラは、今までに古期カルデラと新期カルデラが識別されており、最深約 600 m の谷は新期カルデラ谷と考えられている。今回の調査で、東側には古期カルデラ壁が顕著に確認でき、傾動した古期カルデラブロック上には、外輪山方向に傾いた厚い堆積層が重なっている。また、カルデラ内側への滑り込み組織である、リトリック正断層が鮮明に見られる。東側は崩壊・侵食作用が進んでおり中央火口丘や東側斜面には、多くの侵食谷が見られる。しかし、約 600m の最深部には厚い堆積層は見られず、海流による侵食作用が起こっていると考えられる。カルデラ海底谷はしまっており砂層になっていると考えられる。部分的に半遠洋性のシルトが堆積しており、熱水活動の痕跡は今のところ認められない。

2) 薩摩硫黄島・長浜湾は船泊 West-site では入り口地から堤防にかけて、約 7 m の段差があり、その側面から上部にかけて 1-2 m のコニカルなマウンドが密集し、3 つの大きなマウンドを形成していることを確認した。また、砂地にも 10cm 程度の小さなマウンドが多数あった。長浜湾は、20 年前の海岸線に船泊を形成するときに大きな工事をを行い、基盤の地層を 7 m ほど掘っており、その地層面沿いに大量の熱水が噴出して、チムニーマウンドを形成したと考えられる。また、現在では熱水は船泊の海底の広い範囲から湧出していると考えられる。また、East-site は 2009 年 7 月に表層 1 m の堆積物の浚渫が行われたが、今回の調査で海底にすでに小さなマウンドが観測されており、熱水活動による鉄マウンドは年間数 cm の早さで形成していると考えられる。

キーワード: 薩摩硫黄島, 鬼界カルデラ, 鉄沈殿物, リトリック正断層, 斜面崩壊

Keywords: Satsuma Iwo Jima, Kikai Caldera, iron deposit, listric normal fault, sliding

鹿児島県薩摩硫黄島長浜湾の鉄堆積物と10年間の気象データとの相関 Relation between sediment and meteorological event for 10 years in Nagahama Bay, Satsuma Iwo-Jima Island, Kagoshima

上芝 卓也^{1*}, 清川 昌一², 永田 知研¹, 二宮 知美¹, 小栗 一将³, 伊藤 孝⁴, 池原 実⁵, 山口 耕生⁶, 後藤 秀作⁷
Takuya Ueshiba^{1*}, Shoichi Kiyokawa², Tomoaki Nagata¹, Tomomi Ninomiya¹, Kazumasa Oguri³, Takashi Ito⁴, Minoru Ikehara⁵, Kosei E. Yamaguchi⁶, Shusaku Goto⁷

¹九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻, ²九州大学大学院理学府地球惑星部門, ³独立行政法人海洋研究開発機構, ⁴茨城大学教育学部, ⁵高知大学海洋コア総合研究センター, ⁶東邦大学, NASA Astrobiology Institute., ⁷産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門

¹Kyushu University, ²Kyushu University, ³JAMSTEC, ⁴Ibaraki University, ⁵Marine Core Research, Kochi University, ⁶Toho University, ⁷GSJ, AIST

鹿児島県薩摩硫黄島は薩摩半島から南に約40kmの場所に位置し、活火山である流紋岩質の硫黄岳を持つ、東西約6km、南北約3kmの島である。島の南部には長浜湾と呼ばれる半閉鎖的な湾が存在する。湾内の海水は、湧出する温泉水の成分である鉄イオンが海水と反応を起こして形成した水酸化鉄粒子によって赤褐色を呈する。また、湾内の堆積物は鉄沈殿物の含有率が高いことが知られている(Ninomiya and Kiyokawa 2009)。本研究の調査地である長浜湾は、水中の水酸化鉄が堆積する特異な環境が形成されている。鉄物質がどのように堆積し、また、堆積物中にどのような情報が残されているのかを理解するために、長浜湾において堆積物コアを採取し、これらの試料と環境情報との比較を行った。

長浜湾の環境について：長浜湾はT型の防波堤により東西二つの船溜まりに分断されている。本研究では、これらの船溜まりをW-siteとE-siteに分けた。2000年と2004年にW-siteの防波堤が拡張され、2006年に海水の出入り口を塞ぐように長浜湾入り口に巨大な防波堤が建設された。特にW-siteは1998年3月に実施された浚渫以降、約1.5mの堆積物が堆積しており、約10年間の堆積記録が保存されている。そして、三島村役場硫黄島出張所に残されていた10年間の気象、及び降灰の記録と堆積物コアについて比較検討を行い、鉄沈殿物の堆積の時期及び要因を調べた。

1) コア解析：2009年の調査においてE-siteで1本・W-siteで5本、2010年にW-siteで6本の堆積物コアをそれぞれ採集した。これらのコアは水酸化鉄層、砂層及び火山灰層で構成されており、堆積物の特徴から4つのユニットに分類した。最下部に位置する基盤ユニットは荒い砂層であり、下部ユニットは水酸化鉄層と、厚さ約1~7cmのピンク色の火山灰層[T1]からなる。中部ユニットは水酸化鉄層を主とし、厚さ約2~8cmの灰色の火山灰層[T2]、約1~9cmの灰色の火山灰層[T3]が含まれた。このユニットの中にはT2及びT3以外の、薄い火山灰の層も数枚確認された。上部ユニットは有機物に富む厚い砂層と、水酸化鉄層が堆積する層がみられた。鏡下及び電顕観察の結果、水酸化鉄層は1µm以下の水酸化鉄粒子からなり、砂層は陸源砕屑物や火山ガラス及び水酸化鉄粒子、火山灰層は主に火山ガラスで構成されることが明らかになった。

2) 火山活動：薩摩硫黄島における降灰は、1997年9月(Shinohara, 2002)~2004年10月(気象庁, 2010)の間に、断続的な降灰が記録されており、長浜湾に数ミリメートルの火山灰の堆積があったとされる。しかし、2004年10月以降は硫黄岳の活動は弱まり、長浜湾における降灰は確認されていない。

3) 気象記録：薩摩硫黄島における2000年3月~2010年3月の降水量、気圧、風速、風向及び台風のデータについて解析を行った結果、降水量及び台風について、それぞれ3回の大イベントが明らかになった。降水量については、梅雨時の集中豪雨に伴う極大値が1)2000年(降水量189mm/day)・2)2001年(124.5mm/day)・3)2002年(122mm/day)にそれぞれみられた。台風については最大瞬間風速40m/sを超える強い台風が1)2004年(40.3m/s, 54.3m/s及び44.6m/sの3回)、2)2005年(43.4m/s)及び3)2007年(50.2m/s)に観測された。また、2006年は台風の接近が確認されず、2003年及び2007年は降水量40mm/dayを超える日が無く非常に降水量が少なかった。

浚渫工事の記録、コアの分析結果と噴火及び気象データの解析結果から、1)基盤直上の堆積物は1998年3月以降に堆積したと特定した。2)火山灰層T1, T2及びT3をそれぞれ2000年・2001年・2002年の梅雨における集中豪雨に伴った火山灰の再堆積によると推定した。3)上部ユニット下部の砂層は2004年の集中的な台風の通過に伴うと考えられる。砂層の直下にも火山灰層を確認したが、2004年10月までの降灰の記録と調和的であった。

キーワード: 硫黄島, 熱水, 鉄堆積物, 気象, 鬼界カルデラ

Keywords: Iwo-Jima Island, hydrothermal water, ferric sediment, weather, Kikai caldera

鹿児島県・薩摩硫黄島長浜湾における熱水活動と鉄沈殿環境の解明 HYDROTHERMAL ACTIVITY AND IRON SEDIMENTATION IN NAGAHAMA BAY, SATSUMA IWO-JIMA ISLAND, KAGOSHIMA

永田 知研^{1*}, 清川 昌一¹, 池原 実², 小栗 一将³, 後藤 秀作⁴, 伊藤 孝⁵, 山口 耕生⁶, 上芝 卓也¹

Tomoaki Nagata^{1*}, Shoichi Kiyokawa¹, Minoru Ikehara², Kazumasa Oguri³, Shusaku Goto⁴, Takashi Ito⁵, Kosei E. Yamaguchi⁶, Takuya Ueshiba¹

¹九州大学, ²高知大学, ³海洋研究開発機構, ⁴産業技術総合研究所, ⁵茨城大学, ⁶東邦大学

¹Kyushu University, ²Kochi University, ³JAMSTEC, ⁴GSI, AIST, ⁵Ibaraki University, ⁶Toho University

薩摩硫黄島は、薩摩半島南端部より南約38kmに位置する東西約6km、南北約3kmの火山島である。この島は、鬼界カルデラ(東西約23km、南北約16km)の北西端に位置する。硫黄岳山麓の海岸では温泉が多く湧出している。カルデラ壁内ではこれらの温泉水が外洋水と混合することで、温泉周辺の海水は褐色～乳白色を呈しており、特徴的なのは、島内南西部の長浜湾である。ここではFe²⁺イオンに富む弱酸性の温泉水が湧出しており、Fe²⁺イオンの酸化により湾内の海水が赤褐色に変色している(四ヶ浦, 2001)。また、長浜湾では、防波堤の存在によって、波や流れの影響が小さい半閉鎖的な環境が形成されている。湾内には満ち潮時に外洋水が海底部を通して進入しているが(Ninomiya and Kiyokawa 2009)、海底には鉄沈殿物の堆積が確認されている。

本研究では、長浜湾での鉄沈殿作用がどのような環境で行われているかを理解するため、湾内の環境調査及び堆積物の採取と解析を行なうと共に、湾内の海水表面変色域を支配する主要因の推考を行った。

手法 1) 湾内堆積物のコア試料の側方対比及び分析(記載・CTスキャン・XRF・XRD)

2) 定点温度計を用いた海底温度の推移及び潮汐・風向・風速データの解析

3) 陸上定点観測カメラ(OGURIKU)による潮汐及び海水の色の変化の観察

調査結果及び考察 1. コア試料: 長さ1mのコア試料を6本採取した。湾内は防波堤によって東側、西側に仕切られる。そのうち西側の5本のコア試料から以下の層序を復元した。1) 上層部: 最上部から約5cmは柔らかく流動する部分を含む鉄沈殿物層, 層厚約15cmの有機物に富む砂層, 2) 中部層: 8~20cmの含水率の低い鉄沈殿物層, 約5cmの細粒で有機物に富む火山灰層と, 約9cmの最も赤い薄層を含む鉄沈殿物層, 3) 下部層: 厚さ約6cmの密度が最も高い火山灰層と, 特徴的なピンク色の火山灰層, 及び約15cmの鉄沈殿物層, 4) 基盤の粗い砂層: コア試料側方対比より, 砂層は西側付近の川からの流れ込みによる再堆積層である事が推測できる。さらに西側の流れの速い地点においては, 流れ込みによる再堆積層が厚く, 鉄沈殿物層が薄くなっており, より攪拌を受けやすい地点では堆積物層の一部欠落が確認できた。CTスキャン・3D解析からは鉄沈殿物層, 及び火山灰層からなる斜交層理が確認できた。火山灰層には斜交層理が発達しており, 上方細粒化していた。この事より火山灰層は波および流れの影響を受けている。一方, 鉄沈殿物層には斜交層理は見られず静穏時に堆積したと思われる。コア試料のXRF/XRD分析および電子顕微鏡観察からは鉄沈殿物層における鉄の含有量は最大で25%を示し, 細粒非晶質の水酸化鉄であることが示唆された。それに加え, Fe-Al-Zrの三角ダイアグラムでは, 鉄沈殿物層はFe含有率が高く静穏時の温泉由来の堆積層, 砂層はAl含有率が高く火山岩起源の砂を供給する付近の河川からの再堆積層, 火山灰層はZrの含有率が高く港付近の川に降下した後に流された再堆積層であると考えられる。

2. 定点温度計と潮汐: 2008/07/11~2009/01/08の182日間, チムニーマウンド内部の温度変動を計測したところ, 干潮時に高く(約46℃)満潮時に低い値(約40℃)を示し, 潮汐に関係していることがわかった。堆積物中の温泉水は季節に関係なく年間を通して潮汐の影響による一定幅の温度変化を示した。満潮時に温度が低く, 干潮時に温度が高くなり, 小潮時に温度差が最小, 大潮時に最大という相関が確認できた。つまり, 温泉水の湧出量は基本的に湾内に海水が流入する量の増減に反比例していると考えられる。

3. 陸上定点観測と風向: 2009年10月の満潮時・干潮時に撮影した写真の観察結果から, 湾内の海水表面変色域の分布は, 風向の影響を強く受ける事が明らかになった。北風時は外洋水が侵入し湾内に青色部分の割合が拡大し, 南風時はより赤色部分が拡大した。外洋から港の奥方向に吹く南風が鉄沈殿物を含む変色海水を湾内に留める働きをしていると考えられる。

結論 コア試料の解析より, 長浜湾西側の堆積物は, 静穏時の鉄沈殿物層と大雨時の付近の川からの流れ込みによる砂層・火山灰層との互層となっている事が示唆された。定点温度計の温度推移および潮汐変動と風向を比較すると, 温泉水の湧出量に関しては潮汐が, 海水表面変色域については風向が主要因となっている可能性が高い。長浜湾における細粒鉄質物(水酸化鉄)は, 台風による攪拌作用や大雨による流れ込みによる再堆積の影響を強く受けるが, 比較的静穏な環境で温泉水の供給のある1)小潮と2)南風の環境時においては, 特に沈殿が最も進み地層に記録されやすくなると

考えられる。

キーワード: 熱水活動, 鉄堆積

Keywords: Hydrothermal activity, Iron sedimentation

SCG059-17

会場:105

時間:5月26日 16:30-16:45

中央インド洋熱水系総合探査報告 –水素の大河の全貌–

Hydrothermal exploration along the Central Indian Ridge - background and impacts of a hydrogen-rich hydrothermal system

沖野 郷子^{1*}, 浦 環³, 砂村 倫成³, 佐藤 暢⁴, KH-10-6 乗船研究者一同¹

Kyoko Okino^{1*}, Tamaki Ura³, Michinari Sunamura³, Hiroshi Sato⁴, KH-10-6 Scientists¹

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 東京大学生産技術研究所, ³ 東京大学大学院理学系研究科, ⁴ 専修大学

¹ AORI, University of Tokyo, ² IIS, University of Tokyo, ³ EPS, University of Tokyo, ⁴ Senshu University

The Kairei Hydrothermal Field (KHF) is located at the southern end of the Central Indian Ridge (CIR), near the Rodriguez ridge triple junction. The KHF was discovered by ROV Kaiko in 2000, based on the preceding report of hydrothermal plume anomaly detected in Hakuho-maru KH-93-3 cruise in 1993. The fluids venting from the KHF are characterized by its high concentration of hydrogen, and a hydrogen-based hyperthermophilic subsurface lithoautotrophic microbial ecosystem was confirmed by Takai et al. [2004]. The hydrothermal vent lies on basaltic lava area on the shoulder of ridge axial wall, on the other hand, gabbro and ultramafic rocks are discovered around the KHF [e.g., Kumagai et al., 2008; Nakamura et al., 2009]. The recent submersible dive discovered a group of dead chimneys on the hill north of the KHF, where peridotite is widely exposed. Previous studies on other hydrogen-rich hydrothermal systems inferred that they may be related to the serpentinization of lower crust and/or mantle rocks and be controlled by detachment faulting, however the integrated study based on detailed field observations have not been done. The microbiological production and its impact on deep-sea ecosystem of hydrogen-rich hydrothermal plumes are unknown. The objectives of KH-10-6 cruise (23 Nov. 2010 - 13 Dec. 2010) are, 1) to verify the hypothesis that hydrogen-rich KHF is controlled by the ambient crustal structure and the chemical composition of lithosphere, 2) to estimate the chemical and microbiological fluxes from KHF to seawater through hydrothermal plumes, and 3) to quest an unknown hydrothermal field on the rise, tentatively called Yokoniwa Rise, north of the KHF. During 21 days operation, we conducted one successful AUV dive, 22 dredge hauls, 10 CTD tow-yo surveys, 3 CTD vertical casts, 4 VMPS and 1 MTD plankton net. Total 800 miles of surface geophysical mapping was also done and a 80 miles of deep-tow magnetic profile was obtained. The preliminary results are, 1) A r2D4 #68 dive was done successfully above the Yokoniwa Rise north of the KHF, where the dead chimneys on ultramafic exposure were discovered in 2009. High-resolution side scan image and interferometric bathymetry was obtained with data of chemical and physical sensors. The attached magnetometer could detect the positive anomaly on the dead chimney area. 2) Surface geophysical mapping revealed the detailed feature of CIR-4 segment, where no previous data existed. The result will improve our understanding of spreading history and structural segmentation of the CIR, and will provide a key to consider the tectonic setting of the EHF. 3) Total 80 mile of deep-tow magnetic profile was obtained across CIR-1 segment. The detailed spreading history since 2 Ma was revealed, that will constrain the evolution of detachment faults around the KHF. 4) A number of lower crust / mantle materials were collected around the KHF. Focused dredge hauls on the Yokoniwa Rise will lead us a reliable model of Yokoniwa formation. 5) Systematic sampling of mid-ocean ridge basalts with fresh glass along the ridge axis will provide a good opportunity to study the mantle heterogeneity beneath the southern CIR. 6) Total ten CTD tow-yo surveys and three vertical casts could reveal the spread of hydrothermal plumes and their chemical and physical properties around the Kairei and Edmond Hydrothermal Fields. The anomalies of pH, turbidity, alkalinity, Mn, CO₂ and DO were detected around the KHF. Very high concentration of hydrogen was also confirmed. 7) Newly developed pH sensor and turbidity meter were attached to the wire during most of dredge hauls and plankton net operations. Distinct turbidity anomalies were detected at some sites, that could prove the effectiveness of 'dredge-attached' sensors. 8) Approximately double-dense microbial cell density was detected within the hydrothermal plume above the KHF. The detailed distribution will provide a new insight into microbiological flux through the plume.

Keywords: hydrothermalism, Central Indian Ridge, tectonics, petrology, hydrothermal plume

SCG059-18

会場:105

時間:5月26日 16:45-17:00

中央インド洋海嶺南部の中央海嶺玄武岩とマントルカンラン岩ー KH-10-6 航海で採取された岩石類ー

MORB and mantle peridotite along southern Central Indian Ridge: Preliminary results of dredge during KH-10-6 cruise

佐藤 暢^{1*}, 中村 謙太郎², 針金 由美子³, 吉崎 もと子⁴, 高丸 涼⁵, 田中 悠一朗⁶

Hiroshi Sato^{1*}, Kentaro Nakamura², Yumiko Harigane³, Motoko Yoshizaki⁴, Takamaru Ryo⁵, Tanaka Yuichiro⁶

¹ 専修大学経営学部, ² 海洋研究開発機構, ³ University of Houston, ⁴ 東京工業大学大学院理工学研究科, ⁵ 金沢大学自然科学研究科地球環境学専攻, ⁶ 東京大学工学部システム創成学科

¹ Senshu University, ² PEL, JAMSTEC, ³ University of Houston, ⁴ Tokyo Institute of Technology, ⁵ Kanazawa University, ⁶ The University of Tokyo

Two active hydrothermal systems, Kairei and Edmond, are found along the Central Indian Ridge (CIR) with intermediate spreading rate (~ 48 mm/year). These hydrothermal system show distinct geochemical signature in their vent fluids. The former, Kairei Hydrothermal field (KHF), is characterized by hydrogen-rich hydrothermal activity (Gamo et al., 2001, EPSL), and it is located at the first segment of CIR. The latter, on the other hand, Edmond Hydrothermal field, show normal or lower hydrogen concentrations (Gallant & Von Damm, 2006, G3), and it is located at the 3rd segment of the CIR.

Recent investigations revealed that the origin of high hydrogen concentrations of the KHF is related to the serpentinization of olivine-bearing mafic to ultramafic rocks, which are exposed around the KHF (Kumagai et al., 2008, Geofluids; Nakamura et al., 2009, EPSL). However, these rocks are collected only from eastern side of the KHF, and detail distributions of olivine-bearing mafic to ultramafic rocks around the KHF was still uncertain.

In KH-10-6 cruise, we performed 10 dredge operations around the KHF in order to reveal the geology of the north of the KHF. Further 12 dredge operations are performed from 1st to 4th segments of CIR. Descriptions of recovered samples during KH-10-6 cruise are as follows.

Yokoniwa-rise, north of the KHF

KH-10-6DR01: ol-phyric basalt with glassy surface; dolerite; gabbro; serpentinized peridotite

KH-10-6DR02: aphyric to sparsely pl-phyric basalt with glass rim

KH-10-6DR03: slightly to highly pl (-ol) phyric basalt. Large pl-phenocryst (up to 2cm in size)

KH-10-6DR04: aphyric to sparsely pl-phyric basalt

KH-10-6DR05: sparsely pl-phyric basalt with glass rim. Large pl-phenocryst (up to 2cm in size)

KH-10-6DR06: aphyric to pl-phyric basalt with glass rim in places

KH-10-6DR08: highly altered dolerite and breccia (green schist facies metamorphism)

KH-10-6DR09: fine- to coarse-grained altered gabbro with dolerite; altered oxide gabbro; serpentinite

KH-10-6DR10: ol-pl phyric basalt with glassy rim; gabbro; amphibolite; serpentinized peridotite

KH-10-6DR11: serpentinized peridotite with deformation (foliation)

KH-10-6DR12: ol-phyric basalt (ol phenocryst up to 2 mm in size); weathered massive sulfide with goethite rim; serpentinized (and weathered) peridotite

CIR-1, ridge axis and off-ridge

KH-10-6DR07: basaltic glass; aphyric basalt

KH-10-6DR20: serpentinized peridotite with serpentine vein

KH-10-6DR21: aphyric basalt with glassy rim; serpentinized peridotite; gabbro

KH-10-6DR22: Mn-coated serpentinite, aphyric basalt, and mud stone

CIR-2

KH-10-6DR17: altered basalt with chlorite vein; altered dolerite

KH-10-6DR18: basalt glass; pl-phyric basalt with glassy rim

KH-10-6DR19: serpentinized peridotite with serpentine vein; gabbro; pyroxenite

CIR-3

KH-10-6DR15: very fresh aphyric basalt with glass rind with pillow lava texture

KH-10-6DR16: very fresh aphyric basalt with glass rind

CIR-4

KH-10-6DR13: pl-phyric basalt with glass rind (pl phenocryst up to 5 mm in size); basaltic glass

KH-10-6DR14: sparsely ol-phyric basalt with glass rim

These observations clarify inter-segment scale petrological differences along southern CIR as well as geological features around the KHF. We present here the petrological preliminary features (petrography, petrology, mineralogy, and microstructures) observed in mafic to ultramafic rocks obtained from the north of KHF and the 1st to 4th segments of CIR.

キーワード: マントルカンラン岩, 中央海嶺玄武岩, 中央インド洋海嶺
Keywords: mantle peridotite, mid-ocean ridge basalt, Central Indian Ridge

SCG059-19

会場:105

時間:5月26日 17:00-17:15

音響ビデオカメラを利用した中央海嶺系海底の観測 Observation of mid-oceanic ridge floor using acoustic video camera

望月 将志^{1*}, 浅田 昭¹, 玉木 賢策², 韓 軍¹, 吉田 善吾¹

Masashi Mochizuki^{1*}, Akira Asada¹, Kensaku Tamaki², Jun Han¹, Zengo Yoshida¹

¹ 東京大学生産技術研究所, ² 東京大学大学院工学系研究科

¹IIS, Univ. of Tokyo, ²Graduate School of Eng. Univ. of Tokyo

DIDSON (Dual-Frequency IDentification SONar) is acoustic lens-based sonar. It has sufficiently high resolution and rapid refresh rate that it can substitute for optical system in turbid or dark water where optical systems fail.

Institute of Industrial Science, University of Tokyo (IIS) has understood DIDSON's superior performance and tried to find new method for utilization of it. The observation systems that IIS has ever developed based on DIDSON are waterside surveillance system, automatic measurement system for fish length, automatic system for fish counting, diagnosis system for deterioration of underwater structure and so on. A next challenge is to develop an observation method based on DIDSON for hydrothermal discharging from seafloor vent. We expected DIDSON to reveal whole image of hydrothermal plume as well as detail inside the plume.

We had a chance to participate the cruise YK09-13 (JAMSTEC Shinkai6500 / RV Yokosuka) to Rodriguez segment of Central Indian Ridge, where hydrothermal plume signatures were previously perceived. Several experimental trials based on DIDSON in tank and sea had been done in order to confirm whether flows in water can be detected by acoustical method. These trials showed that DIDSON could detect flow of water even if there was no clear thermal difference between the flow and its surrounding. Observation system based on DIDSON was prepared and equipped on the top of Shinkai6500 in order to get acoustic video images of hydrothermal plumes. In YK09-13 Leg.1 cruise, seven dives of Shinkai6500 were conducted. The acoustic video images of the hydrothermal plumes had been captured in three of seven dives.

Low-quality wire connection between DIDSON and Shinkai6500 limited on data transmission. Only low frequency mode was available, and average frame rate was lower than 1 frame per second. Acoustic image data captured by DIDSON in YK09-13 indicate capability of tool for seafloor observation, even though the data was low-quality and low-quantity ones.

Contrasting density inside the acoustic image of the hydrothermal flow could be distinguished. DIDSON showed its possibility of observation tool that can delineate spatial and temporal change of internal structure of the hydrothermal flows. Mosaic acoustic images showed bottom features of ridge axis. This indicates that DIDSON has a possibility of bottom observation tool, especially on the occasions of turbid or dark water.

キーワード: 音響ビデオカメラ, 海底熱水活動, 海底地形観測

Keywords: acoustic video camera, seafloor hydrothermal flow, seafloor terrain observation

SCG059-20

会場:105

時間:5月26日 17:15-17:30

地質学的背景と熱水循環の関係：南部マリアナトラフでの高分解能地形調査 Geological setting and hydrothermal system at southern Mariana Trough: approach from high-resolution bathymetric survey

吉河 秀郎^{1*}, 沖野 郷子¹, 浅田 美穂², 野木 義史³, 望月 伸竜⁴

Shuro Yoshikawa^{1*}, Kyoko Okino¹, Miho Asada², Yoshifumi Nogi³, Nobutatsu Mochizuki⁴

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 独立行政法人海洋研究開発機構, ³ 国立極地研究所, ⁴ 熊本大学大学院先導機構

¹University of Tokyo, ²JAMSTEC, ³National Institute of Polar Research, ⁴Kumamoto University

To investigate the complex seabed morphology created by volcanic and tectonic processes and hydrothermal venting, near-bottom high-resolution bathymetric mapping of deep-water environment started at fast and slow spreading ridges during the last twenty years. As more recent technological and scientific advance, detailed feature and distribution of vent, fissure, fault, and lava morphology etc. have been well understood. In general, a localized hydrothermal system is mainly organized by interaction between tectonic and volcanic control. The occurrence and/or existence of fault, fissure, and fracture play an important role as formation of hydrothermal conduit (e.g. Humphris et al., 2002; Glickson et al., 2007; Ondreas et al., 2009).

In the study area, southern Mariana Trough, near 12°57'N, 143°37'E, have several hydrothermal systems. Three hydrothermal sites (Snail, Archaean, Pika) are located just on the active backarc spreading axis, the eastern foot of the axial high, and the top of an off-axis seamount about 5 km from the axis, respectively (Ishibashi et al., 2004; Kakegawa et al., 2004, 2008; Urabe et al., 2004), and these are aligned roughly perpendicular to the spreading axis. According to observation of the hydrothermal fluid, the system of on-axis site (Snail) is ephemeral, on the other hand, the two off-axis sites (Archaean and Pika) seem to have longevity of life (Urabe et al., 2004). The topography of sulfide mound, lava morphology, occurrence of fault and fissure, and chemistry of volcanic rock and sulfide deposit at each site has unique characteristic respectively, despite these sites are closely located. Thus, we will discuss that "what is necessary to maintain or develop these system?". The high-resolution bathymetric data for the examination was collected by AUV (autonomous underwater vehicle) URASHIMA in 2009 during the YK09-08 cruise.

Keywords: hydrothermal system, geological setting, Southern Mariana Trough, high-resolution bathymetric survey, lava morphology, sulfide mound

SCG059-21

会場:105

時間:5月26日 17:30-17:45

海底熱水鉱床の硫化鉱物におけるウラン・トリウム放射非平衡年代測定の開発 U-Th radioactive disequilibrium dating of hydrothermal sulfide minerals

賞雅 朝子^{1*}, 中井 俊一¹, 石橋 純一郎², 豊田 新³, 佐藤 文寛³

Asako Takamasa^{1*}, Shun'ichi Nakai¹, Jun-ichiro Ishibashi², Shin Toyoda³, Fumihiko Sato³

¹ 東京大学地震研究所, ² 九州大学, ³ 岡山理科大

¹Earthquake Research Institute, ²Kyusyu University, ³Okayama University of Science

海底熱水活動のタイムスケールは、鉱床の資源量、その周辺に発達する化学合成生物群集の種、遺伝子レベルでの分化などの「岩石-熱水-生命」の相互作用を議論する上で重要な要素となっている。

海底熱水鉱床における年代測定にはいくつかの方法が試みられている。数千年から数万年の比較的長い熱水活動には、²³⁰Th と ²³⁴U の間の放射非平衡年代測定法が利用されている。ウラン・トリウム放射非平衡年代測定は、これまでに放射線計測を用いたものが多かったが、最近では質量分析計による測定も可能になった。大西洋中央海嶺の TAG 地域では、15000 年前から現在まで、間歇的な熱水活動が続いていることが報告されている (You and Bickle, 1998)。

本研究ではプラズマイオン源質量分析計を用いて、より若い活動が予想される沖縄トラフと南部マリアナトラフの海底熱水活動域の熱水噴出孔から採取した閃亜鉛鉱と黄鉄鉱を主とする硫化鉱物の ²³⁰Th-²³⁴U 放射非平衡年代を測定する方法を検討した。

沖縄トラフは伊是名海穴の試料で、酸分解により不溶の重晶石を分離した硫化鉱物を分析した。南部マリアナトラフは、岡山理科大学のアイソダイナミックセパレーターを用いて分離した硫化鉱物を分析した。重晶石 (BaSO₄) 中の Ba は、プラズマイオン源質量分析計によるウラン・トリウムの同位体分析時に妨害元素となり、精度の良い年代測定には Ba の分離が必要となる。また、硫化鉱物中の鉛も同位体比測定の妨害となる。鉱物分離により重晶石を除去し、さらに試料溶液をカラムクロマトグラフィーで分離し、ウラン・トリウムを精製した。

伊是名海穴の試料の一部からは 1000 年よりも若い年代が得られた。しかし U/Th 比が低く (²³⁴U/²³²Th 放射能比で 300 ~ 1500)、精度の良い年代測定には、年代測定の前条件となる Th/U の初生比の検討が必要であることがわかった。

マリアナトラフの試料では、高い U/Th 比 (²³⁴U/²³²Th 放射能比で 3500 ~ 13000) を持つデータが得られた。特に電磁分離試料は、ウラン濃度が相対的に高くなり、U/Th 比も高かった。全岩試料の 1 点と、電磁分離による試料の 9 点からは、740 ~ 1800 年前からマリアナトラフのチムニーが活動をしていることが示唆された。

より精度の良い年代測定のために、熱水活動領域の堆積物から ²³⁰Th の初生比を求め、U/Th 比の高い試料を多数測定する必要があることがわかった。

キーワード: ウラン・トリウム放射非平衡年代, 海底熱水鉱床

Keywords: U-Th radioactive disequilibrium dating, Hydrothermal vent

SCG059-22

会場:105

時間:5月26日 17:45-18:00

伊豆小笠原海底熱水鉱床域における海底電気探査 Marine DC resistivity survey at deep-sea mine in the Izu-Bonin arc, Japan

後藤 忠徳^{1*}, 今村尚人¹, 佐柳 敬造², 原田 誠², 伊勢崎 修弘², 笠谷 貴史³, 澤隆雄³, 松尾 淳⁵, 松田滋夫⁴
Tada-nori Goto^{1*}, Naoto Imamura¹, Keizo Sayanagi², Makoto Harada², Nobuhiro Isezaki², Takafumi Kasaya³, Takao Sawa³,
Jun Matsuo⁵, Shigeo Matsuda⁴

¹ 京都大学, ² 東海大学, ³ 海洋研究開発機構, ⁴ クローバテック, ⁵ OYO インターナショナル

¹ Kyoto University, ² Tokai University, ³ JAMSTEC, ⁴ Clover Tech Inc., ⁵ OYO International Corp.

近年、海底下の金属資源へ世界中からの注目が集まっている。このような海底資源は陸上に比べて未知数の部分が多いためにリスクが大きく、新しい技術開発と多くの費用がかかるが、資源需要の拡大が海底資源開発を後押ししている。特に注目されているのは海底熱水鉱床である。銅・鉛・亜鉛・鉄などの金属やレアメタルを含む熱水鉱床の地下構造については注目が集まってはいるが、その地下探査技術はほとんど開発されていない。そこで文部科学省は2008年からプロジェクト「海洋資源の利用促進に向けた基盤ツール開発プログラム」を実施しており、海底熱水鉱床をターゲットとした磁気・電磁気・地震波・重力などによる地下探査技術などを各研究機関が現在開発中である。我々は、陸上の金属鉱床において成果を上げている磁気・電磁探査に注目し、電磁気学的手法を用いた高精度海底地質構造探査ツールの開発を行った。このうち、種々の海底観測プラットフォーム(AUV・ROV)を用いた様々な電気・電磁探査法(CSEM法、MMR法、海底電気探査法)について、数値計算に基づいてFeasibility Studyを実施した結果、これらの手法が海底熱水鉱床探査に有効であると結論づけ、実際の機器開発を行った。その1つであるROV搭載型海底電気探査装置について、伊豆小笠原ベヨネース海丘周辺において実海域試験を行うことができた。海底電気探査装置をROVかいこう7000IIへ搭載し、調査船がいらい KR11-02 航海(2011年1~2月)において海底および海水中での人工電流送受信試験が行われた。その結果、開発されたシステムは海中の中層深度において正しく動作することが確認され、またCTDによる海水の電気伝導度に基づいて検定を行うことも可能であった。さらに海底においても調査を行うことができ、海底の見掛け比抵抗を測定することに成功した。本海域にはJOGMECの調査により海底熱水鉱床が広がっていることが明らかとなっているが、周辺海底と比べると鉱床域のほうが見掛け比抵抗が低い傾向を示すことが分かった。探査深度は(同時搭載した2種類の機器により異なるが)数m程度および数十m程度である。また鉱床域周辺でも局所的に低い見掛け比抵抗が得られた。これは熱水域の表層地質構造の複雑さを反映したものである。一方、同海域では、同プログラムで開発した磁気探査装置をAUVに搭載して、熱水鉱床を含むカルデラ内および縁辺部の3成分磁気異常および全磁力異常を観測することに成功している。以上の観測結果より、新たに開発した海底電磁探査装置および磁気探査装置は熱水鉱床の地下のイメージ化に大きく貢献するものであると考えられる。

キーワード: 熱水鉱床, 人工信号, 電磁探査, ROV, AUV

Keywords: deep-sea mine, controlled-source, EM survey, ROV, AUV

SCG059-23

会場:105

時間:5月26日 18:00-18:15

地磁気三成分異常から推定される南アフリカ沖ナタルバレー及びモザンビークリッジの海底拡大史

Seafloor spreading history in the Natal Valley and Mozambique Ridge deduced from vector magnetic anomalies

羽入 朋子^{1*}, 野木 義史², Wilfried Jokat³
Tomoko Hanyu^{1*}, Yoshifumi Nogi², Wilfried Jokat³

¹ 総合研究大学院大学, ² 国立極地研究所, ³ アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所

¹The Graduate Univ. for Advanced Studies, ²National Institute of Polar Research, ³Alfred Wegener Institute

Gondwana大陸の分裂は過去約2億年の間では南半球における重要な地質学的イベントであり、南大洋における地球物理学的観測を用いた海底拡大史の解明は初期Gondwana大陸分裂の過程を明らかにするための鍵となるものである。しかしその詳細は未だ明らかにされておらず、特に地磁気異常データに関しては、南インド洋では地磁気縞模様を明らかにするための十分なデータが得られていない。

Gondwana分裂初期過程の詳細を明らかにする事を目的として、2009年4月9日から6月1日にかけて行われた観測船PelagiaによるAISTEK-IIIプロジェクトにおいて南アフリカ沖ナタルバレー及びモザンビークリッジでの系統的な船上地磁気3成分の観測を行った。観測海域は南極海Razarew sea及びRiiser-Larsen seaとの共役対でありGondwana初期分裂の過程を知る上で重要な地域である。

先行研究から、北ナタルバレーには約125.3Maに活動を終了したとされる東西方向に走る拡大中心(extinct ridge)と、その周辺にM4yとM10Noのアイソクロンが報告されている(Tikku et al. 2002)。しかしその測線は非常に粗く地磁気年代の詳細を明らかにするための十分なデータは得られていない。また、ナタルバレーの南緯28度から30度まではこれまでに地磁気異常縞模様は報告されておらず、ここでの海底拡大史の詳細は明らかになっていない。南アフリカ-南極間の初期海底拡大史の詳細を知るためにはこれらの海域でのより密な測線データが必要である。

本航海では南ナタルバレー側で測線間隔36km、北ナタルバレー側では測線間隔18kmで南北方向のデータを取得し、更に北ナタルバレーでは測線間隔36kmで東西方向にもデータを取得した。得られたデータから、Isezaki(1986)に基づいて、地磁気3成分異常を求めた。求められた地磁気3成分異常データから、Seama et al. (1993)の手法により、磁化構造の走向を推定した。

磁化構造は3次元的な構造も多く見られ非常に複雑になっているが、2次元的な磁化構造の走向からは、これまでに報告されている北ナタルバレーでのextinct ridge及び地磁気年代の走向とは異なった地磁気異常の走向が見られる。また、南緯28度東経34.5度から南緯27度東経35度付近にかけて特徴的な走向が見られる。本講演では北ナタルバレーでの3成分地磁気異常の特徴と磁化構造の走向について報告し、この海域での海底拡大史について議論する。

キーワード: 地磁気3成分異常, 地磁気縞模様, Gondwana大陸分裂

Keywords: vector magnetic anomalies, magnetic lineation, Gondwana breakup, Natal Valley, Mozambique Ridge

SCG059-24

会場:105

時間:5月26日 18:15-18:30

白鳳丸 KH-10-7 次南極海航海の概要

Preliminary report of the R/V Hakuho-Maru KH-10-7 cruise, Southern Ocean

野木 義史^{1*}, 池原 実², 青木 茂³, 亀山 宗彦⁴, 佐藤 暢⁵, 中村 恭之⁶, 白鳳丸 KH-10-7 次航海乗船研究者一同¹

Yoshifumi Nogi^{1*}, Minoru Ikehara², Shigeru Aoki³, Sohiko Kameyama⁴, Hiroshi Sato⁵, Yasuyuki Nakamura⁶, Hakuho-maru KH-10-7 cruise scientific party¹

¹ 国立極地研究所, ² 高知大学海洋コア総合研究センター, ³ 北海道大学低温科学研究所, ⁴ 北海道大学大学院地球環境科学研究院, ⁵ 専修大学経営学部, ⁶ 独立行政法人海洋研究開発機構

¹National Institute of Polar Research, ²Kochi University, ³Hokkaido University, ⁴Hokkaido University, ⁵Senshu University, ⁶JAMSETC

The Antarctic Ocean is a key area to understand global environmental changes. Role of Antarctic Ocean is considered to be very important in the Earth system, but data coverage is still poor and further observations are required. The research cruise KH-10-7 by the R/V Hakuho-Maru of Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology was conducted in the Indian Sector of the Antarctic Ocean from 17 December, 2010, to 17 January, 2011. The main objectives of the cruise are as follows.

- 1) Antarctic Cryosphere evolution based on marine geological observations in Conrad Rise and off Lutzow-Holm Bay: Site survey for new drilling proposal.
- 2) Studies on tectonic history of the Conrad Rise.
- 3) Quantitative estimation of cyclonic gyre and Antarctic Bottom Water transport in the Australia-Antarctic Basin.
- 4) Changes of ecosystem due to global warming and/or acidification in the Southern Ocean and following responses of biogenic trace gases in surface seawater.

The R/V Hakuho-Maru left Port Louis, Mauritius, on 17 December, 2010, and arrived at Fremantle, Australia, on 17 January, 2011, after multi disciplinary observations in the Southern Ocean. CTDs, water samplings, sediments sampling, rock sampling and multi channel seismic observations as well as underway observations were carried out during the cruise to attain these objectives. We will present the outline of KH-10-7 cruise and the topics concerning tectonic history of the Conrad Rise briefly.

キーワード: 南極海, 冷却圏, テクトニクス, 堆積物, 南極低層水, 地球温暖化

Keywords: Southern Ocean, Cryosphere, tectonics, sediment, Antarctic Bottom Water, global warming