

## 海水の増加によって海洋底は拡大した The Ocean Floor was Expanded by Increasing Seawater

間遠 伸一郎<sup>1\*</sup>  
MADO, Shinichiro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 間遠総合学術研究所  
<sup>1</sup>MAROSA

### はじめに

本論は、プレートテクトニクスの基礎にある、海洋底拡大説の根拠を、明らかとなった事実と推論とによって否定することを目的とする。既に、S.Mado, 2013<sup>[3]</sup>において、海洋底拡大説の論拠の一つとなっている海嶺を挟む地磁気異常の縞模様が、従来言われているような地球磁場の周期的反転を記録したものではなく、全く異なる別のメカニズムで形成されたものであることは述べた。従って、海洋底拡大説の論拠の一つは否定されているが、本論では、もう一つの根拠である海洋底岩盤の拡大そのものを否定する。

### 問題の所在

プレートテクトニクスはウェゲナーの大陸移動説を端緒にしなが、その後の議論によって進化を遂げ、海洋底拡大説をもとにして概ね現在の理論に落ち着いた。しかし、その海洋底拡大説が、海洋底の岩盤自体の拡大を意味する限り、誤りであることが判明した。それは、海洋底が拡大したのは、海洋底の岩盤が拡大したからではなく、海水が増大したために過ぎないことが分かったからである。その結果、プレートテクトニクスの根拠の一つが失われた。

### 海洋底拡大説

プレートテクトニクスは、海洋底拡大説をもとにして整えられた。プレートの運動速度は、地磁気異常の縞模様のパターンから、海嶺での拡大速度を読み取ることによって求められた。海洋底の玄武岩やその上の微化石の年代が、中央海嶺から離れるにつれて古くなっているほか、地磁気異常の縞模様から推定される海洋底の年代とよく一致し、大西洋では海洋底拡大が年間 2cm の速度で進んだことが実証されたとされた。<sup>[1],[2]</sup>

### 海面上昇と海水の増大

海洋底拡大説が見逃していた重大な事実、海面上昇の事実がある。海底の詳細な地形のデータによって、海底の岩盤が形成された時から今までに、少なくとも 6000m を超える海面上昇があったことが分かる。

海底には多数の太古の河の跡が残されており、その水深は 6000m 以上にも達する。例えば、釧路川の延長は水深 6000m 以上の日本海溝付近の海底にも認められるし<sup>[Fig1-B]</sup>、糸魚川の延長は水深 3500m の日本海の最深部にも認められるのである<sup>[Fig1-A]</sup>。

つまり、海洋の海水の大半は海洋の岩盤が形成された後に生成されたものであり、海底の岩盤が形成された後に海水が大きく増大した結果、海面が大きく上昇して現在の海面に達した。海水の増大の原因として考えられるのは、地殻変動である。地殻変動によって、地殻を構成する岩石から水が絞り出されたものと考えられる。そして、おそらく、その海水の増大は、現在も続いている。その結果、大変ゆっくりとはあるが、海面が徐々に上昇し続けているのである。この事実は、海洋底拡大説では、全く考慮されていない。

つまり、海水が増大するにつれて、海面が上昇し、それとともに海底も拡大したのである。海底の岩盤が拡大したのではなく、海水が増大することによって海底が拡大したのである。

海嶺の付近で年代が新しくなるのは、そこが高くなっているため、水面下に没したのが新しいからである。

### 結論

海洋底拡大説は、海洋底の岩盤自体が長い時間をかけて広がったと主張しているが、海洋底の岩盤の年代と海洋底の年

SCG67-01

会場:414

時間:5月1日 14:15-14:30

代の間には関係が無い。それは、海洋底の拡大が、実は、海水の増加に起因していたからである。海水が増加して、海水面が上昇するにつれ、海底が拡大した。だから、プレートテクトニクスの重要な証拠の一つが根拠のないものであることが明らかになったのである。

#### 参考文献

[1] Maxwell, A. & Von Herzen, R. et al. 'Deep Sea Drilling in the South Atlantic', SCIENCE, Volume 168, pp.1047-1059, 29 May 1970.

[2] Dietz, R. 'Continent and Ocean Basin Evolution by Spreading of of the Sea Floor', NATURE, Volume 190, pp.854-857, June 3, 1861.

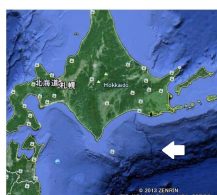
[3] Shinichiro Mado, 'It was not switching global geo-magnetic fields that created the alternating anomalies over oceanic ridges', ABSTRACT of Japan Geoscience Union Meeting, SEM36-P01, 2013.

キーワード: 海洋底の年代推定, 海水面の上昇, 海水の増加, 海洋底の拡大

Keywords: Dating the Ocean Floor, Rise in the Sea Level, Increase of Seawater, Expansion of the Ocean Floor



A



B

Fig 1

## ルイビル海山列が深部マントル起源である証拠 Noble gas evidence of deep plume origin of the Louisville hotspot

羽生 毅<sup>1\*</sup>  
HANYU, Takeshi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup> Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Louisville seamount chain has been considered to be one of the long-lived hotspot tracks on the Pacific plate, but its magmatic source has not been well understood. I report noble gas compositions of the drill cores from four of the five seamounts drilled during IODP Expedition 330. Because the samples are aged (50-74 Ma), a stepwise crushing test for noble gas extraction from olivine phenocrysts and submarine glasses was made to assess contamination of post-eruption radiogenic nuclides. This test confirmed extraction of magmatic noble gases with minimal release of post-eruption radiogenic nuclides from the olivine samples; however, this was not always the case for the glass samples. The  $^3\text{He}/^4\text{He}$  ratios in the olivine phenocrysts range from a value similar to those of mid-ocean ridge basalts (MORB) to slightly elevated ratios up to 10.6 Ra. Although these ratios are not as high as those observed in other ocean island basalts, two Louisville seamount basalts exhibit a primordial Ne isotopic signature that can be clearly discriminated from MORB Ne. The He and Ne isotopic compositions of the Louisville seamount basalts can be explained by the mixing of less degassed mantle and depleted upper mantle with different He/Ne ratios. The presence of the less degassed mantle component in the source of the Louisville seamounts documents the deep origin of the mantle plume.

One of the major objectives of the IODP Expedition 330 was to test the geodynamic model that predicts lateral advection of mantle plumes in the convecting mantle [Koppers et al., G-cubed, 2004; Steinberger and Antretter, G-cubed, 2006]. This model assumes a primary mantle plume that is rooted deep in the mantle, and the trajectory of a plume conduit is influenced by the overall mantle flow, which can be monitored by the hotspot drift on the Earth's surface [Tarduno et al., Science, 2009]. The paleomagnetic and dating results from IODP Expedition 330 verified the geodynamic modeling predictions for the Louisville seamount chain together with the Hawaiian-Emperor seamount chain [Koppers et al., Nat. Geosci., 2012]. The present noble gas data gives a guarantee for the deep-rooted Louisville plume assumed in the geodynamic model.

キーワード: ルイビル海山, マントルプルーム, 深部マントル, 希ガス, 海洋掘削

Keywords: Louisville seamount, mantle plume, deep mantle, noble gases, IODP

「ふつうの海洋マントル」プロジェクトによって明らかになった海洋マントルの構造：序報  
Preliminary result of the oceanic mantle structure revealed by "Normal Oceanic Mantle Project"

一瀬 建日<sup>1\*</sup>; 塩原 肇<sup>1</sup>; 杉岡 裕子<sup>2</sup>; 伊藤 亜妃<sup>2</sup>; 竹尾 明子<sup>1</sup>; 歌田 久司<sup>1</sup>; 川勝 均<sup>1</sup>; 利根川 貴志<sup>2</sup>; 田中 聡<sup>2</sup>  
ISSE, Takehi<sup>1\*</sup>; SHIOBARA, Hajime<sup>1</sup>; SUGIOKA, Hiroko<sup>2</sup>; ITO, Aki<sup>2</sup>; TAKEO, Akiko<sup>1</sup>; UTADA, Hisashi<sup>1</sup>; KAWAKATSU, Hitoshi<sup>1</sup>; TONEGAWA, Takashi<sup>2</sup>; TANAKA, Satoru<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域

<sup>1</sup>ERI, Univ. of Tokyo, <sup>2</sup>Institute for Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The oceanic mantle is an important region to understand the Earth system, because more than 2/3 of the surface is covered by oceanic area. Since 1990s, we have operated several seafloor observations by using newly developed long-term broadband ocean bottom seismometers (BBOBSs) in the northwest and central part of the Pacific Ocean. These observations have revealed the structures in and around the subduction zone in the Pacific Ocean and in the Pacific superswells, respectively. However, we have no observation and result in the normal oceanic regions. To reveal the normal oceanic mantle structure from observational approach, we conduct a long-term observation called "Normal Oceanic Mantle Project" (NOMan project) from 2010, deploying ocean bottom geophysical (seismic and electromagnetic) instruments in the northwestern Pacific Ocean. We conduct two arrays in that region. One is northwest side of the Shatsky Rise (Area A) and the other is southeast side of the Shatsky Rise (Area B). Sea floor age of Area A is 125 - 135 Ma, that of Area B is 135 - 145 Ma, so that the shear wave structures of those area should be similar.

By using seismograms of the NOMan project, other BBOBS observations, and permanent broadband seismic stations on land, we have determined the three-dimensional shear wave velocity structure of the upper mantle in the northwestern Pacific Ocean to reveal this area to be really normal. We used a surface wave tomography technique in which multimode phase speed of the surface wave are measured and inverted for a 3-D shear wave velocity structure by incorporating the effects of finite frequency and ray bending.

Our obtained model shows that lateral heterogeneity of each area is not strong and that average structures are different in two areas. Area A is consistent with previous models, whereas Area B is faster than previous models. We think for the present that Area A seems to be normal oceanic mantle, though Area B is not. We will recover all BBOBSs in this year. These BBOBS's data enable us to obtain more reliable mantle structures.

キーワード: 上部マントル, 広帯域海底地震計, 表面波, トモグラフィー

Keywords: upper mantle, BBOBS, surface wave, tomography

広帯域海底地震探査による海洋リソスフェア/アセノスフェアシステムの地震波速度異方性構造推定  
Seismic anisotropy in the oceanic lithosphere/asthenosphere system estimated by the broadband ocean bottom seismology

竹尾 明子<sup>1\*</sup>; 一瀬 建日<sup>1</sup>; 西田 究<sup>1</sup>; 川勝 均<sup>1</sup>; 塩原 肇<sup>1</sup>; 杉岡 裕子<sup>2</sup>; 伊藤 亜妃<sup>2</sup>; 歌田 久司<sup>1</sup>  
TAKEO, Akiko<sup>1\*</sup>; ISSE, Takehi<sup>1</sup>; NISHIDA, Kiwamu<sup>1</sup>; KAWAKATSU, Hitoshi<sup>1</sup>; SHIOBARA, Hajime<sup>1</sup>; SUGIOKA, Hiroko<sup>2</sup>; ITO, Aki<sup>2</sup>; UTADA, Hisashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所, <sup>2</sup> 海洋開発機構地球内部ダイナミクス領域  
<sup>1</sup>Earthquake Research Institute, University of Tokyo, <sup>2</sup>IFREE, JAMSTEC

The uppermost mantle structure beneath the oceanic basins is essential to discuss the oceanic lithosphere/asthenosphere system, the most simple and representative system of the theory of plate tectonics. Seismic anisotropy within the oceanic lithosphere and asthenosphere is especially important, as it reflects the flow and deformation in the uppermost mantle. Previous structural studies have been, however, limited in terms of the depth range: the top of lithosphere at depths of ~10-20 km by refraction surveys, and the structure deeper than ~30 km by surface-wave tomography studies. There has been no discussion from the top of the lithosphere continuously to the asthenosphere, which needs the broadband analysis of surface waves at periods of 3-100 s. In addition, there has been limited discussion about the intensity of seismic anisotropy because of the difficulty of estimating the absolute value of seismic anisotropy by surface-wave tomography studies.

We have developed a new multi-band method to analyze surface waves in broadband array records of ocean bottom seismometers for determining seismic anisotropy structure at depths of ~10-100 km quantitatively (Takeo et al 2013 JGR, submitted to GJI). The method uses the ambient noise cross-correlation method for analyzing surface waves at periods of 3-30 s and to determine structure at depths shallower than ~50 km, as well as the array analysis method of teleseismic waveforms at longer periods for determining deeper structures.

In previous studies, we have applied the multi-band method to records obtained in three oceanic regions: the Shikoku Basin region (Takeo et al. 2013 JGR), the southwestern region of the Shatsky Rise (Takeo et al. submitted to GJI) and the French Polynesia region (Takeo et al. 2012 SSJ Fall Meeting). In this study, we applied the same method to the records of broadband ocean bottom seismometers obtained by the normal oceanic mantle (NOMan) project at two oceanic regions (northwestern and southeastern regions of the Shatsky Rise) from 2010 to 2013. By combining the results for five oceanic regions with different seafloor ages between 20 and 155 Ma, we can discuss the seismic structure and its anisotropy in the oceanic lithosphere and asthenosphere, and the deformation of mantle related to plate motions.

The results for five oceanic regions can be summarized into five points: (i) the high-velocity lid and the low velocity zone corresponds to the oceanic lithosphere and asthenosphere, (ii) the transition from the lithosphere to the asthenosphere occurs at depths of 40-90 km, (iii) the average intensity of S-wave radial anisotropy is 3-6 % at depths of 10-150 km with the velocity of horizontally propagating and vertically polarized S-wave slower than the horizontally polarized S-wave, (iv) the intensity of S-wave azimuthal anisotropy at depths of 10-100 km is weaker than that of S-wave radial anisotropy and weakens with depths, and (v) the azimuth of maximum S-wave velocity is not perpendicular to ancient spreading axis in general. These results indicate complex deformation system in the present and ancient oceanic asthenosphere related to the presence of partial melting, the unusual fabric of olivine and so on. We will summarize these results and discussions, and will also present the potential of the broadband ocean bottom seismology to elucidate structure and deformation in the oceanic lithosphere/asthenosphere system and in other oceanic systems such as hotspots, mid-ocean ridges and subduction zones.

キーワード: 表面波, 地震波干渉法, 異方性, プレートテクトニクス  
Keywords: surface wave, ambient noise, anisotropy, plate tectonics

## 不均質な海洋リソスフェアを伝わる高周波数 Po/So 波の地域性と原因 Locality and cause of the characteristics of high-frequency Po/So wave propagating in heterogeneous oceanic lithosphere

古村 孝志<sup>1\*</sup>; ケネット ブライアン<sup>2</sup>  
FURUMURA, Takashi<sup>1\*</sup>; KENNETT, Brian<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所, <sup>2</sup> オーストラリア国立大 地球科学研究所

<sup>1</sup> Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, <sup>2</sup> Research Schoole of Earth Sciences, The Australian National University

### はじめに

海洋性リソスフェアを遠距離まで良好に伝わる高周波数の Po/So 波は、リソスフェアの厚さや不均質性に敏感であることから、海洋底の深部地下構造の推定への活用が期待できる。前研究 (古村・Kennett, 2013JpGU 大会; Kennett & Furumura, 2013, Gephys. J. Int.) では、北太平洋を伝播する Po/So の大震幅かつ長いコーダを持つ波群の成因を、海底地震観測データの解析と、地震波伝播の 2 次元差分法 (FDM) シミュレーションにもとづき評価した。そして、Po/So の成因として、海水層での P 波の多重散乱と、海洋リソスフェア内に発達した横長の短波長不均質構造 (ラミナ構造) における高周波数 ( $f > 2\text{-}5\text{Hz}$ ) 強い前方散乱・トラップ現象を明らかにした。同様の結論は、近年の Shito et al. (2013) による深発地震の解析と FDM シミュレーションからも示された。

本研究では、前研究に引き続き海洋リソスフェアの大きな不均質構造 (トランスフォーム断層、断裂対、プレート境界など) に伴う、Po/So 波の急激な減衰とそのメカニズムを評価し、Po/So 波を用いた海洋底構造探査の可能性について議論する。

### 海域地震観測データで見た、Po/So 波伝播の地域性

東大地震研半球データセンター (OHP DMC) が公開する北太平洋の海底地震観測データと、IRIS データセンター (IRIS DMC) が提供する陸海観測データから、太平洋全域の Po/So 波の伝播特性を調べた。日本に近い北太平洋の東側では、3000km 以上にわたって Po/So 波が良好に観測されるのに対し、東側 (北米大陸側) と南太平洋では Po/So 伝播が弱く、特に So 波の距離減衰が大きい。伝播の地域性は、プレートの年代と良く対応し、年代が若くリソスフェアが薄い海域ほど So の減衰が大きいことがわかった。たとえば、ハワイサンフランシスコ間の海底に設置された、Hawaii-2 観測点 (H2O) では、北米大陸西海岸からの伝播がきわめて弱いものに対して、ハワイ方向からの Po/So 波は明瞭であり、しかも伝播速度に + 数% の強い速度異方性も検出できた。

### 不均質なリソスフェアを伝わる Po/So 波の FDM シミュレーション

東太平洋海嶺から湧き出した海洋プレートは、北米西海岸のトランスフォーム断層を経て、海洋リソスフェアの厚さを増しながら北太平洋に東進しており、リソスフェアの水平不均質性が大きい。また、北太平洋東部には断裂帯が多数存在する。こうした、不均質なリソスフェア構造と So 波の伝播・特性を FDM シミュレーションから評価した。

シミュレーションモデルは、前研究 (Kennett & Furumura, 2013) と同様に、Serenio (1985) による速度構造モデル (4km 厚の海水層、厚さ 0.5km の堆積層 ( $V_s = 1.15\text{km/s}$ )、5km 厚の海洋地殻) をベースとし、海洋地殻、リソスフェア、アセノスフェアには von Karman 型の、速度 ( $V_p$ ,  $V_s$ ) 揺らぎを与えた。FDM 計算は、海洋研究開発機構の地球シミュレータを用いて行ない、周波数 10Hz までの地震動を評価した。

シミュレーションの結果から、So 波の伝播はリソスフェアの厚さに非常に敏感であり、年代が古くリソスフェアが厚い (100km) 北太平洋の東側のモデルでは、1500km 以上にわたって大震幅の So 波の波群が伝わるのに対して、年代が若くリソスフェアの薄い (~30km 程度) 海域では、高周波数地震動がアセノスフェアに流出し、わずか数百 km の伝播で Po 波と同程度にまで So 波が急減する。特に、海嶺で発生する地震では So 波がリソスフェア内で散乱により成長する前にアセノスフェアへの S 波エネルギーの流出が大きく、加えて、薄いリソスフェアの伝播途中で So 波の減衰が大きい。

同様の So 波減衰メカニズムは、短波長不均質構造 (ラミナ構造) が弱い (揺らぎが小さい) 場合や、内部減衰が大きい ( $Q_s$  が小さい) 場合でも確認され、So 波を用いた海洋低下の温度や Q 構造の推定への有効性が確認できた。いっぽう、断裂帯やトランスフォーム断層をイメージした、海洋プレート厚の急変や、薄い低速度・高減衰 (Low-V/Low-Q) 層の陥入による影響は小さく、Po/So 波伝播に与える影響が小さいことも確認できた。不均質リソスフェア内で強い散乱 (拡散) を起こして広がる Po/So 波のエネルギー分布に対して、小さなスケール (数~数十 km) の小さなスケールの速度・減衰異常は影響を与えないためである。ただし、断裂帯やトランスフォーム断層を斜めに通過する場合や、これに沿って伝わる場合についての影響は、今後 3 次元モデルを用いたシミュレーションによる評価が必要である。

## プチスポットの配列と海洋プレートの変形構造 Distribution of petit-spot volcanoes in relation to deformation and structures on a subducting plate

平野 直人<sup>1\*</sup>; 中西 正男<sup>2</sup>

HIRANO, Naoto<sup>1\*</sup>; NAKANISHI, Masao<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学 東北アジア研究センター, <sup>2</sup> 千葉大学 大学院理学研究科

<sup>1</sup>Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University, <sup>2</sup>Graduate School of Science and Technology, Chiba University

Tiny submarine volcanoes, known as petit-spots, occur in regions of plate flexure prior to subduction and seamount-loading (Hirano *et al.*, 2006, 2013). The surface morphology and distribution of petit-spot monogenetic volcanoes are influenced by the stress field in the lithosphere. The magmas produced by the accumulation of melt originating from asthenosphere just below the site of plate-flexure, are able to rapidly ascend to the surface from the base of the lithosphere (Hirano *et al.*, 2006; 2011; Valentine & Hirano, 2011). As monogenetic petit-spot volcanoes are too small to be detected by satellite altimetry, their study requires a research vessel equipped for shipboard acoustic multibeam surveys. Although previously surveyed areas are limited to the regions off the Japan Trench, the eruption ages of petit-spot volcanoes in this region represent monogenetic eruptions over a period of >9 Myr over a large area, and the eruptions are related to the outer rise bathymetry. Such tiny volcanoes are ubiquitous in regions of plate flexure worldwide, and have been recently reported from the Tonga Trench (Hirano *et al.*, 2008), the Basin and Range province (Valentine & Hirano, 2010), south of Greenland (Uenzelmann-Neben *et al.*, 2012), the Chile Trench (Hirano *et al.*, 2013), an accretionary complex in Costa Rica (Buchs *et al.*, 2013), and submarine French Polynesia (Hirano *et al.*, submitted).

The spatial distribution of submarine petit-spot volcanoes remains poorly constrained because shipboard bathymetry has not covered the entire northwestern Pacific Plate. If petit-spot volcanoes occur only in regions of plate flexure, then tiny submarine volcanoes should appear homogeneously on the submarine surface of outer rises. However, areas devoid of volcanoes and lava have been found surrounding areas of petit-spot volcanoes (i.e., sites A?C in Hirano *et al.*, 2006), indicating that the local characteristics of the lithosphere, in addition to plate flexure, control the occurrence of petit-spot volcanoes. Here we report that the distribution of petit-spot volcanoes is controlled by the tectonic structure of the seafloor. We conducted submersible dives along the linearly distributed petit-spot knolls by JAMSTEC *Shinkai6500* in April 2014. Areas with tectonic fabrics appear on the subducting Pacific Plate off the Japan Trench, including a ridge-perpendicular fabric zone (RPPFZ), ridge-parallel abyssal hills (RPRAH), and subducting 'horst and graven' structures (HAGS) (Nakanishi *et al.*, 2011). At Site C, which is a trench-oceanward slope offshore from Soma City, Fukushima Prefecture, the trend of the Japan Trench changes from N?S in the north to NE?SW in the south, where two areas of trench-parallel HAGSs are intersecting in a complex manner (Nakanishi *et al.*, 2011). The distribution of young volcanic cones of more than 80 petit-spots, reported from Site C by Hirano *et al.* (2008), seems to be controlled by the fabrics of RPPFZ and RPRAH, the trends of which are continuous with the HAGS to the north and south along the trench-oceanward slope, respectively. Although the RPPFZ is not recognized as a fracture zone, its trend is sub-parallel to that of the neighboring Nosappu and Kashima fracture zones (Nakanishi, 1993). As the RPPFZ and RPRAH that control the petit-spot distribution are clearly original structures of the lithosphere (in contrast to HAGS), the occurrence of petit-spot eruptions is possibly related to lithospheric structures.

キーワード: プチスポット, アルカリ玄武岩, 太平洋プレート, アウターライズ, リソスフェア

Keywords: petit-spot, alkali-basalt, Pacific plate, outer rise, lithosphere

## 南インド洋の地磁気異常再考 Magnetic Anomalies in the Southern Indian Ocean Revisited

野木 義史<sup>1\*</sup>; 佐藤 太一<sup>2</sup>; 羽入 朋子<sup>3</sup>  
NOGI, Yoshifumi<sup>1\*</sup>; SATO, Taichi<sup>2</sup>; HANYU, Tomoko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所, <sup>2</sup> 独立行政法人産業技術総合研究所, <sup>3</sup> 総合研究大学院大学

<sup>1</sup>National Institute of Polar Research, <sup>2</sup>National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, <sup>3</sup>Graduate University for Advanced Studies

Magnetic anomalies in the Southern Indian Ocean are vital to understanding initial breakup process of Gondwana. However, seafloor age estimated from magnetic anomalies still remain less well-defined because of the sparse observations in this area. To understand the seafloor spreading history related to the initial breakup process of Gondwana, vector magnetic anomaly data as well as total intensity magnetic anomaly data obtained in the Enderby Basin, Southern Indian Ocean, are used. The strikes of magnetic structures are deduced from the vector magnetic anomalies.

Magnetic anomaly signals, most likely indicating Mesozoic magnetic anomaly sequence, are obtained almost parallel to WNW-ESE trending lineaments just to the south of Conrad Rise inferred from satellite gravity anomalies. Most of the strikes of magnetic structures indicate NNE-SSW trends, and are almost perpendicular to the WNW-ESE trending lineaments. Mesozoic sequence magnetic anomalies with mostly WNW-ESE strikes are also observed along the NNE-SSW trending lineaments between the south of the Conrad Rise and Gunnerus Ridge. Magnetic anomalies originated from Cretaceous normal polarity superchron are found in these profiles, although magnetic anomaly C34 has been identified just to the north of the Conrad Rise. However, Mesozoic sequence magnetic anomalies are only observed in the west side of the WNW-ESE trending lineaments just to the south of Conrad Rise and not detected to the east of Cretaceous normal superchron signals. These results show that counter part of Mesozoic sequence magnetic anomalies in the south of Conrad Rise would be found in the East Enderby Basin, off East Antarctica. NNE-SSW trending magnetic structures, which are similar to those obtained just to the south of Conrad Rise, are found off East Antarctica in the East Enderby Basin. However, some of the strikes show almost E-W orientations.

Moreover, the thickness of the crust increase just to the north of the Conrad Rise and clear magnetic anomaly signals considered to be magnetic anomaly C34 in this region may indicate continental-ocean boundaries while taking dredged continental origin rock samples at the Ob seamount into account. Therefore, magnetic anomaly C34 identified in the Indian Ocean must be reconsidered. These suggest complicated ridge reorganization occurred during initial breakup of Gondwana in the Indian Ocean.

キーワード: 地磁気異常, インド洋, ゴンドワナ, 大陸地殻

Keywords: magnetic anomaly, Indian Ocean, Gondwana, continental crust



## 地磁気三成分異常に基づくパラオ海盆の起源と西フィリピン海盆拡大モデルの改良 Origin of the Palau Basin and a revised spreading model of the West Philippine Basin deduced from three-component magnet

佐々木 智弘<sup>1</sup>; 山崎 俊嗣<sup>2\*</sup>; 石塚 治<sup>3</sup>

SASAKI, Tomohiro<sup>1</sup>; YAMAZAKI, Toshitsugu<sup>2\*</sup>; ISHIZUKA, Osamu<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科, <sup>2</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>3</sup> 産業技術総合研究所地質情報研究部門

<sup>1</sup>University of Tsukuba, <sup>2</sup>AORI, University of Tokyo, <sup>3</sup>GSJ, AIST

The western part of the Philippine Sea (PHS) plate was occupied by the West Philippine Basin (WPB) in the north and the Palau Basin (PB) in the south. The WPB is generally considered to have opened from about 50 to 30 Ma, but the details are still unclear; in particular the origin and age of the PB was unknown. Studying the history of the WPB is important for understanding better the initiation and evolution of the IBM Arc. Here we discuss the spreading history of the WPB using new data on three-component magnetic anomaly and swath bathymetry acquired in the PB as well as those obtained previously by JAMSTEC fleets in the southern WPB. NS-trending magnetic boundaries and seafloor fabrics occur in the PB, indicating the formation by EW seafloor spreading. With a constraint from a <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar age of 40.4 Ma obtained from the northernmost part of the PB, we interpret that the observed magnetic anomalies correspond to polarity reversals from C16n1r to C18n/C18r (35.6 to 38/39 Ma). Previous models of WPB spreading incorporated a spreading-rate decrease around 40 Ma from about 4.4 to 1.8 cm/year. Our study in the southern WPB, however, suggests that the decrease is unnecessary for correlating observed three-component anomalies to the GPTS. A typical profile along 130E corresponds to C16r to C21 (36.3 to 45.3 Ma). The cessation age of the spreading in our interpretation, about 35 to 37 Ma, is older than the previous estimation (about 30 to 33 Ma). It was difficult to constrain rotation of the PHS plate from the magnetic anomaly skewness.

Keywords: Philippine Sea plate, West Philippine Basin, Palau Basin, magnetic anomaly, seafloor spreading

## 西フィリピン海盆内背弧海盆玄武岩組成とマントルダイナミクスとの関係 The composition of back-arc basin basalts in the West Philippine Basin and association with mantle dynamics

原口 悟<sup>1</sup>; 石井 輝秋<sup>2\*</sup>

HARAGUCHI, Satoru<sup>1</sup>; ISHII, Teruaki<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 東京大学工学部, <sup>2</sup> 深田地質研究所

<sup>1</sup>(Faculty of Engineering, University of Tokyo, <sup>2</sup>Fukada Geological Institute

フィリピン海プレートは数次に渡る背弧海盆拡大によって拡張してきたが、このうち 25~15Ma に拡大した四国海盆について、拡大時に背弧側より enrich したマントルが流入したことが九州パラオ海嶺、現伊豆弧両方の基盤岩組成から示された (Ishizuka et al., 2011, Haraguchi et al., 2012)。さらに、原口他 (2013 年合同大会、火山学会秋季大会) は DSDP Leg58, ODP Leg131 等の四国海盆内の掘削試料からマントル流入の進行を考察した。本研究では、四国海盆拡大に先行する西フィリピン海盆の背弧海盆玄武岩に検討対象を拡大し、基盤岩組成からマントルダイナミクスを考察したい。

西フィリピン海盆での国際海洋掘削計画 (Deep Sea Drilling Project: DSDP) による掘削は四国海盆と同じく第 31 節が最初で、その後第 59 節、統合海洋掘削計画 (Ocean Drilling Program: IODP) 第 195 節で掘削が行われた。また、拡大軸附近ではよこすか Y9611 航海でしんかい 6500 による潜航、かいいい KR9801 航海ではドレッジによる基盤岩採取が行われている (e.g. Fujioka et al., 1999)。本研究では、これらの採取試料のうち DSDP Leg58 Site446 および ODP Leg195 Site1201 で採取された基盤岩の全岩組成分析を新規に行い、先行研究による四国海盆基盤岩の分析値と比較する。

Site1201 は西フィリピン海盆東部、セントラルベーズンフォールトの北約 500km、九州パラオ海嶺の西約 50km の位置にあり、物理探査点 WP-1 の設置を主目的として掘削された。厚さ 500m 以上の堆積物に覆われているのが特徴である。基盤岩は九州パラオ海嶺に近いにもかかわらず島弧的な特徴が見られず、西フィリピン海盆の BABB である。SiO<sub>2</sub> 量が 49~53 wt% の範囲、MgO 量は 5~8 wt% の範囲で、四国海盆の Site442~444 の基盤岩に類似するが、TiO<sub>2</sub> 量は 0.9~1.0 wt% で、四国海盆基盤岩が 1.2~1.8 wt% なのに対して顕著に低い。アルカリ元素は Na<sub>2</sub>O が 1.6~2.8 wt%、K<sub>2</sub>O が 0.1~1.6 wt% で、四国海盆基盤岩と比べると K<sub>2</sub>O は類似するが Na<sub>2</sub>O は顕著に低い。微量元素は Cr が 320~420ppm と顕著に高く、未分化であることが伺えるのに対して、Sr, Y, Zr が低い。また、Zr/Y 比、Nb/Zr 比も低く、Ishizuka et al. (2011) および Haraguchi et al. (2012) による「四国海盆拡大前の deplete したマントル」の存在が示唆される。

Site446 は大東海嶺と沖大東海嶺の間の南大東海盆西部に位置している。堆積物の厚さは 360m で、基盤岩は掘削孔最下部の約 60m から採取された。音響調査から、この火山岩は基盤ではなく、堆積物中への貫入岩体と考えられる、この火山岩体は、アルカリ系列に属する他、TiO<sub>2</sub> 量が 4~5 wt% 以上と極めて高いのが特徴で、高い TiO<sub>2</sub> 量は西フィリピン海盆北部のウルダネタ海台のプレート内火山活動や、近傍の大東海嶺、沖大東海嶺 (Ishizuka et al., 2013) にも認められないものである。このため、40Ma 頃に西フィリピン海盆西部で活動したとされるマントルプルーム (Dechamps and Laremund 2002) とは異なる化学的特徴を持つプルームが複数回活動していた可能性がある。

これらの分析結果とフィリピン海プレート内他地域のデータを比較し、マグマ起源物質および 30Ma 以前のマントルダイナミクスを考察したい。

キーワード: 背弧海盆玄武岩, 液相濃集元素比, マグマ起源物質, マントルダイナミクス

Keywords: Backarc basin basalts, Incompatible element ratio, Parent material of magma, Mantle dynamics

## 海洋性島弧における地殻内マグマ長距離移動 Long-distance magma transport from oceanic island arc volcanoes

石塚 治<sup>1\*</sup>; 下司 信夫<sup>1</sup>; 川邊 禎久<sup>1</sup>; 荻津 達<sup>1</sup>; 辻野 匠<sup>1</sup>; 坂本 泉<sup>2</sup>; Taylor Rex<sup>3</sup>; 荒井 晃作<sup>1</sup>; 中野 俊<sup>1</sup>  
ISHIZUKA, Osamu<sup>1\*</sup>; GESHI, Nobuo<sup>1</sup>; KAWANABE, Yoshihisa<sup>1</sup>; OGITSU, Itaru<sup>1</sup>; TUZINO, Taqumi<sup>1</sup>; SAKAMOTO,  
Izumi<sup>2</sup>; TAYLOR, Rex<sup>3</sup>; ARAI, Kohsaku<sup>1</sup>; NAKANO, Shun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>産総研, <sup>2</sup>東海大学, <sup>3</sup>University of Southampton

<sup>1</sup>Geological Survey of Japan/AIST, <sup>2</sup>Tokai University, <sup>3</sup>University of Southampton

Long-distance lateral magma transport away from volcanic centers is emerging as a common phenomenon where the regional stress regime is favorable. It should also be recognized as an important factor in the construction and growth of island arcs, and a potential trigger for devastating eruptions. In this contribution, we report on recent investigations into the magma dynamics of Izu-Oshima volcano: an active basaltic volcano with an extensive fissure system.

Geophysical observations in the Izu-Bonin intra-oceanic island arc indicate that magma periodically is moved away from the main basaltic composite volcanoes. When Miyakejima erupted in 2000, seismic activity migrated about 30km northwestward from the volcanic centre (Geshi et al., 2002). This event is interpreted to reflect magma injection and dike propagation at a depth range between 12 and 20km (Kodaira et al., 2002). Long-distance lateral magma transport has also been identified at the Nishiyama volcano on Hachijojima Island using petrological, geochemical and structural studies of satellite vents (Ishizuka et al., 2008). Nishiyama has provided evidence for two types of magma transport: Primitive magma moving laterally for >20km in the middle to lower crust (10-20km deep) and short distance transport (<5km) from shallow, differentiated magma reservoirs. Of these the long-distance transport seems to be controlled by a regional extensional stress regime, while short distance transport may be controlled by the local stress regime resulting from the load of the main volcanic edifice.

Izu-Oshima is flanked by numerous, subparallel NW-SE trending submarine ridges extending up to 22 km to the NW and SE from the center of the volcano. During a recent diving survey we have identified that these ridges are fissures which erupted basaltic spatter and lava flows. Furthermore, lavas are petrographically similar along each ridge, while there are noticeable differences between ridges. The subparallel ridges are observed to transect a series of knolls, the Izu-Tobu monogenetic volcanoes (ITMV), which are dispersed across this area of the rear-arc. However, there is a consistent petrographic difference between these seamounts and the ridges.

We have found similar, and in some cases a matching, geochemistry between the submarine ridges and subaerial ridges of eruptions found ascending the flanks of Izu-Oshima. This implies that the subaerial ridges and submarine ridges together represent the track of a magma transport episode away from the storage system beneath the central volcano.

ITMV and the transecting ridges are found to have quite distinct geochemical characteristics, indicative of different magma sources. Yet, they are essentially found interspersed in outcrop. The most appropriate scenario for their development is one where ITMV are fed by an "in-situ" underlying source, while the NW-SE ridges are fed by lateral magma transport from Izu-Oshima. Unlike Nishiyama volcano, Izu-Oshima does not show a compositional variation along the length of the ridges, and has no evidence of primitive magmas. Hence, the magma transport is likely to be derived from a crustal chamber where crystal fractionation and plagioclase accumulation has taken place.

## 南海トラフにおける海底地殻変動観測—東北地方太平洋沖地震後の経過報告— Seafloor geodetic observation along the Nankai Trough - Progress report after the 2011 Tohoku-oki earthquake -

佐藤 まりこ<sup>1\*</sup>; 渡邊 俊一<sup>1</sup>; 横田 裕輔<sup>1</sup>; 氏原 直人<sup>1</sup>; 石川 直史<sup>2</sup>; 望月 将志<sup>3</sup>; 浅田 昭<sup>3</sup>  
SATO, Mariko<sup>1\*</sup>; WATANABE, Shun-ichi<sup>1</sup>; YOKOTA, Yusuke<sup>1</sup>; UJIHARA, Naoto<sup>1</sup>; ISHIKAWA, Tadashi<sup>2</sup>; MOCHIZUKI,  
Masashi<sup>3</sup>; ASADA, Akira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 海上保安庁海洋情報部, <sup>2</sup> 海上保安大学校, <sup>3</sup> 東京大学生産技術研究所  
<sup>1</sup>Hydrogr. and Oceanogr. Dept. of Japan, <sup>2</sup>Japan Coast Guard Academy, <sup>3</sup>IIS, Univ. of Tokyo

海上保安庁海洋情報部では、東大生産技術研究所の技術協力の下、主に日本海溝及び南海トラフ沿いの海域において、GPS / 音響結合方式による海底地殻変動観測を行っている。これまでに、海洋プレートの沈み込みに伴う地殻変動や地震に伴う地殻変動を検出し、学会等で報告してきた。

南海トラフにおいては、2002～2004年に、御前崎沖から室戸岬沖にかけての海域に6点の海底基準点を設置し、測量船による繰り返し観測を行ってきた。その結果、2011年3月の東北地方太平洋沖地震前までの観測から、各海底基準点の移動速度として西北西方向に2～5cm/年の速度が得られ、場所による速度の違いが示唆されていた。

さらに、同地震後には、南海トラフで発生する地震の震源域全域をカバーするため、四国沖を中心に海底基準点を9点増設し、地震後の地殻変動の検出を目指して観測を継続している。既設6点を含む全15点で移動速度が得られれば、プレート間の固着状況の空間変化が検出できると期待される。

海底基準点の増設から約2年が経過し、多くの海底基準点でフィリピン海プレートの沈み込みによると考えられる西向き及び北向きの地殻変動が捉えられはじめている。また、場所による移動速度の違いも見えてきている。

本講演では、南海トラフで実施している海底地殻変動観測について、東北地方太平洋沖地震後の経過報告を行う。

キーワード: 海底地殻変動観測, 海底測地, 南海トラフ

Keywords: Seafloor geodetic observation, Seafloor geodesy, Nankai Trough

## 2011年東北地方太平洋沖地震後の海底地殻変動 Postseismic seafloor movements following the 2011 Tohoku-oki earthquake detected by GPS/acoustic positioning

渡邊 俊一<sup>1\*</sup>; 佐藤 まりこ<sup>1</sup>; 横田 裕輔<sup>1</sup>; 氏原 直人<sup>1</sup>; 石川 直史<sup>2</sup>; 望月 将志<sup>3</sup>; 浅田 昭<sup>3</sup>  
WATANABE, Shun-ichi<sup>1\*</sup>; SATO, Mariko<sup>1</sup>; YOKOTA, Yusuke<sup>1</sup>; UJIHARA, Naoto<sup>1</sup>; ISHIKAWA, Tadashi<sup>2</sup>; MOCHIZUKI,  
Masashi<sup>3</sup>; ASADA, Akira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 海上保安庁海洋情報部, <sup>2</sup> 海上保安大学校, <sup>3</sup> 東京大学生産技術研究所

<sup>1</sup>Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, <sup>2</sup>Japan Coast Guard Academy, <sup>3</sup>Institute of Industrial Science, University of Tokyo

海上保安庁では、GPS/音響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実施し、繰り返し観測を実施してきた。東北地方太平洋沖地震の発生後には、その余効変動を把握するため、定期的に観測を実施している。2014年1月までには、各海底基準点で9-15回の観測を実施した。

各海底基準点は東北地震前に設置したものを使用している。Sato et al. (2011)は、地震の前後の観測から、震央付近に位置するMYGI及びその北北東約70 kmに位置するKAMS海底基準点がそれぞれ24 m, 23 m 東南東に移動していたことを示し、震央付近の領域下で大きなすべりが発生したことを明らかにした。また、震源域南部のCHOS及びFUKUでは1-5 m程度と、比較的小さな変動であったことも示している。

地震後の繰り返し観測の結果、CHOS及びFUKUについては、余効すべりに伴う、時間とともに減衰する東南東向きの変動が捉えられた。これは、陸域の観測結果(Ozawa et al., 2012)と整合的である。一方、MYGI及びKAMSは、ほぼ一定速度で西北西方向に移動している。これは、余効すべりに伴う変動とは全く異なる。また、MYGIの西方約50 kmに位置するMYGWでは南向きの変動が検出されたが、この方向は、プレートの収束方向とほぼ直交している。上下方向の変動については、CHOS以外の観測点で沈降していることが観測された。

このように、海底の測地観測からは、非常に複雑な地殻変動分布が検出されている。本発表では、得られた最新の観測成果について報告する。

キーワード: 海底地殻変動観測, 東北地方太平洋沖地震

Keywords: seafloor geodetic observation, the 2011 Tohoku Earthquake

## 受託研究「海底地殻変動観測の高度化」における東北大学の研究成果 A summary of the achievement in the project for advanced GPS/acoustic survey

木戸 元之<sup>1\*</sup>; 藤本 博己<sup>1</sup>; 日野 亮太<sup>1</sup>; 太田 雄策<sup>2</sup>; 長田 幸仁<sup>1</sup>; 飯沼 卓史<sup>1</sup>; 東 龍介<sup>1</sup>; 和田 育子<sup>1</sup>; 鈴木 秀市<sup>2</sup>; 富田 史章<sup>3</sup>; 今野 美冴<sup>3</sup>

KIDO, Motoyuki<sup>1\*</sup>; FUJIMOTO, Hiromi<sup>1</sup>; HINO, Ryota<sup>1</sup>; OHTA, Yusaku<sup>2</sup>; OSADA, Yukihiro<sup>1</sup>; IINUMA, Takeshi<sup>1</sup>; AZUMA, Ryosuke<sup>1</sup>; WADA, Ikuko<sup>1</sup>; SUZUKI, Syuichi<sup>2</sup>; TOMITA, Fumiaki<sup>3</sup>; IMANO, Misae<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東北大学 災害科学国際研究所, <sup>2</sup> 東北大学 地震噴火予知研究観測センター, <sup>3</sup> 東北大学 理学研究科

<sup>1</sup>IRIDeS, Tohoku Univ., <sup>2</sup>RCPEV, Tohoku Univ., <sup>3</sup>Sci., Tohoku Univ.

GPS/acoustic survey is known as a most probable way to measure the crustal deformation of seafloor far from the coasts, where dense GPS network is not available. We, Tohoku University, together with Nagoya University and Japan Coast Guard dedicated in GPS/acoustic survey for more than decade. MEXT has been strongly promotes our activities though financially support as governmental project. We summarize individual topics in the project.

For the moored buoy, collaborating with JAMSTEC and JAXA, we have started long-term continuous and realtime seafloor geodetic survey at Kumano-nada. At the early stage of the project, we employed a small buoy, which can be also used as towing survey, at off-Miyagi site. Because the size of battery is limited, sea-trials was lasting only for two days. However, using this platform, we developed an automatic ranging system and simple on-demand operation technique via UHF communication. In 2012, we have started developing a automatic ranging system in a realistic working condition using a time-proven platform, m-TRITON buoy, operated by JAMSTEC. Together with JAMSTEC and JAXA, satellite communication part and GPS positioning part have been shared for multi-purpose. Tohoku University group concentrate acoustic ranging part and onsite data processing to compute precise traveltimes. Using a limited onsite resource in the buoy, we have eliminated unnecessary and redundant procedure and data as possible. The first sea-trial took place in 2013 for four months and the ongoing second trial has started in 2014 for six months. In the second trial, acoustic ranging data has been successfully transmitted to onshore station every week and we can monitor it from our laboratory.

For the Autonomous Surface Vehicle (ASV) system, we aimed to develop an automatic survey system, which can also be used simultaneous measurements from other platform, such as a research vessel, for improve the ranging accuracy with multi-acoustic-paths. In our system, vehicle is like an unmanned boat (2.4m long and 400kg in weight), whose propulsion system is driven by electric power from onboard diesel generator lasting for a week. As the ASV system demonstrates sufficient performance for our use in GPS/acoustic survey, it can be a candidate of multi surface platform for simultaneous ranging to achieve high accuracy GPS/acoustic measurement taking the spatial sound speed variation into account.

After the Tohoku-Oki earthquake in 2011, the project has an extra mission that significantly enhance the survey framework, especially in deep seafloor (>5000m) near the trench axis. In this extra mission, we have developed a new type of seafloor transponder that works at over 5000m depth and its acoustic communication range is greater than 15km. We made 86 transponders in total and constructed 20 new GPS/acoustic station along the Japan Trench in 2012. In addition, we chartered a research ship for about 50 days per year to construct and observe the new stations. At present we have carried out four times of campaign surveys during 2012-2013. At these new stations, we conducted both moving and stationary surveys, the former generally took several hours and the latter 12 hours for each station. We found a problem in acoustic property in the new transponders, which can be corrected with post-processing shown in Azuma et al. (2014, JpGU). Campaign surveys ranges only about one year, but we have observed post-seismic movement at selected stations. These results are reported in Tomita et al. (2014, JpGU). The new transponders are hybrid type so that Japan Coast Guard has started to make measurements with their own system at several stations above.

This work has been supported by MEXT project for advanced GPS/acoustic survey. Staffs in RCPEV and IRIDeS, Tohoku University gave dedicated support and collaborative operation in the onboard and GPS surveys. The construction and surveys in the new stations were collaboration with Nagoya University.

キーワード: 海底地殻変動観測, 係留ブイ, 自航式ブイ, 日本海溝

Keywords: GPS/acoustic, moored buoy, autonomous surface vehicle, Japan trench

## 海底地殻変動観測による東北地方太平洋沖地震の余効変動検出 Detection of post-seismic movement after Tohoku-oki Earthquake using GPS/Acoustic technique

富田 史章<sup>1\*</sup>; 木戸 元之<sup>2</sup>; 長田 幸仁<sup>2</sup>; 東 龍介<sup>2</sup>; 藤本 博己<sup>2</sup>; 日野 亮太<sup>2</sup>; 飯沼 卓史<sup>2</sup>; 太田 雄策<sup>1</sup>; 和田 育子<sup>2</sup>  
TOMITA, Fumiaki<sup>1\*</sup>; KIDO, Motoyuki<sup>2</sup>; OSADA, Yukihito<sup>2</sup>; AZUMA, Ryosuke<sup>2</sup>; FUJIMOTO, Hiromi<sup>2</sup>; HINO, Ryota<sup>2</sup>; IINUMA, Takeshi<sup>2</sup>; OHTA, Yusaku<sup>1</sup>; WADA, Ikuko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 東北大学災害科学国際研究所

<sup>1</sup>Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>2</sup>International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

GPS/音響結合方式による海底地殻変動観測 (GPS/A 観測) は、陸上の測地観測では得られない海底の変動を直接測定することのできる測位技術である。GPS/A 観測により、2011 年東北地方太平洋沖地震時に海溝近くでの巨大な地震時変位を直接捉える (Kido et al., 2011; Sato et al., 2011) など、陸上から 150km 以上離れた海溝近傍の測位に成功している。

2011 年東北地方太平洋沖地震の発生を受け、我々は地震後の余効変動を捉えるため、日本海溝沿いに新たに 20 点の海底地殻変動観測点を設置した。既設の観測点を含めると合計 23 点となる。我々はこれらの観測点において、地震後 4 回のキャンペーン観測 (2012/9, 2012/11, 2013/8, 2013/10) を実施した。

我々の観測では、各観測点を構成する 3~6 台の個々の海底局位置を求めるための移動観測と、求めた海底局間の相対位置を固定し、その海底局アレイ中心位置を推定し最終的な変位を得るための中心定点観測との 2 通りを行っている。しかしながら、以下に述べる 2 つの問題により、精密な測位結果を求めることが困難となっていた。

1 つ目は、相互相関波形の乱れである。GPS/A 観測における音響測距解析では、送信信号と受信信号の相互相関をとり、その最大ピークの時刻を往復走時として読み取っている。しかし、相互相関波形が 0.3 - 0.5ms 程度の間隔で複数のピークを持ち、それぞれのピークの振幅が海上局と海底局の位置関係に応じて変化している様子が見られた。我々は、複数ピークからショット毎に最前のピークを検出するアルゴリズムを開発し、走時の読み取り誤差を改善した。この問題の詳細と対処法に関しては、東・他 (2014, JpGU) で報告する。

2 つ目は、音響送受波器と GPS アンテナの相対位置の推定精度である。今回の観測では、舷側にポールを設置し、その先に音響送受波器を取り付けていたが、GPS アンテナとの相対位置の事前計測が困難であり、初期値として仮定した暫定位置関係に 1m 程度のオフセットが発生していた。音響送受波器の水平方向のオフセットの影響は、アレイ解析結果に船のヘディングに応じて系統的に表れるため、この性質を利用し、水平方向に関しては 5cm 程度の精度でオフセットを補正することができた。鉛直方向のオフセットは音速の補正に含まれるため、アレイの水平位置の推定への影響は小さいと考えられる。しかしながら、現在のオフセット推定精度では信頼性の高い測位結果を得るには不十分なため、より高精度なオフセット推定を行う方法を検討する必要がある。

本予稿執筆時点では、4 回のキャンペーン観測の内、取得データ量の多い 2012/9 と 2013/7 のデータのアレイ中心位置精密解析を行っているが、上記の補正処理を行うことで、10 観測点での暫定的な変位を得ることに成功している。その結果はおおよそ、宮城沖では陸向き、三陸沖では海溝向きの挙動を示した。本発表では、解析手法の概要を説明するとともに、未処理の 2012/11 と 2013/10 の観測データも含め測位解析を進め、余効変動の最新の推定結果について報告する。

キーワード: 海底測地, 東北地方太平洋沖地震, 日本海溝, 余効変動

Keywords: seafloor geodesy, Tohoku-oki Earthquake, Japan Trench, post-seismic movement

## 海底測地観測を用いた巨大地震発生域の固着回復過程の解明 Understanding recoupling process using a seafloor geodesy in megathrust earthquake zone

長田 幸仁<sup>1\*</sup>; 伊藤 喜宏<sup>2</sup>; 木戸 元之<sup>1</sup>; 日野 亮太<sup>1</sup>; 飯沼 卓史<sup>1</sup>  
OSADA, Yukihito<sup>1\*</sup>; ITO, Yoshihiro<sup>2</sup>; KIDO, Motoyuki<sup>1</sup>; HINO, Ryota<sup>1</sup>; IINUMA, Takeshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学 災害科学国際研究所, <sup>2</sup> 京都大学 防災研究所

<sup>1</sup>IRiDes, Tohoku University, <sup>2</sup>DPRI, Kyoto University

東北日本沖の日本海溝は太平洋プレートの沈み込みにより大きな被害をもたらすプレート境界型地震が発生する場所として知られている。2011年東北地方太平洋沖地震では、海溝軸に近づくにつれ急激に大きくなる地震時変位が海底測地観測により捉えられている (Kido et al., 2011; Sato et al., 2011)。このことから巨大地震発生メカニズムを理解する上で海溝近傍での地殻変動観測の重要性が示唆される。

2013年5月10?23日の日程で実施されたKR13-09航海において、2011年東北地方太平洋沖地震の浅部滑り域の直上に地殻歪み速度を調べる目的で海溝陸側斜面、海溝軸、海側斜面の3カ所にそれぞれ1台の海底間音響測距装置を設置し、4ヶ月にわたり機器間の距離の時間変化をモニタリングした。この観測で技術的に困難な点は、1つは海溝軸を挟むように設置するためには、基線長3 km以上で計測することである。従来の海底間音響測距装置は、基線長1 kmを想定したものであったが、基線長を伸ばすため音響信号の受信感度を向上させる改良を施した。改良した装置を用いた試験観測をKR13-04航海で実施し、基線長3.5 kmで音響測距ができることを確認している。もう一つは海底付近の温度深度勾配により音波の波線が下方に曲がるために音源を4~4.5mほど立ち上げると同時に、基線間に音波を遮る地形が存在しないことを確認することが重要である。さらに音源を立ち上げることで増大した底層流の抵抗を回避して長期安定した設置状態を確保する事である。そこで立ち上げ脚の下部とアンカーの間にユニバーサルジョイントを設け装置が自由に傾くことができるようにすることにより、底層流の抵抗が設置部分に不安定をもたらすトルクを与えないように配慮した。また音波の波線を確認するため、投げ入れ設置した3台中1台をかいこう7000により0.5km程度移動させ再設置した。装置の回収は、KH-13-05 (白鳳丸) 航海にて行い、3台とも回収に成功した。

今回回収した装置により、3つの基線のうち海溝軸陸側斜面-海側斜面間 (基線長約7 km) と海溝軸-海側斜面 (基線長約3.6km) で約4ヶ月間のデータを取得できたことが確認された。しかし陸側斜面-海溝軸は、音響波線が地形により遮断される場所に落下してしまったことが投入直後の位置決めで確認されていたが、回収後確認した実データでも測距が成立していない結果が確認された。今後得られた2基線のデータを解析し、日本海溝近傍の地殻変動を考察する予定である。

キーワード: 海底地殻変動, 日本海溝

Keywords: seafloor crustal movement, Japan Trench



## 高潮流域下におけるリアルタイム津波・地殻変動観測ブイシステムの海域試験 Sea trial of tsunami and crustal movement observation buoy system in real-time under environment with high speed sea cur

高橋 成実<sup>1\*</sup>; 石原 靖久<sup>1</sup>; 福田 達也<sup>1</sup>; 越智 寛<sup>1</sup>; 田原 淳一郎<sup>1</sup>; 森 尚仁<sup>1</sup>; 木戸 元之<sup>2</sup>; 太田 雄策<sup>2</sup>; 日野 亮太<sup>2</sup>; 武藤 勝彦<sup>2</sup>; 橋本 剛正<sup>3</sup>; 本橋 修<sup>3</sup>; 金田 義行<sup>1</sup>

TAKAHASHI, Narumi<sup>1\*</sup>; ISHIHARA, Yasuhisa<sup>1</sup>; FUKUDA, Tatsuya<sup>1</sup>; OCHI, Hiroshi<sup>1</sup>; TAHARA, Jun'ichiro<sup>1</sup>; MORI, Takahito<sup>1</sup>; KIDO, Motoyuki<sup>2</sup>; OHTA, Yusaku<sup>2</sup>; HINO, Ryota<sup>2</sup>; MUTOH, Katsuhiko<sup>2</sup>; HASHIMOTO, Gosei<sup>3</sup>; MOTOHASHI, Osamu<sup>3</sup>; KANEDA, Yoshiyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> 東北大学, <sup>3</sup> 宇宙航空研究開発機構

<sup>1</sup>Japan Agency for for Marine-Earth Science and Technology, <sup>2</sup>Tohoku University, <sup>3</sup>Japan Aerospace Exploration Agency

(独) 海洋研究開発機構 (JAMSTEC), 東北大学, (独) 宇宙研究開発機構 (JAXA) は共同で津波と地殻変動をリアルタイム観測するためのブイシステムの開発を 2011 年から進めている。南海トラフから南西諸島海域など地震発生域海溝軸付近を念頭に巨大地震発生に伴う津波と地殻変動をリアルタイムでかつ必要な時にデータを収集できるオンデマンドのシステムを目指している。このシステムは、水圧計と音響伝送装置をインストールした海底局、地殻変動観測用の海底トランスポンダーアレイ、位置データや海底から音響伝送されるデータの収集と衛星通信をつかさどるブイから構成される。津波の観測は海底下の水圧計とブイ上の Precise Point Positioning (PPP)、地殻変動は海底トランスポンダーアレイと水圧計、ブイ上の 4 つのアンテナの GPS データを用いて観測する。しかし、日本周辺の地震発生帯は黒潮など高潮流域下にある。このような環境で観測するためには、DART など採用されている緊張係留ではなくスラック係留を採用することが必要である。しかし、スラック係留を採用すると、音響通信の手法やブイの仕様、低消費電力を実現するための工夫等、様々な技術開発が必要になる。昨年度は試作機を製作し、熊野灘沖の海溝軸陸側域において、約 3 か月の海域試験を実施した。その結果、5.3 ノットもの強潮流域下でもブイが走錨せず、定常的な観測が可能であることを確認した。一方で、音響通信や衛星通信、ブイ上のロガー、漁具等に対するブイシステムの耐久性などに課題があることも明らかになった。これらの課題に取り組み、現在、半年の海域試験を実施中である。観測期間を 3 か月から半年に延長するため、電源は多く積む必要があるが、それに応じてスラック比、アンカー重量などを再設計して熊野灘沖に再び設置した。また、今回は海底局の水圧計ロガーに津波モードを実装した。JAMSTEC の地震津波・観測監視システムの水圧計データをもとに、津波検知のシステムを検討、海底局の水圧計ロガーに導入した。長時間平均と短時間平均の比でトリガーをかけるシステムであるが、これまで大潮時にも誤作動することなく、観測を継続中である。本講演では、現在のブイシステムの改訂内容を示し、取得されつつある水圧データを示し、このシステム開発の現状と課題、今後の開発方針を紹介する。

## 海底局マルチ測距による海底地殻変動観測の効率化に向けた検討 Study for improving efficiency in seafloor geodetic observation by means of multi acoustic ranging

横田 裕輔<sup>1\*</sup>; 佐藤 まりこ<sup>1</sup>; 渡邊 俊一<sup>1</sup>; 石川 直史<sup>2</sup>  
YOKOTA, Yusuke<sup>1\*</sup>; SATO, Mariko<sup>1</sup>; WATANABE, Shun-ichi<sup>1</sup>; ISHIKAWA, Tadashi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海上保安庁海洋情報部, <sup>2</sup> 海上保安大学校

<sup>1</sup>Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, <sup>2</sup>Japan Coast Guard Academy

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もと、2000年からGPS／音響結合方式による海底地殻変動観測を行っている。本観測は、「キネマティックGPS (KGPS) 測位」と「音響測距観測」を組み合わせることで、測量船を使用して通常1観測点あたりおよそ1日かかる観測を年間2～4回実施し、センチメートルの精度で海底基準点の移動量を求めている。これまでに、2005年宮城県沖の地震(M7.2)の地震発生からひずみの蓄積開始に至るまでの一連の海底の動き、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(M9.0)に伴う海底での地殻変動などを捉えることに成功している。

本観測は、東北地方太平洋沖地震の発生を受け、海溝型大規模地震への防災という観点から、より広範囲に密な観測が行われることが期待されている。今後、観測網の大規模化、観測の高頻度化を進めるにあたって、観測時間の短縮が求められる。そこで海上保安庁海洋情報部では、海底局に対して約10秒間隔で1局ずつ音響測距を行っている現在の手法から、複数の海底局に対してまとめて音響測距を行う手法に改め、観測時間を短縮することを検討しており、今後導入する予定である。本発表では、新しい手法と、その結果、海底地殻変動観測の効率化がどの程度可能となるかについて検討し、報告する。

キーワード: 海底地殻変動観測, 音響測距

Keywords: seafloor geodetic observation, acoustic ranging

東北日本の熱流量異常を説明する熱モデル：海溝軸に向かって厚くなる透水層内で起こる熱水循環による熱の汲み上げ  
Hydrothermal heat mining due to the aquifer thickening toward the trench axis: A model for the Japan Trench

川田 佳史<sup>1\*</sup>; 山野 誠<sup>1</sup>; 島 伸和<sup>2</sup>  
KAWADA, Yoshifumi<sup>1\*</sup>; YAMANO, Makoto<sup>1</sup>; SEAMA, Nobukazu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東大地震研, <sup>2</sup> 神戸大学大学院理学研究科  
<sup>1</sup>ERI, Univ of Tokyo, <sup>2</sup>Kobe University

**観測：**日本海溝には、年代 135 Myr の太平洋プレートが速度約 8 cm/yr で沈み込む。このような古い年代のプレート上の熱流量は、中央海嶺で形成された海洋プレートが海底面から冷やされる熱伝導過程を考えた場合、50m W/m<sup>2</sup> 程度と予想される (Stein and Stein, 1992)。これに対して、これまでに観測された熱流量値は 50-120 mW/m<sup>2</sup>、平均値は 70 mW/m<sup>2</sup> である (Yamano et al., 2008)。この日本海溝では、プレート最上部数 km に高  $V_p/V_s$  の層が観測されている (Fujie et al., 2013)。この層は、海溝の 150 km 海側から海溝にかけて徐々に厚くなっている。熱流量に異常が生じる範囲と、地震波速度に異常が生じる範囲は同程度であり、何らかの関連があることが推察される。

**仮説：**海洋プレートを構成する玄武岩の浸透率が、最上部数 100 m で熱水循環を引き起こす程度に高いことが知られており、この層は透水層と呼ばれている。我々は、Fujie et al. (2013) が観測した高  $V_p/V_s$  層の厚化は、高浸透率の層が厚くなった結果であると考えた。この考えの元、透水層が時間と共に厚くなる系での熱対流モデルを作り、どのような熱流量異常が生じるかを計算した。

**結果：**日本海溝に対する典型的なパラメータを用いて計算を行った。その結果、透水層の厚化とともに熱流量が増加することが分かった。すなわち、Yamano et al. (2008) が観測した高熱流量異常 20 mW/m<sup>2</sup> を説明することができる。この熱流量異常の原因は、時間とともに厚くなる透水層の下からの熱の汲み上げである。深くなるほどプレート温度が高いこと、熱対流が起こる透水層はほぼ等温に置かれることを念頭に置くと、透水層が下方に厚くなることは等温の部分が高温の領域に浸食していくことを意味する。厚くなりつつある透水層は、下方から次々にやってくる熱を強制的に上側に放出することで等温の状態を保つ。このことで、透水層の上側にある堆積層は熱を受け取って温度が上がり、したがって熱流量もまた上がる。

キーワード: 熱水循環, 熱流量, 日本海溝, 地震発生帯  
Keywords: hydrothermal circulation, heat flow, the Japan Trench, seismogenic zone

## インド洋ロドリゲス三重会合点かいいいフィールド熱水域における地震波速度構造と地震活動調査 Seismic structure and seismicity survey at the Kairei hydrothermal vent field in the Indian Ocean

佐藤 利典<sup>1\*</sup>; 高田 裕能<sup>1</sup>; 今井 裕輝<sup>2</sup>; 野口 ゆい<sup>1</sup>; 河野 昭博<sup>1</sup>; 山田 知朗<sup>3</sup>; 篠原 雅尚<sup>3</sup>  
SATO, Toshinori<sup>1\*</sup>; TAKATA, Hiroyoshi<sup>1</sup>; IMAI, Yuki<sup>2</sup>; NOGUCHI, Yui<sup>1</sup>; KOUNO, Akihiro<sup>1</sup>; YAMADA, Tomoaki<sup>3</sup>; SHINOHARA, Masanao<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 千葉大学理学部, <sup>3</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup>Graduate School of Science, Chiba Univ., <sup>2</sup>Dep. Science, Chiba Univ., <sup>3</sup>ERI, Univ. Tokyo

### 1. Introduction

In the first segment of the central Indian Ridge from the Rodriguez triple junction, the Kairei hydrothermal vent field exists and extrudes hydrothermal fluid with richer hydrogen content compared to other hydrothermal vents in the world. Around the Kairei hydrothermal field, serpentinized peridotite and troctolites, and gabbroic rocks were discovered. These deep-seated rocks exposed around the Kairei field may cause the enrichment of H<sub>2</sub> in the Kairei fluids. At the Kairei field, a hydrogen-based subsurface microbial ecosystem and various hydrothermal vent macrofauna were found. In the TAIGA Project (Trans-crustal Advection and In situ reaction of Global sub-seafloor Aquifer), this area is a representative field of TAIGA of hydrogen. To investigate how the deep-seated rocks (originally situated at several kilometers below seafloor) are uplifted and exposed onto seafloor, and the hydrothermal fluids circulate in subsurface, we conducted a seismic refraction/reflection survey and seismicity observation with ocean bottom seismometers (OBSs).

### 2. Observation

We conducted a seismic survey around the Kairei hydrothermal field from January 27 to March 19 in 2013 using S/V Yokosuka of Jamstec. We used 21 OBSs, an air gun (GI gun) and a single channel streamer cable. Deployed intervals of OBSs are about 7.5 km, and 2 km near the Kairei field. Survey lines are 5 lines NNW-SSE direction parallel to the ridge axis, 5 lines E-W direction, and 5 lines NNE-SSW direction. Line lengths are from 7 km to 30 km. In addition, we conducted other 5 lines pass around the point just above the Kairei hydrothermal field and the Yokoniwa Rise. The air gun was a GI gun with 355 cu. in. (5.5 l), and the shot interval was 40 s (about 100 m).

### 3. Results

From seismicity observation, we found many micro earthquakes in this area. A swarm of micro earthquakes exists at a location about 1 km northwest of the Kairei field. The swarm has a NNW-SSE strike, parallel to the ridge axis. The depth of the swarm is very shallow (~4 km from seafloor). This swarm may be related to the hydrothermal activities of the Kairei field. At the first segment of the central Indian Ridge, many micro earthquakes occurred. The depth of these events is deeper than that of the swarm near the Kairei field.

### Acknowledgements

We thank the captain and the crew of S/V Yokosuka of Jamstec for their support. This work was supported by Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (Grant Number 20109002, TAIGA project).

キーワード: 海底下の大河, 熱水地域, 地震活動, インド洋三重会合点

Keywords: TAIGA, hydrothermal area, seismicity, Triple junction in the Indian Ocean

## ホウ素同位体比を用いた沖縄トラフ海底熱水中のホウ素の起源の解明 Origin of boron in Okinawa Trough hydrothermal fluids using B isotope as a tracer

土岐 知弘<sup>1\*</sup>; 蝦名 直也<sup>1</sup>; 新城 竜一<sup>1</sup>; 石橋 純一郎<sup>2</sup>  
TOKI, Tomohiro<sup>1\*</sup>; EBINA, Naoya<sup>1</sup>; SHINJO, Ryuichi<sup>1</sup>; ISHIBASHI, Jun-ichiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 琉球大学, <sup>2</sup> 九州大学

<sup>1</sup>University of the Ryukyus, <sup>2</sup>Kyushu University

沖縄トラフは、フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈み込んでいる琉球弧における背弧海盆であり、複数の海底熱水系が見ついている。海底熱水系の周辺には、海底熱水鉱床が分布していると考えられており、有用な金属も多く含まれている。このような海底熱水鉱床の形成メカニズムや濃集過程を知るためにも、海底熱水循環の経路やその周辺の地質に関する情報、さらにはそれらの温度環境を把握することは大変重要である。沖縄トラフには、ユーラシア大陸から大量の陸源性堆積物が供給されており、海底熱水中の化学組成においても海底堆積物の影響が見られると考えられている。堆積物由来の化学物質としては、メタンやアンモニアの他にホウ素 (B) も挙げられる。B には二つの安定同位体が存在するが、堆積物中には <sup>10</sup>B が選択的に取り込まれることや、<sup>11</sup>B の方が液相に対して高い溶解性を示すことなどが知られている。本研究では、沖縄トラフに見ついている複数の海底熱水系から採取した海底熱水中のホウ素同位体比を調べ、海底熱水が反応した海底下における固相のホウ素同位体比及び反応温度に関する情報を導き出すことを目的としている。

海底熱水試料は、WHATS 採水器を搭載した Hyper Dolphin やしんかい 6500 を用いて、伊平屋北海丘、伊是名海穴 (JADE サイト及び HAKUREI サイト)、鳩間海丘、第四与那国海丘から採取した。試料は、船上においてメッシュサイズ 0.45 μm のメンブレンフィルターを用いてろ過し、HNO<sub>3</sub> を添加して持ち帰った。測定に先だって、5 mL のコンカルバイアル瓶を用いてホウ素を単離し、50 ppb のホウ素が含まれている溶液 0.5~1 mL とした。測定は、Thermo Fisher SCIENTIFIC 社製のマルチコレクター誘導結合プラズマ質量分析装置 Neptune plus を用いて行い、標準試料 NBS SRM 951 (<sup>11</sup>B/<sup>10</sup>B = 4.0056 ± 0.5) を用いて規格化した。分析精度は ± 0.3% 以内である。

沖縄トラフ海底熱水中には、堆積物のない中央海嶺における海底熱水系と比べると、ホウ素濃度が高く、<sup>10</sup>B に富んでいた。また、フィールド間においても違いが見られ、第四与那国海丘で最も <sup>10</sup>B に富んでおり、伊是名海穴における JADE 及び HAKREI サイトがこれに続く値を取り、伊平屋北海丘及び鳩間海丘における海底熱水中のホウ素同位体比 ( $\delta^{11}\text{B}$ ) が最も <sup>10</sup>B に乏しかった。海底熱水中の  $\delta^{11}\text{B}$  と、これまで報告されているメタンの炭素同位体比 ( $\delta^{13}\text{C-CH}_4$ ) とは極めて強い相関を示した。このことから、 $\delta^{11}\text{B}$  の変動要因は、 $\delta^{13}\text{C-CH}_4$  と同様の変動要因である可能性が示唆された。 $\delta^{13}\text{C-CH}_4$  の変動要因は、海底堆積物中の有機物が熱分解して生成するメタンと、微生物が生成するメタンの混合比率であると考えられている。このことから、 $\delta^{11}\text{B}$  も高温で堆積物と反応したか、低温で堆積物と反応したかを表している可能性が示唆された。

You et al. (2001) において、水熱実験から示された固相と液相の同位体分別と反応温度との関係を用いて、反応温度を見積もった。固相の  $\delta^{11}\text{B}$  としては、沖縄トラフの海底表層で採取された海底堆積物の  $\delta^{11}\text{B}$  (- 5.4 及び - 2.2 ‰) を用いて行った。その結果、解の得られない海底熱水系があることが示された。そこで、堆積物からの B の溶出についての下限温度と考えられる 50 °C から、熱水が海底下において臨界点を達する 400 °C までの間で解を持ちうる固相の  $\delta^{11}\text{B}$  を見積もると、- 20~- 10 ‰といった範囲の  $\delta^{11}\text{B}$  を持つ固相と反応すれば解を持ちうることを示された。このことから、反応した固相の  $\delta^{11}\text{B}$  は、沖縄トラフの表層堆積物よりも <sup>10</sup>B に富んだ物質であることが明らかとなった。海底堆積物は熱水変質を受けると、ホウ素同位体比が <sup>10</sup>B に富むことが示されている。このことから、沖縄トラフ海底熱水中の B の起源は、表層堆積物よりも熱水変質が進んだ海底堆積物である可能性が示された。また、反応温度としては、伊平屋北海丘が最も低く、鳩間海丘、伊是名海穴 (JADE 及び HAKUREI サイト)、第四与那国海丘における海底熱水系がこれに続く。このことから、伊平屋北海丘及び鳩間海丘の涵養域には大量の堆積物があり、これらから低温で溶出したホウ素が熱水中に供給されていると考えられる。一方、第四与那国海丘における海底熱水系の場合は、涵養域のみならず、反応域にまで堆積物の分布が達しているために、高温で堆積物から溶出したホウ素が熱水中に供給されていることが示唆された。

キーワード: 海底熱水, 沖縄トラフ, ホウ素同位体比

Keywords: hydrothermal fluid, Okinawa Trough, boron isotope

## 薩摩硫黄島における浅海域熱水由来の鉄とシリカに富むマウンドの構造解析 The structure of iron- and silica-rich mounds at hydrothermal environment in shallow marine, Satsuma Iwo-Jima

倉富 隆<sup>1\*</sup>; 清川 昌一<sup>1</sup>; 池原 実<sup>2</sup>; 後藤 秀作<sup>3</sup>; 星野 辰彦<sup>4</sup>; 池上 郁彦<sup>1</sup>; 蓑和 雄人<sup>1</sup>  
KURATOMI, Takashi<sup>1\*</sup>; KIYOKAWA, Shoichi<sup>1</sup>; IKEHARA, Minoru<sup>2</sup>; GOTO, Shusaku<sup>3</sup>; HOSHINO, Tatsuhiko<sup>4</sup>; IKEGAMI, Fumihiko<sup>1</sup>; MINOWA, Yuto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学, <sup>2</sup>高知大学海洋コア総合研究センター, <sup>3</sup>産業技術総合研究所, <sup>4</sup>海洋研究開発機構

<sup>1</sup>Kyushu University, <sup>2</sup>Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, <sup>3</sup>Geological Survey of Japan, AIST, <sup>4</sup>Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

薩摩硫黄島は九州より南へ約 38 km に存在する鬼界カルデラの北西端に位置する火山島であり、流紋岩質の硫黄岳と玄武岩質の稲村岳の 2 つの後カルデラ火山が存在している。島の周囲の海水は熱水と海水の混合によって褐色または白色を呈している。島内南西部に位置する長浜湾の海底下からは熱水 (pH = 5.5, 55-60 °C, Si: 51.74 ppm, Fe: 191.00 ppm) が湧出しており (四ヶ浦・田崎, 2001), 鉄とシリカに富むマウンドが成長している。また、長浜湾内の堆積物は 1 年間で約 33 cm と非常に速い速度で堆積している (Ninomiya and Kiyokawa, 2009, Kiyokawa et al., 2012)。本研究において、我々は X 線 CT スキャン, FE-SEM, 薄片による構造観察と EDS, XRF, XRD, そして DNA の分析によって興味深い知見が見出した。サンプルはマウンドから直接採取した 20-30 cm の塊を用いた。当サンプルは肉眼によって表面を覆っている黒色で硬い層と泥質で褐色の柔らかい層に分類した。比較のために遠心分離器によって海水から採取した浮遊物粒子の観察および分析も行った。

X 線 CT スキャン観察から、黒色の層は高密度層、褐色の層は低密度層と定義した。マウンド内部は 3-4 cm 程度の凸状構造の集合体で形成されており、各低密度層は高密度層の殻によって覆われていた。低密度層内部は直径約 1 mm の多量の空洞が複雑に通っている。薄片の鏡下観察から、各層ともにフィラメント状の構造を持ち、その向きは互いに直交していた。また、低密度層から高密度層に向かうに従ってフィラメント状構造に付着する褐色粒子 (約 20 μm) の数が増加していた。FE-SEM 観察から、高密度層のフィラメント状構造は直径約 1-2 μm の粒子が連結した桿菌状の構造をなしていた。一方、低密度層は紐状の構造が多量に観察でき、その表面には直径約 0.5 μm 未満の粒子が付着していた。この紐状の構造は螺旋状、リボン状、ツイスト状の 3 タイプに分類した。長浜湾を褐色にしている浮遊物粒子も同様に観察すると、直径 0.5 μm 未満の微小粒子の凝集物であり、マウンドの主となる形成物である紐状の形態は確認されなかった。XRD, XRF の分析結果は、高密度層 (Si: 26.8 %, Fe: 56.0 %) はフェリハイドライトとオパール A で構成されており、また低密度層 (Si: 36.5 %, Fe: 43.5 %) はフェリハイドライト、オパール A, 石英, クリソバライト, トリディマイトで構成されていた。DNA 分析の結果は、ゼータプロテオバクテリア綱に属する鉄酸化菌として知られる *Mariprofundus ferrooxydans* が卓越した生物環境であることを示した。

長浜湾におけるマウンドの形成過程における初期形態としての低密度層が無機と生物的反応によって形成される。低密度層形成時にはシリカ鉱物として硫黄岳起源の火山灰が混入している。低密度層内部で観察された紐状の構造は好中性の鉄酸化菌が形成したストークであると考えられる。このような鉄酸化菌は熱水と海水が混合する酸化還元の境界部を好んで生息すると言われている (Chan et al., 2011)。外部の高密度層の殻はこれらの生物活動によって形成された可能性がある。高密度層の殻の内側では無機、生物的反応が継続することで低密度層より相対的に高い鉄含有率を持つ高密度層が形成される。

低密度層と高密度層が形成されるプロセスが複数回繰り返されることで内部に熱水の通り道である空洞を持った凸状の集合体が形成される。当地域におけるマウンドの高い成長速度はおそらく鉄酸化菌の活動の影響を大きく受けている。

キーワード: 熱水, 水酸化鉄, 鉄酸化バクテリア, 浅海域

Keywords: hydrothermal activity, iron-hydroxide, iron-oxidizing bacteria, shallow marine

## リアルタイム津波・地殻変動観測ブイシステムを用いた海底地殻変動観測 GPS/acoustic measurement using a multi-purpose moored buoy system

今野 美冴<sup>1\*</sup>; 木戸 元之<sup>2</sup>; 太田 雄策<sup>1</sup>; 福田 達也<sup>3</sup>; 越智 寛<sup>3</sup>; 高橋 成実<sup>3</sup>

IMANO, Misae<sup>1\*</sup>; KIDO, Motoyuki<sup>2</sup>; OHTA, Yusaku<sup>1</sup>; FUKUDA, Tatsuya<sup>3</sup>; OCHI, Hiroshi<sup>3</sup>; TAKAHASHI, Narumi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東北大学理学研究科, <sup>2</sup> 東北大学災害科学国際研究所, <sup>3</sup> (独) 海洋研究開発機構

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>2</sup> IRiDeS, Tohoku University, <sup>3</sup> Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

現在、南海トラフの震源域直上における地殻変動のモニタリングと津波の早期検出へ向けて、JAMSTEC・JAXA・東北大学による、係留ブイを用いたリアルタイム津波・地殻変動連続観測システムの開発および試験観測が行われている。これは、海底に設置した圧力計で津波と鉛直地殻変動を、精密単独測位により海面高および係留ブイの位置をそれぞれモニターし、さらにブイ-海底局間の音響測距と合わせた GPS / 音響結合方式で水平地殻変動を検出するというものである。得られるデータは衛星通信を用いて陸上基地局へ送信されるため、リアルタイムで連続的に津波・地殻変動を観測することが可能となる。2013年には初回の試験観測が熊野灘で実施され、システムの改良後、2014年に2度目の試験観測を実施中である。本発表では、このうち GPS / 音響結合方式の音響測距に特有の問題について取り上げ、2013年の観測時に得られた音響測距データの解析から今後の音響測距部分のシステムの改良内容を提案し、2014年の観測で取得されつつあるデータについても報告する。

音響測距に使用される音響波形をそのまま陸上に伝送することは、容量の面で現実的ではなく、ブイ上で処理された結果のみを送ることが要求される。ブイ上の低消費電力機器で必要な処理を行うため、(1) 収録波形から必要最小限の部分を切り出し、波形処理後に (2) 必要最小限の情報のみを陸上に伝送する必要がある。(1) に関して現行システムでは、音響測距で得られた受信波形を、ブイの暫定位置と各海底局位置から算出した理論走時の  $\pm 20\text{ms}$  の測距信号切り出し窓によって切り出す。その後、精密な観測往復走時を得るため切り出した受信波と送信波の相互相関波形を計算する。音響ノイズの状況によっては、必ずしも最大相関位置が正しい走時であるとは限らないので、最大相関ピークを中心とした  $1\text{ms}$  の窓幅で切り出し、相関波形そのものを陸へ送信する (2)。相関波形は  $8\text{bit} \cdot 100\text{kHz}$  であるので、1 波形あたり  $101\text{byte}$  の容量となる。

理論走時推定精度に影響を及ぼす GPS の NMEA 出力で得られる暫定位置精度および平均海中音速の不確定性についてその振れ幅を勘案した結果、(1) の切り出し幅  $\pm 20\text{ms}$  は必要最低限であり、すべての測距について確実に切り出すためには、 $\pm 30\text{ms}$  程度が望ましいことがわかった。一方、陸上に送信する相関波形については、相関ピークの包絡線は  $1\text{ms}$  に収まっており、 $1\text{ms}$  の切り出し幅は妥当であると考えられる。しかし、海面反射などにより、見かけの相関ピークが現れることが確認されており、その場合、切り出し幅の調整だけでは対応できず、別途正しい相関ピークを検出するアルゴリズムの開発が必要である。海面反射が発生する条件に付いて実データにもとづく検証を行い、音波の入射角とトランスデューサの指向性で説明できることが判明し、現在この仮説に基づく、相関ピーク自動検出アルゴリズムを検討している。

キーワード: 海底地殻変動, 係留ブイ

Keywords: crustal deformation, moored buoy

## 陸域および海域の地殻変動速度を用いた南海トラフ沿いのすべり欠損速度のインバージョン解析 Inversion analysis for slip deficit rate along the Nankai Trough using on- and offshore crustal velocities

渡部 豪<sup>1\*</sup>; 田所 敬一<sup>1</sup>; 安田 健二<sup>1</sup>; 藤井 越百<sup>1</sup>; 生田 領野<sup>2</sup>; 奥田 隆<sup>1</sup>; 久野 正博<sup>3</sup>  
WATANABE, Tsuyoshi<sup>1\*</sup>; TADOKORO, Keiichi<sup>1</sup>; YASUDA, Kenji<sup>1</sup>; FUJII, Cosumo<sup>1</sup>; IKUTA, Ryoya<sup>2</sup>; OKUDA, Takashi<sup>1</sup>; KUNO, Masahiro<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, <sup>2</sup>Department of Geosciences, Shizuoka University, <sup>3</sup>Mie Prefecture Fisheries Research Institute

南海トラフでは、プレート境界型巨大地震が 100-150 年の繰り返し周期を持って発生していることがよく知られている。最近では、GEONET 等により、精密かつ詳細な地殻変動が捉えられるようになったが、依然として海域で起こる地殻変動に関しては、それらの検知能力やすべりの解像度は低いままである。このような背景のもと、2000 年頃より実用化に向けて開発が進められてきた、GPS と音響測距技術を組み合わせた海底地殻変動観測が、現在では、海域で起こる地殻変動の推定に対して、有効かつ必要不可欠なツールとして認識されるようになる。

本研究では、2004 年から 2012 年に行われた海底地殻変動観測結果を示すとともに、それらの地殻変動速度と陸域の GEONET の地殻変動速度を用いて、先験情報付きのインバージョン解析より、南海トラフ沿いのすべり欠損速度の推定を行った。この結果、四国沖合では、50 mm/yr を超えるすべり欠損速度の大きい領域が存在し、これらは、紀伊半島沖合で、およそ 30-50 mm/yr に減少することが示された。さらに、伊勢湾以東から駿河湾にかけての領域では、およそ 10-30 mm/yr になることが明らかとなった。ただし、駿河湾内部にすべり欠損速度が ~40 mm/yr となる領域も存在した。続いて、南海トラフ沿いの海底観測点が将来的に増設されることが明らかであるので、それらの位置情報を用いて、すべりの解像度について調べた。海域観測点の増加に伴い、全体的に海域のすべりの解像度が向上することが示された。しかし、それでも、足摺岬沖合、室戸岬沖合、紀伊半島沖合の海溝付近の解像度は依然として低いままで、地震間の歪蓄積状況のさらなる把握には海溝付近の観測が必要であると言える。

キーワード: GPS/音響, 南海トラフ, 地殻変動, すべり欠損速度, すべりの解像度

Keywords: GPS/Acoustic, Nankai Trough, crustal deformation, slip deficit rate, slip resolution



## 海底地殻変動データ解析の高精度化・自動化に向けた測距信号走時読み取り手法の検討 Development and examination of new methods for traveltime detection in GPS/A geodetic data to high-precise and automatic

東 龍介<sup>1\*</sup>; 富田 史章<sup>2</sup>; 飯沼 卓史<sup>1</sup>; 日野 亮太<sup>1</sup>; 木戸 元之<sup>1</sup>; 藤本 博己<sup>1</sup>; 長田 幸仁<sup>1</sup>; 太田 雄策<sup>3</sup>; 和田 育子<sup>1</sup>  
AZUMA, Ryosuke<sup>1\*</sup>; TOMITA, Fumiaki<sup>2</sup>; IINUMA, Takeshi<sup>1</sup>; HINO, Ryota<sup>1</sup>; KIDO, Motoyuki<sup>1</sup>; FUJIMOTO, Hiromi<sup>1</sup>; OSADA, Yukihito<sup>1</sup>; OHTA, Yusaku<sup>3</sup>; WADA, Ikuko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学災害科学国際研究所, <sup>2</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>3</sup> 東北大学地震・噴火予知研究観測センター  
<sup>1</sup>IRDeS, Tohoku Univ., <sup>2</sup>Graduate School of Science, Tohoku Univ., <sup>3</sup>RCPEVE, Tohoku Univ.

近年培われてきた GPS - 音響結合方式による海底地殻変動観測技術の向上の恩恵もあり、我々は 2011 年東北地方太平洋沖地震のメカニズムの真相解明に大きく近づいている。しかしながら、現状では陸上 GPS 観測に比べ精度が 2 桁ほど劣るために、より高精度な変位の検出に向けた様々な誤差要因の洗い出しが必要である。本研究では、その一つとして測距信号の走時読み取りに関する問題に注目した。

従来の海底地殻変動解析手法では、船上局から送信する音響測距信号と海底局からの返信信号との相関が最大となる時刻を観測走時として読み取り、これをもとに海底局位置の推定およびアレイ重心位置の推定を行ってきた。ところが、船体-海底局の位置関係(斜め距離、波線の入射角)に応じてマルチパスの現れ方が変化するために後続波の相関係数の方が最大となる場合もあり、処理後に視認で再読み取りしてデータの品質向上をはかっていた。東北沖地震後に日本海溝周辺に増設した観測網の膨大なデータを一括処理するには、こうした低効率な方法では限界があり、別のコンセプトによって高精度かつ機械的な処理アルゴリズムを構築する必要がある。我々の研究グループでは、従来の相関波形解析手法をもとに次の 2 つのコンセプトに沿ってそれぞれ新しい手法の開発・検討を進めてきた。

1) 相関係数が最大となる走時を読み取り、理論波形によりデコンボリューションする。そののち、残った相関波形に対し同様の処理を行う。この処理をピーク値が任意の閾値を下回るまで繰り返し、全イタレーションで得た走時のうち最短の走時を観測走時とする。

2) ショット毎に得られる相関波形同士の相関を元にクラスター分析を行い、分類された各クラスター内からモデル波形を選出する。モデル波形から相関係数の最大となる走時、および手動検出で与える真の走時との差を見積り、それを補正量としてクラスター内の波形に適用することで観測走時を得る。

また、構造探査で用いる解析ツールを利用して相関波形の読み違いの有無を視覚的に容易に確認できるようにした。上記 2 つの自動処理手法を導入することで、従来法にみられる数百マイクロ秒程度の読み違いを回避できることを確認できた。この走時差は斜め距離にして約 0.3 m にもおよぶことから、海底局位置の精密推定精度の向上が期待できる。一方で、どちらの手法においても相関係数に対する閾値の設定に任意性があり、最適なパラメータ設定をどのように行うかが今後の課題となる。

キーワード: 海底地殻変動観測

Keywords: ocean bottom geodetic observation

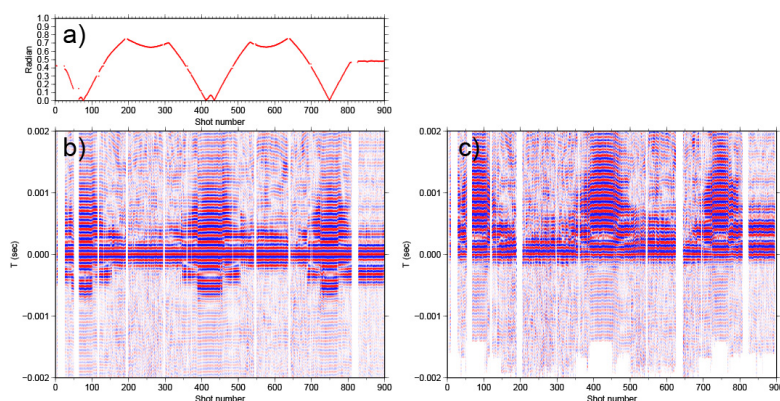


Fig. Incident angle of transmitted signals (a). Pasted correlation waveforms analyzed by reading maximum peak (b) and reading iteratively-deconvolved peak (c). Each trace was moved out by the observed traveltime.

## 長期海底ラドン濃度連続計測のための NaI ガンマ線分光装置の開発 A NaI spectrometer for long-term radon measurement at the sea floor

蜷川 清隆<sup>1\*</sup>; 豊田 新<sup>1</sup>; 藤原 泰誠<sup>1</sup>; 中川 益生<sup>1</sup>; 山本 勲<sup>1</sup>; 熊谷 英憲<sup>2</sup>; 木下 正高<sup>2</sup>; 久保 信<sup>3</sup>  
NINAGAWA, Kiyotaka<sup>1\*</sup>; TOYODA, Shin<sup>1</sup>; FUJIWARA, Taisei<sup>1</sup>; NAKAGAWA, Masuo<sup>1</sup>; YAMAMOTO, Isao<sup>1</sup>; KUMAGAI, Hidenori<sup>2</sup>; KINOSHITA, Masataka<sup>2</sup>; KUBO, Shin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 岡山理科大学理学部応用物理学科, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構, <sup>3</sup> クリアパルス株式会社

<sup>1</sup>Okayama University of Science, <sup>2</sup>Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>3</sup>CLEAR-PULSE

日本列島においては数十年以内に東海・東南海・南海における巨大地震が予想されており、人命及び社会的基盤の被害軽減のためにも、海溝型地震の機構と地震発生帯において起きている物理的・化学的プロセスを理解することは極めて重要な科学的課題である。1995年の兵庫県南部地震において、地震の前に空気中及び地下水中ラドン濃度が増加したという観測結果を踏まえ、この研究では、予想される東南海地震の震源域である熊野灘沖海底において、ガンマ線計測によって連続的に水中のラドン濃度の測定を行い、微小地震との相関を調べて、地殻の変動に対する地殻内の流体の応答についての基礎的な研究に資することを目的としている。

これまでの海底ガンマ線計測は潜水船でその場所に赴き、到着時点の線量を測定するのみであった。しかし、地震との相関を調べるために、ガンマ線の時間的変動を調査することを目的とする。このために、平成24年度から、電池駆動式でデータを自動的に内部に記録できる海底設置型 NaI ガンマ線分光装置の検討を重ね、設計し、この1月にほぼ完成した。2月に予備測定をおこない、ソフト、ハード面の改良をおこなって、4月から9月にわたる期間、熊野灘沖の海底の湧水域に設置し、ガンマ線の時間変動を約4.6カ月間以上計測する計画である。

長期海底ラドン濃度連続計測のための NaI ガンマ線分光装置の仕様は以下のようにした。

名称 深海用低消費電力型  $\gamma$  線記録装置

PMT 用高圧電源 +1000V MAX プログラムで電圧を制御できる

増幅器 電荷増幅器、記憶容量 1Gbit (NOR Flash)

通信 RS-232C 921,600bps、消費電流 on 110mA, off 10mA

動作 初期設定を PC との通信で行った後通信を切断し、電源電圧が低下するまで自動的にスペクトル、温度、電源電圧データを収集し保存する。電力削減のために間欠運転モードを備えている。電源電圧が低下あるいは記憶装置容量の限界に達した場合は自動的に測定を停止し電源を切断する。データ収集後 PC と接続し保存したデータを読み出せる。

電源 単三アルカリ電池 30本 6段 9V

キーワード: ラドン, 海底, 長期連続計測, NaI

Keywords: Radon, sea floor, long-term measurement, NaI

## 複数ブイを用いた海底地殻変動観測のためのMEMS-gyroのタイムスタンプ実験 Time stamp experiment of MEMS-gyro for the observation of seafloor crustal deformation using multi-buoy system

向山 遼<sup>1\*</sup>; 生田 領野<sup>1</sup>; 田所 敬一<sup>2</sup>; 永井 悟<sup>2</sup>; 渡部 豪<sup>2</sup>

MUKAIYAMA, Haruka<sup>1\*</sup>; IKUTA, Ryoya<sup>1</sup>; TADOKORO, Keiichi<sup>2</sup>; NAGAI, Satoru<sup>2</sup>; WATANABE, Tsuyoshi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学理学研究科, <sup>2</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科地震火山センター

<sup>1</sup>Graduate school of science, Shizuoka University, <sup>2</sup>Earthquake research center, Graduate school of environmental study, Nagoya University

現在、名古屋大学と静岡大学の研究グループはGPS/音響方式の海底地殻変動観測のさらなる精度向上のため、複数のブイによる新たな観測手法の開発を行っている。この手法では、現行の観測で船が担っている役割を全て係留したブイに任せている。ブイの位置をGPSで決定し、ブイの底部にあるトランスデューサから音波を海底局に向かって送り、音波が海底局から戻ってくるまでの往復走時を計測する。往復走時の半分の片道走時に海中の音速を掛けて、海底局までの距離を推定している。2012年11月に静岡県駿河湾で初めて複数ブイの観測を行った。観測結果を解析すると、走時残差のばらつきが約0.2msと大きくなった(向山ほか2013JPGU)。近似計算から、この誤差は波に揺られて変化するブイの姿勢を測定していなかったため生じたものだと考えられる。そこで、2013年11月の駿河湾で行われた複数ブイの観測では、ブイの姿勢を測定するMEMS-gyroの導入を行った。使用したMEMS-gyroはCrossbow社のNAV-440CAである。海底地殻変動観測における姿勢測定には、いつその姿勢だったのかという時刻の情報が重要である。MEMS-gyroの時刻情報は付属しているGPSから得ているものであるが、その精度がどの程度正確なのかは不明である。そこで、GPSアンテナとMEMS-gyroを同じ回転台の上に乗せて回転運動させ、GPSアンテナの座標から計算した中心角とMEMS-gyroで測定された中心角の相互相関をとり、GPSの時刻とMEMS-gyroの時刻の差を求める実験を行った。具体的には1時間間隔で回転台を手動で3分間回転させる実験を3セット行った。この結果、GPSの時刻よりもMEMS-gyroの時刻の方が速いことが分かった。3セットのうち初めの2回はGPSとMEMS-gyroの時刻の差が約38msと安定していたが、最後の3セット目では、58msと初めの2回よりも時刻の差が大きくなった。また、GPSアンテナとMEMS-gyroの角度の差を求めると、初めの2回は90度と安定していたが、最後のセットでは85度と異なる値となった。前2回と最後のセットとの違いは、回転台を動かした速度である。回転運動の速度が大きくなるとMEMS-gyroがうまく反応できない可能性があることが分かった。回転速度が大きくなった時に時刻の差に違いが生じた原因を探るため、①MEMS-gyroの角速度のカットオフ周波数と重力補正のための角速度閾値を変化させた時に、GPSとMEMS-gyroの時刻の差がどう変化するか、②回転運動の速度を制御した時にどの程度の速度でGPSとMEMS-gyroの時刻の差に違いが生じるのかの2点について追実験を行ったのでその結果も報告する。

キーワード: 海底地殻変動観測, ブイ, GPS, MEMS-gyro, タイムスタンプ, 回転実験

Keywords: Seafloor crustal deformation, buoy, GPS, MEMS-gyro, Time stamp, Rotation experiment

## DONET データを用いた海洋重力波の 3 年にわたる観測 Three year observations of ocean infragravity waves by broadband seismometers and pressure gauges of Japanese seafloor n

東野 陽子<sup>1\*</sup>; 西田 究<sup>2</sup>; 深尾 良夫<sup>1</sup>; 藤 亜希子<sup>1</sup>; 高橋 成実<sup>1</sup>  
TONO, Yoko<sup>1\*</sup>; NISHIDA, Kiwamu<sup>2</sup>; FUKAO, Yoshio<sup>1</sup>; TO, Akiko<sup>1</sup>; TAKAHASHI, Narumi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> 東京大学地震研究所  
<sup>1</sup>JAMSTEC, <sup>2</sup>ERI

海洋重力波 (IG 波) は、数分の周期と 10 数 km の波長を持つ長周期の波である。本研究では、南海トラフに設置されている DONET のデータのうち、広帯域地震計上下動記録と圧力計記録を用いて、IG 波の検出を試みた。アレー解析の一つであるスラントスタックの手法を用いて 1 日ごとの卓越する IG 波を検出し、3 年間の変化を見た。IG 波のシグナルは海底変動と圧力変動が非常に良く一致しており、伝播速度は観測点の設置している海底の深さ 2000m で予測される理論速度に一致している。シグナルの強さは方位によって大きく異なる。台風のような嵐のような天候の日を除くと、IG 波は東南方向から伝播してくる波、つまり、南海トラフの東南側の深い海を伝播し、トラフを横切る波が最も卓越する。最大振幅をもつ IG 波の到来方向は日によって南南東と東南東に別れる。南南東の到来方向を持つ波は東南東から伝播してくる波に比べ、より深い海を伝播するため長周期成分が卓越している。IG 波の振幅は季節変化を示し、冬に高く夏に低い値をとる。台風の影響を見ると、台風の進路方向から入って来る波と、その波が海岸線で反射し海岸線と南海トラフを通る北東?東北東方向から来る波が生じているのが分かる。このような場合、北東?東北東方向からくる波の方が強い振幅を示すことが多く見られた。

キーワード: 海洋重力波, 南海トラフ, DONET  
Keywords: Infragravity wave, Nankai Trough, DONET

## AUV 観測による海底地形データを用いた船観測による海底地形変動推定の空間分解能・誤差評価 Evaluation of resolution and estimation error of vessel-based seafloor displacement observation using AUV bathymetry

富士原 敏也<sup>1\*</sup>; 正木 裕香<sup>1</sup>; 山本 富士夫<sup>1</sup>  
FUJIWARA, Toshiya<sup>1\*</sup>; MASAKI, Yuka<sup>1</sup>; YAMAMOTO, Fujio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構  
<sup>1</sup>JAMSTEC

調査船によるマルチナロービーム音響測深の海底地形調査は、あらゆる海底調査の基本情報として行われており、近年では地球科学的に重要な海域には既存データが存在する機会が多い。それゆえに、海底火山噴火、海底地すべりや海溝型巨大地震が起こった後に海底地形調査が行われ、以前の地形との差を調べることで、海底地形のダイナミックな変動が報告されるようになった [e.g. Fujiwara et al., Science 2011]。これらの研究において、地形変動解値の不確かさを確認しておくことは重要であるが、しかし、それは必ずしもよくわかっていない。なぜなら、空間分解能、測深精度に制限のある海底地形データ同士を比較するためである。船（海面）からの計測では、水深（海底と測深機との距離）が音響測深の空間分解能と精度を決める大きな要因であり、水深に応じて空間分解能と測深精度が低下する。自律型無人探査機（AUV）による海底地形調査では、AUV が海底に近づいて計測することにより、高空間分解能、高測深精度の地形データが得られる。そこで本研究では、船と AUV 調査が行われている沖繩トラフ伊平屋北海丘海域の海底地形データを用いて、船観測による海底地形変動推定に関する空間分解能・誤差評価を行った。

AUV「うらしま」による海底地形調査は、2007年5月の「よこすか」YK07-07航海で行われた [山本ほか, 海洋調査技術学会・第21回研究成果発表会 2009]。マルチナロービーム音響測深機は SEABAT 7125 である。調査船「よこすか」による調査は、2006年7月18日から24日にかけて YK06-09航海で行われ、音響測深機 SeaBeam 2112 により計測した [Masaki et al., JAMSTEC R&D 2011]。「よこすか」は調査域を各々の一定速度で6回通過して海底地形データを取得した。本研究では各測線をそれぞれ1回の調査データとして用いる。ビーム方角（鉛直線と音波ビームの成す角）は調査域内で40°以内である。

「うらしま」計測による海底地形を見ると、調査域の地形は西側が山地（最浅約870m）、東側は盆地（最深約1070m）になっており、水深の平均・中央値は1010mである。山腹付近に直径約30m、比高約10-20mの熱水チムニーマウンド群が確認でき、その形状と詳細な分布が明らかになった。水深が増すと音波ビームが海底面に投影された範囲（フットプリント）が大きくなり、測深値はフットプリント内の地形に影響され平滑化されるため、大きなフットプリントでは海底地形の空間分解能が低下する。水深1000mでの「よこすか」の計測では、35×35m~43×55mのフットプリントの大きさになる。船の海底地形データでは、フットプリント以下の規模の地形、例えば熱水チムニーマウンド群の存在は捉えることができない。また地形の形状は測深点分布と測深値のばらつきに影響されており、各測線の調査で少しずつ差がある。「うらしま」データを「真」の地形と見立てて「うらしま」と「よこすか」の測深差を調べると、測深差は平均値の周りに正規分布に近いばらつきを示し、その標準偏差は2.67-3.08mであった。したがって、「よこすか」データの測深精度は水深の約0.2-0.3%とみなせる。

AUV 海底地形データを用いて船の海底地形データを模造し、よって測深値の確度場所による違いがない、測深点に位置誤差がない条件で、変動“前後”の比較による海底地形変動の推定試験を行った。船計測のフットプリントを考慮して平滑化した「うらしま」地形を、「よこすか」調査の測深点位置で抽出した。その抽出値に正規分布 ( $\sigma=3$  m) に従う乱数を足し合わせ、変動“前”海底地形データを作成した。次に「うらしま」データの緯度・経度位置を一様に動かして、水平地形変動を模擬する。その「うらしま」データを平滑化し、別の「よこすか」調査の測深点位置で抽出し、正規乱数を足して、変動“後”データを作成した。水平地形変動の推定には、Fujiwara et al. [2011]の方法を用いた。その結果、水平地形変動推定値の精度は、与えた測深値のばらつき ( $\sigma$ ) 程度であることがわかった。実際の観測に引きなおすと、水平地形変動推定値の精度は、測深精度（水深の約0.2-0.3%）程度と考えられる。上下地形変動の模擬には、海底地すべりを模したような地形の凸凹を「うらしま」データに加えた。結果、地形変動が約150m以上の水平規模あるとき、与えた測深値のばらつき以上の高低差があれば、識別できることがわかった。実際の観測に引きなおすと、フットプリントの数倍程度の水平規模、測深精度以上の高低差があれば、上下地形変動が識別できると考えられる。

キーワード: マルチナロービーム音響測深, 海底地形変動, 伊平屋北海丘, AUV うらしま, 調査船よこすか  
Keywords: Multi-narrow beam bathymetry, seafloor displacement, Iheya-North knoll, AUV Urashima, R/V Yokosuka

## 第一奄美海丘における AUV を用いた海底地形調査と熱水性プルームの発見 Bathymetric survey and discovery of hydrothermal plume in the Daiichi-Amami Knoll using autonomous underwater vehicle

南宏樹<sup>1\*</sup>; 小原 泰彦<sup>2</sup>  
MINAMI, Hiroki<sup>1\*</sup>; OHARA, Yasuhiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海上保安庁海洋情報部海洋調査課, <sup>2</sup> 海上保安庁海洋情報部海洋研究室

<sup>1</sup>Hydrographic Surveys Division, Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, <sup>2</sup>Ocean Research Office, Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard

琉球弧の火山フロント上には多数の火山地形が海底に存在する。奄美大島の北西沖 70km の海底の第一奄美海丘もその一つである。同海丘においてこれまで詳細な海底地形調査は行われておらず、その形状や大きさの詳細は不明であった。海上保安庁による測量船及び自律型潜水調査機器 (AUV) を用いた調査の結果、詳細な海底地形が明らかになるとともに、同海丘の海底から熱水噴出が存在する可能性が高いことを発見した。

### 1. 調査手法

調査は 2013 年 8 月から 9 月にかけて、海上保安庁の測量船「拓洋」及び同船搭載の AUV「ごんどう」を用いて実施した。測量船「拓洋」のマルチビーム音響測深機で概査を実施し、その後、AUV「ごんどう」搭載のマルチビーム音響測深機及びサイドスキャンソナーで詳細な調査を実施した。

### 2. 海底地形

拓洋の調査により、第一奄美海丘は火山性の高まりであることが明らかになった。頂部には平坦な面と直径約 1.6 km のカルデラや複数の中央火口丘が存在する。また中央火口丘の近くには周囲から 40 m 程度深くなっている火口状の凹地が存在する。海丘の比高はおよそ 500-700 m であり、頂部の最浅所の水深は 245 m であった。

### 3. 熱水性プルーム

拓洋が取得したマルチビーム音響測深機のウォーターカラムデータを解析した結果、頂部の火口状の凹地に非常に明瞭な熱水性プルームが音響的に確認された。熱水性プルームは凹地の縁で特に明瞭であった。一部の熱水性プルームは水深約 350 m の海底から海面近くまで明瞭に表れていた (目視では海面に変色水等の異常は確認されなかった)。また凹地だけでなく付近の火口丘の斜面からも熱水性プルームは確認された。凹地に AUV「ごんどう」を潜航させ、海底からの高度 40-50 m で詳細な調査を行った結果、プルームの湧出地点付近の海底には小さな凹地が多数分布していることが判明した。更にサイドスキャンソナーの音響画像も AUV 直下の熱水性プルームの存在を音響的に明瞭に捉えた。

### 4. 水温

凹地において AUV「ごんどう」が海底からの高度 40-50 m で水温を観測したところ、明瞭な温度上昇は見られなかったが、測量船「拓洋」の XBT による観測では、海底付近において温度差 2℃を超える水温の上昇が見られた。熱水性プルームが音響的に確認されたことを併せて考えると、第一奄美海丘において熱水が噴出している可能性が高い。

### 5. 調査の意義

本調査では、測量船による概査、AUV による精査と段階を追って、沖縄トラフの火山フロント上にある海丘の地形の詳細及び熱水性プルームの存在を明らかにした。熱水性プルームの発見は、海底熱水鉱床や化学合成生態系が存在する可能性を示しており、海底資源確保の観点からも重要である。また得られた詳細な海底地形は科学的調査や資源探査等の基盤となる情報であり、本調査は、海丘の活動史・成因の理解、海底資源確保に向けた今後の海底調査の第一歩といえる。

キーワード: 第一奄美海丘, 海底火山, プルーム, AUV, 海底地形

Keywords: Daiichi-Amami Knoll, submarine volcano, plume, AUV, bathymetry

## 伊豆小笠原弧ベヨネース海丘の地形・地質およびテクトニクスと黒鉱型鉱床胚胎の要因 Topography, geology, tectonics and ore deposit of the Bayonnaise knoll caldera, Izu-Ogasawara arc

本荘 千枝<sup>1\*</sup>; 浦 環<sup>1</sup>; 浅田 昭<sup>3</sup>; 金 岡 秀<sup>3</sup>; 永 橋 賢 司<sup>3</sup>  
HONSHO, Chie<sup>1\*</sup>; URA, Tamaki<sup>1</sup>; ASADA, Akira<sup>3</sup>; KIM, Kangsoo<sup>3</sup>; NAGAHASHI, Kenji<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> 九州工業大学社会ロボット具現化センター, <sup>3</sup> 東京大学生産技術研究所海中工学国際研究センター

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, <sup>2</sup> Center for Socio-Robotic Synthesis, Kyushu Institute of Technology, <sup>3</sup> Underwater Technology Research Center, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

伊豆小笠原弧の火山フロントではこれまでに、明神海丘カルデラ、明神礁カルデラ、スミスカルデラ、水曜海山、海形海山などの複数の火山で海底熱水活動が確認されている。これらに対し、背弧リフト帯において唯一確認されている熱水域が、ベヨネース海丘カルデラの白嶺サイトである。我々は、白嶺熱水域周辺で行われた深海巡航探査機「うらしま」による深海マルチビームおよびサイドスキャン観測の結果から、ベヨネース海丘カルデラの地形・地質およびテクトニクスと白嶺鉱床胚胎の要因について考察した。

調査域であるカルデラの南側半円部分（東西×南北幅＝約 3km × 2km）の主な地形要素は、外側から、山体斜面および急峻なカルデラ壁、平坦なカルデラ底、3つのピークを持つ中央火口丘とそれらが取り囲む中央凹地である。精密海底地形図からは、カルデラ壁南東部ではすでに大規模な斜面崩壊が発生し、その崩壊斜面上に白嶺鉱床が分布していること、また、対するカルデラ壁南西部では現在斜面崩壊が進行中で、今後南東部と同程度の崩壊が予想されることなどが窺える。また中央火口丘の本体である東部の山体は、頂部に小さい平坦面を持つドーム状の形状を持ち、熔岩円頂丘と推測される。ドームの上部は凹凸に富む凸形斜面、下部は滑らかで等齊～凹形斜面からなるが、北東斜面は上部から下部まで比較的単調な平板状であり、大規模な崩壊のあったことが窺われる。また、カルデラ底の西部には大小7つの円形の凹地が北西～南東方向に連なっており、これら凹地の周囲には火山性碎屑物の飛散・堆積によると思われる緩斜面があることなどから火口列と推測され、北東～南西方向の伸張場であることを示唆している。

カルデラ全体の地形観測に加え、白嶺熱水サイトの特徴を数値化し抽出するため3つの解析を行った。サイドスキャン画像については、GLCM (Gray-Level Co-Occurrence Matrix) を用いてテクスチャを数値化し、クラスタ分析により底質分類を行った。白嶺サイトは、高いエントロピーと低い同質性 (homogeneity) を特徴とする 1 グループに明瞭に分類され、中央火口丘本体（東山体）の上部および東～北東斜面の広い部分も同グループに分類された。同グループは他に、中央火口丘南山体の上部、白嶺サイト北東のカルデラ壁斜面、崩壊微候のあるカルデラ壁南西部、火口列凹地周辺などにも分布している。マルチビーム測深データについては、白嶺サイトに見られるチムニー・マウンド様の微地形を抽出するため、波数フィルターを用いて短波長地形が卓越するエリアを調べた。また、白嶺サイトのマルチビーム反射強度画像には、チムニーからの反射と思われる特徴的な斑状模様が確認され、同じく波数フィルターを用いて斑状模様の分布を求めた。これらの解析で得られた白嶺サイトと似た特徴を持つエリアは主に、白嶺サイト～中央火口丘～火口列というカルデラを南東～北西方向に横断するゾーンに分布する。

伊豆小笠原弧リフト帯はセグメント化した凹地が南北に連なって構成されており、ベヨネース海丘が位置するのは、北明神リフトと呼ばれる、南北にやや長い長径約 20km の楕円型凹地の北東縁部である。本研究で示されたカルデラ内の火口列の走向、熱水又は火山性微地形の分布、顕著な斜面崩壊域の分布は、カルデラを南東～北西方向に横切る北明神リフトの円周上にあり、同リフトが環状の断層構造を持つ可能性を窺わせる。北明神リフトの周囲には、ベヨネース海丘を含め7つの海丘が凹地を取り囲むように分布しており、現在熱水活動が確認されているのはベヨネース海丘のみであるが、陥没地形の環状断層上に酸性岩からなる火山体があり、火山体の中に鉱床が存在するという構造は、秋田県北鹿地域における地質構造と黒鉱鉱床分布との関係とよく似ている。ベヨネース海丘白嶺サイトは同地域の鉱床生成当時の姿であるかもしれない。

キーワード: 海底熱水鉱床, 伊豆小笠原リフト帯, マルチビーム, サイドスキャン, GLCM, 黒鉱鉱床  
Keywords: hydrothermal deposit, Izu-Ogasawara rift, multibeam sonar, side scan sonar, GLCM, Kuroko deposit

## 南部マリアトラフ内スネイル熱水サイトの比抵抗構造 Electrical resistivity structure of the Snail site at the Southern Mariana Trough spreading center

松野 哲男<sup>1\*</sup>; 木村 真穂<sup>2</sup>; 島 伸和<sup>2</sup>  
MATSUNO, Tetsuo<sup>1\*</sup>; KIMURA, Maho<sup>2</sup>; SEAMA, Nobukazu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所, <sup>2</sup> 神戸大学

<sup>1</sup>National Institute of Polar Research, <sup>2</sup>Kobe University

The electrical resistivity of the oceanic crust is sensitive to the porosity of the crust and the fluid temperature within crustal fractures and pores. The spatial variation of the crustal porosity and the fluid temperature that is related to a hydrothermal circulation can be deduced by revealing an electrical resistivity structure of the oceanic crust involving a hydrothermal site. We carried out a magnetometric resistivity experiment using an active source to reveal an electrical resistivity structure of the oceanic crust at the Snail site on the ridge crest of the Southern Mariana Trough. Active source electric currents were transmitted along and across the ridge axis in a 4000 m<sup>2</sup> area including the Snail site. Five ocean bottom magnetometers were deployed around the Snail site as receivers to measure the magnetic field induced by the transmission of the active source electric currents. The amplitude of the induced magnetic field was calculated by maximizing data density and the signal to error ratio in the data, and locations of the transmissions were determined using several types of calibration data. An optimal 1-D resistivity structure of the oceanic crust, averaged over the experimental area, was deduced by least squares from the data of the amplitude of the magnetic field and the location of the transmission. After calculating magnetic field anomalies, which are deviations of the observed amplitude from the prediction of the optimal 1-D resistivity model, an optimal 3-D resistivity structure was deduced from the magnetic field anomalies through trial and error 3-D forward modeling. The optimal 1-D resistivity structure is a two-layer model, which consists of a 5.6 Ω-m upper layer having a 1500 m thickness and a 0.1 Ω-m underlying half-space. Using Archie's law and porosity profiles of the oceanic crust, the resistivity of 5.6 Ω-m at depths ranging from 800 to 1500 m suggests the presence of high-temperature fluid related to the hydrothermal circulation. The resistivity of 0.1 Ω-m below 1500 m depth may represent a magma mush that is a heat source for the hydrothermal circulation. The optimal 3-D resistivity structure includes a conductive anomaly (0.56 Ω-m in approximately 300 m<sup>2</sup> area down to 400 m depth) just below the Snail site, two resistive anomalies (56 Ω-m with slightly larger volumes than the conductive anomaly) adjacent to the conductive anomaly on the across-ridge side, and three conductive anomalies away from the Snail site. The conductive anomaly just below the Snail site suggests hydrothermal fluid, and the adjacent resistive anomalies suggest areas of low porosity. The size and distribution of the conductive and resistive anomalies near the Snail site constrains the size and style of the hydrothermal circulation.

Keywords: electrical resistivity structure, temperature and porosity, oceanic crust, hydrothermal circulation, magnetometric resistivity method



## 反射法地震探査による伊豆小笠原島弧前弧域の形成初期構造イメージング Crustal Imaging of initial structure in Izu-Ogasawara forearc region obtained by seismic reflection survey

山下 幹也<sup>1\*</sup>; 野 徹雄<sup>1</sup>; 佐藤 壮<sup>1</sup>; 小平 秀一<sup>1</sup>; 高橋 成実<sup>1</sup>; 三浦 誠一<sup>1</sup>; 石塚 治<sup>1</sup>  
YAMASHITA, Mikiya<sup>1\*</sup>; NO, Tetsuo<sup>1</sup>; SATO, Takeshi<sup>1</sup>; KODAIRA, Shuichi<sup>1</sup>; TAKAHASHI, Narumi<sup>1</sup>; MIURA, Seiichi<sup>1</sup>; ISHIZUKA, Osamu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>JAMSTEC

島弧進化を理解する上で地殻改変過程を知ることは重要である。その地殻改変を理解するためには初期の島弧地殻の状態を明らかにする必要がある。伊豆小笠原島弧は島弧進化過程を知る最も適した場所であるとされ数多くの岩石学的・地球物理学的研究が行われてきた。これまでの岩石学的研究により伊豆小笠原島弧の最も海溝に近い場所に形成初期の岩石が分布していると言われており、海洋底掘削により gabblo から forearc basalt, boninite に至る地質情報を得ることで、伊豆小笠原島弧における地殻改変過程を知ることが可能になる。そこで本研究ではこの掘削を実現するためにこれまで潜航調査で boninite や forearc basalt が得られている地点周辺で地震探査を行い、島弧の初期構造における 3 次元的速度構造と浅部反射構造を得ることが目的である。海洋研究開発機構では深海調査研究船「かいらい」を用いた 2011 年 1 月～3 月の KR11-01 および KR11-05 航海において反射法地震探査を実施し、南北方向の基盤の凹凸や薄い堆積層が確認できた。しかし東北地方太平洋沖地震で中断となったため、2014 年に予定されている掘削に向けた掘削点の審査に必要な東西測線の取得ができなかった。そのため、2013 年 4 月の KR13-07 航海において IBr11 および IBr11n の 2 つの東西測線を設定し、データ取得を行った。IBr11 測線は四国海盆から西之島トラフ、金曜海山、小笠原トラフ、智島北方の小笠原海嶺を横断する測線である。IBr11n 測線は IBr11 測線の北側に平行する形で掘削点候補点を横断するように設定した。調査仕様は従来と共通である。得られた結果から掘削候補点周辺の空間的な火山性堆積物の分布や基盤の拡がりが見ら became clear. 掘削点直下では基盤を含めた 4 つのユニットに分類することができ、海底調査との比較からユニット I・II は火山碎屑堆積物、ユニット III が basalt, ユニット IV が gabblo/peridotite と推測される。また金曜海山北側では堆積層全体が西に傾動した構造や、小笠原海嶺では隆起によると思われるブロック状に変形した構造が確認された。本講演では掘削点近傍の空間的構造を示すとともに、本調査域における背弧～前弧までの特徴について南北との比較を議論する。

キーワード: 反射法地震探査, 伊豆小笠原前弧, 島弧初期構造

Keywords: MCS survey, IBM forearc, initial arc structure

中部伊豆弧, 第四紀玄武岩の島弧横断方向変化 - 明神火山及び明神リフト, 青ヶ島リフトの例 -  
Across-arc geochemical variation of Quaternary Basalts dredged from central part of Izu-arc

吉田 尊智<sup>1\*</sup>; 岡村 聡<sup>1</sup>; 坂本 泉<sup>2</sup>; 足立 佳子<sup>3</sup>; 池田 保夫<sup>4</sup>; 新城 竜一<sup>5</sup>; 菅原 誠<sup>6</sup>  
YOSHIDA, Takanori<sup>1\*</sup>; OKAMURA, Satoshi<sup>1</sup>; SAKAMOTO, Izumi<sup>2</sup>; ADACHI, Yoshiko<sup>3</sup>; IKEDA, Yasuo<sup>4</sup>; SHINJO, Ryuichi<sup>5</sup>; SUGAWARA, Makoto<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 北海道教育大学札幌校, <sup>2</sup> 東海大学海洋学部, <sup>3</sup> 新潟大学研究推進機構超域学術院, <sup>4</sup> 北海道教育大学釧路校, <sup>5</sup> 琉球大学理学部, <sup>6</sup> 三菱マテリアルテクノ株式会社

<sup>1</sup>Hokkaido University of Education Sapporo, <sup>2</sup>Tokai University, <sup>3</sup>Niigata University, <sup>4</sup>Hokkaido University of Education Kushiro, <sup>5</sup>Ryukyuu University, <sup>6</sup>Mitsubishi Materials Techno Corporation

伊豆・小笠原弧は、フィリピン海プレートの東縁に位置し、本州中部域から南方に約 1200km、幅 400km の広がりを持つ東北日本弧に匹敵する大きさを持った島弧である (西村・湯浅 1991)。島弧は全体として海面下に顔を隠しており、北部では伊豆大島や三宅島に代表される火山フロント (VF: volcanic front) の火山島が海面上に見られるが、南にいくにつれ VF 火山も海面下に没する。VF のすぐ西側には、VF にほぼ平行に伸び、急崖で囲われた幅 20-30km の凹地状地形を示す活動的背弧リフト帯 (AR: active rift) が存在する。Ishizuka et al. (2003b) による火成岩の Ar-Ar 年代データから 1Ma 以降の新しい火成活動は、VF と AR にのみ限定される。本研究では、伊豆弧の第四紀 VF の明神火山、同火山の西方に存在する AR の明神リフト及び青ヶ島リフトからドレッジによって採取された玄武岩の地球化学的データを報告する。本研究の玄武岩は、海溝からの距離とともに Ba/La 比, Sr, Nd, Hf 同位体比が減少する一方で、(La/Sm) N 比の増加する明瞭な島弧横断方向の化学組成変化を示す。微量元素比, Sr, Nd, Hf 同位体比の特徴から VF 玄武岩は、沈み込むスラブからマントルウェッジへ aqueous fluid が付加した結果 flux melting が引き起こされ発生したと考えられる。一方で、AR 玄武岩は、含水スラブの部分溶融による supercritical melt (e.g. Kessel et al. 2005) がマントルウェッジへ付加したことによる flux melting の結果もたらされたと結論付けられる。VF 玄武岩に含まれるカンラン石中のクロムスピネルの化学組成 (Cr#=0.75 程度でマントルと平衡) から VF 玄武岩と共存した融け残りマントルは、ダナイトと推定される。同様にクロムスピネルの組成から、AR 玄武岩では、海溝からの距離とともに部分溶融度は低下することが示唆される。Tollstrup et al. (2010) は四国海盆拡大後の島弧火成活動のうち背弧雁行海山列 (WS: western seamount chain), 及び背弧海丘群 (BAK: back-arc knolls) の玄武岩の成因には supercritical melt, AR および VF の玄武岩の成因には aqueous fluid の寄与があったと結論付けており本研究と結論を異にする。彼らの議論において活動年代と火成活動範囲は考慮されておらず、WS および BAK の活動の際に玄武岩の発生に寄与したと考えられる supercritical melt は現在の活動には関与しないことになる。Bryant et al. (2003) によって、15Ma 以降 VF の玄武岩の活動が続いていることが明らかになっており、Ishizuka et al. (2003b) が示した WS, BAK の活動範囲が活動年代と共に東進することは、現在に向かって島弧火成活動の幅が狭くなっていったことを意味する。本研究での VF と AR の玄武岩の発生に関与するスラブ流体の違いは、15Ma から 3Ma の間にスラブ沈み込み角度が 30 度から 45 度に変化した (Honda et al., 2007) ことによって supercritical melt の発生位置が東進し、かつて WS, BAK の活動に関与したとされる supercritical melt が現在では AR の玄武岩発生に寄与しているとする考えと調和的である。

キーワード: 玄武岩, 伊豆・小笠原弧, 島弧横断方向変化, 明神礁, 明神リフト, 青ヶ島リフト

Keywords: basalt, Izu-Bonin arc, geochemical across-arc variation, Myojin seamount, Aogasima rift, Myojin rift

## 明神火山周辺から採取された酸性岩の多様性 - 伊豆弧の島弧地殻の不均質 - The variety of silicic rocks around the Myojin volcano, central Izu-Bonin arc

吉田 尊智<sup>1\*</sup>; 岡村 聡<sup>1</sup>; 坂本 泉<sup>2</sup>; 足立 佳子<sup>3</sup>; 池田 保夫<sup>4</sup>; 新城 竜一<sup>5</sup>; 菅原 誠<sup>6</sup>

YOSHIDA, Takanori<sup>1\*</sup>; OKAMURA, Satoshi<sup>1</sup>; SAKAMOTO, Izumi<sup>2</sup>; ADACHI, Yoshiko<sup>3</sup>; IKEDA, Yasuo<sup>4</sup>; SHINJO, Ryuichi<sup>5</sup>; SUGAWARA, Makoto<sup>6</sup>

<sup>1</sup>北海道教育大学札幌校, <sup>2</sup>東海大学海洋学部, <sup>3</sup>新潟大学研究推進機構超域学術院, <sup>4</sup>北海道教育大学釧路校, <sup>5</sup>琉球大学理学部, <sup>6</sup>三菱マテリアルテクノ株式会社

<sup>1</sup>Hokkaido University of Education Sapporo, <sup>2</sup>Tokai University, <sup>3</sup>Niigata University, <sup>4</sup>Hokkaido University of Education Kushiro, <sup>5</sup>Ryukyuu University, <sup>6</sup>Mitsubishi Materials Techno Corporation

伊豆・小笠原弧は、フィリピン海プレートの東縁に位置し、本州中部域から南方に約 1200km、幅 400km の広がりを持つ東北日本弧に匹敵する大きさを持った島弧である(西村・湯浅 1991)。火山フロント(VF)のすぐ西側には、VFほぼ平行に伸び、急崖で囲われた幅 20-30km の凹地状地形を示す活動的背弧リフト帯(AR)が存在する。VFの大島や三宅島は主に玄武岩を噴出してきたことがよく知られている一方で、伊豆・小笠原弧には、神津島や新島、明神礁に代表され、噴出相の大部分が珪長質岩石から成る火山が存在する(Tamura et al., 2009)。近年、伊豆・小笠原弧中部域では、島弧地殻の物理探査が行われ、VF下の地震波構造によるモホ面の深さは 20km で、本島弧の下には P 波速度が 6.0-7.0km/s の層が広がっていることが明らかとなった(e.g. Suyehiro et al., 1996)。P 波速度が 6.0-7.0km/s に対応する岩石種は、神縄断層で本州弧に衝突している丹沢コンプレックスや VF の火山岩中に捕獲岩として含まれるトータル岩の地震波伝播速度が最も類似することから 6.0-7.0km/s 層はトータル岩質の深成岩から構成されていると推定されている(Suyehiro et al., 1996)。本研究では、大陸地殻形成との関連性が示唆される伊豆弧の酸性火成活動について検討することを目的として、中部伊豆弧の VF 火山である明神山及び活動的背弧リフトの明神リフトから採取された酸性岩の岩石学的考察を行う。本調査地域に産する酸性岩は、横軸に Zr、縦軸に Zr/Y 比をとった図によって大きく 3 つのグループに大別される。本研究では、Zr/Y 比の低い type 1、Zr/Y 比が中程度の type 2、Zr/Y 比の高い type 3 に分類した。同一の採取地点から種々の組み合わせで複数種の酸性岩が産することがあり複雑なマグマ発生条件が示唆される。type 1 は主として VF に産出し、一部 AR の VF 寄りの 2 地点においても採取された。type 2 は VF から AR にかけて広く産出し type 3 は AR にのみ産出する。

type 1 は、低い Zr/Y 比、高 Ba 含有量で特徴づけられ、Sr, Nd 同位体比において VF 玄武岩と同様の特徴を示すが、Hf 同位体比において同地域の VF 玄武岩と異なり、むしろ VF 火成岩中の苦鉄質岩ゼノリスと同様の同位体比を持つ。type 2 は、東経 139 度 47 分を境に性質が変化する。VF 及び VF 寄りの AR から産する type 2 は、中程度の Zr/Y 比、低 Ba 含有量で特徴づけられ、四国海盆拡大後の火成岩と異なった同位体比特徴を持つ。一方、より背弧域の type 2 は、軽希土類に富み、VF の type 2 に比べ低い Sr 同位体比、高い Nd, Hf 同位体比を持つ。type 3 は、高い Zr/Y 比、低い Ba 含有量で特徴づけられ、Sr, Nd 同位体比において AR 玄武岩と同様の特徴を示すが、Hf 同位体比において同地域の VF 玄武岩と性質が異なる。さらに四国海盆拡大後の火成岩、AR 玄武岩及び前弧域の ODP ボーリングコアの火成岩(Straub et al., 2010)とも同位体比特徴を異にする。

3 タイプの酸性岩は、Na<sub>2</sub>O vs ASI の図において玄武岩質起源物質の部分溶融実験のデータ(e.g. Sisson et al., 2005)との整合性が高く、玄武岩質の下部地殻の溶融物であることが示唆される。しかし、本研究の流紋岩と同じ地点から採取された玄武岩とは全て Hf 同位体比組成が異なり、起源物質として考えることができない。そのため、現伊豆弧で活動する全てのタイプの酸性岩は、過去の活動によって形成された島弧地殻物質の再溶融によって形成されていると考えられる。type 1 は、VF 火成岩中に含まれる苦鉄質岩ゼノリスと同様の Sr, Nd, Hf 同位体比を示すことから 15Ma 以降続く VF 玄武岩の活動(Bryant et al., 2003)によって形成された古い下部地殻の部分溶融によってもたらされたと考えられる。type 2 は漸新世のタービダイトと性質が類似するが、type 2 のうち背弧域の AR に産するものは、Hf 同位体比が明瞭に高く、Hf 同位体比が高いことで特徴づけられるフィリピン海プレートの影響を受けていると考えられる。type 3 と同様の同位体比特徴を持つ地球化学的データは、前弧域の ODP のボーリングコアの研究においてこれまで報告されておらず、背弧域特有の起源物質の存在を示唆する。type 3 の起源物質の検討には、今年の 3 月から始まる IODP のプロジェクトによる伊豆弧背弧域における掘削での地球化学的データの蓄積が期待される。本研究では、同一地点において多様な酸性岩が再溶融によって産出することに加え、一部フィリピン海プレートの影響を受けたものが存在することが明らかになった。そのため現伊豆弧下の島弧地殻は、フィリピン海プレートを基盤として約 50Ma 続く島弧火成活動に起因するマグマのアンダープレATINGによってパッチ状に地殻物質の不均質が存在する可能性が高い。

キーワード: 酸性岩, 伊豆・小笠原弧, 明神火山, 明神リフト, 青ヶ島リフト  
Keywords: acidic rock, Izu-Bonin arc, Myojin volcano, Myojin rift, Aogashima rift

## 大陸棚調査で判明した小笠原海台の速度構造的特徴 General remarks of velocity structures of the Ogasawara Plateau, revealed by the Continental Shelf Survey of Japan

金田 謙太郎<sup>1</sup>; 西澤 あずさ<sup>1\*</sup>; 及川 光弘<sup>1</sup>; 森下 泰成<sup>1</sup>

KANEDA, Kentaro<sup>1</sup>; NISHIZAWA, Azusa<sup>1\*</sup>; OIKAWA, Mitsuhiko<sup>1</sup>; MORISHITA, Taisei<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海上保安庁海洋情報部

<sup>1</sup>JHOD

大陸棚調査の一環として、2004-2008 年の間、海上保安庁は日本の南方海域において地殻構造探査を実施してきた。この間に調査した総探査測線数は約 100 本におよび、これらの解析結果からは、日本周辺海域の多様性に富んだ地殻・マン托ルの速度構造が明らかになり、国連大陸棚委員会への延長大陸棚申請の貴重な資料となったばかりでなく、地球科学的にも貴重なデータとなった。これらのデータを基に作成した我が国の延長大陸棚申請は 2008 年 11 月に提出され、2012 年 4 月には、国連が日本の延長大陸棚を認める勧告を發出している。本大会では、我が国の延長大陸棚として認められた海域の一つである小笠原海台海域に焦点を当て、これまでに海上保安庁が地殻構造探査で取得した当海域の速度構造をまとめ、判明した小笠原海台の構造的特徴について言及する。

大陸棚調査による大規模な地殻構造探査が開始される前までは、小笠原海台の構造はほとんど解明されていなかったが、10 を超える測線において海底地震計を使用した屈折法地震探査及びマルチチャンネル反射法地震探査を実施した結果、1) 太平洋プレート上に位置する小笠原海台はマリアナ海溝、伊豆・小笠原海溝を越え、フィリピン海プレートに衝突している、2) 小笠原海台の地殻の最大厚は約 25 km 程で、伊豆・小笠原弧とほぼ同等の地殻の厚さを持つ、3) 小笠原海台南東方に広がる平坦な大洋底では、広範囲に渡り、下部地殻内に低速度構造が存在している、といった小笠原海台の特徴的な地殻構造が明らかになった。

その後、構築した速度構造モデルが MCS プロファイルの記録と整合的になるよう両者を重ね合わせて構造を検討し、地殻やマン托ル内からの様々な反射波・後続波を用い、より詳細な速度構造モデルを取得できるよう再解析を実施したところ、1') 小笠原海台とフィリピン海プレート (母島海山) との境界面の構造、2') 小笠原海台形成時のアンダープレートティングに起因していると考えられる、海台直下に認められるマン托ル内反射面の構造、3') 海台南東部に広がる低速度構造のより詳細な分布を確認することができた。

キーワード: 地殻構造, 小笠原海台, 大陸棚調査, 地震探査

Keywords: velocity structure, Ogasawara Plateau, seismic experiment

## 北西太平洋の深海底における音響特性評価 Acoustic characterization of abyssal plain, northwestern Pacific region

沖野 郷子<sup>1\*</sup>; 本荘 千枝<sup>1</sup>; 町田 嗣樹<sup>2</sup>; 及川 光弘<sup>3</sup>; 中村 謙太郎<sup>4</sup>  
OKINO, Kyoko<sup>1\*</sup>; HONSHO, Chie<sup>1</sup>; MACHIDA, Shiki<sup>2</sup>; OIKAWA, Mitsuhiro<sup>3</sup>; NAKAMURA, Kentaro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> 早稲田大学創造理工学部, <sup>3</sup> 海上保安庁海洋情報部, <sup>4</sup> 東京大学工学系研究科  
<sup>1</sup>AORI, The University of Tokyo, <sup>2</sup>School of Creative Science and Engineering, Waseda University, <sup>3</sup>Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, <sup>4</sup>School of Engineering, The University of Tokyo

The old seafloor covered by pelagic sediment has not attracted large scientific attention and remained untouched for many years, however, the recent studies on intra-plate volcanism as well as the increasing interest in deep-sea natural resources focus spotlight on the abyssal plains. We analyzed the multi-beam bathymetry, beam intensity, and side-scan images of abyssal plain in the northwestern Pacific, around the Minami-Torishima (Marcus) Island. The data were collected by Japan Coast Guard as part of Japanese EEZ survey and by R/V Yokosuka for decades. The beam intensity data from multi-beam echo sounder were processed to create a backscatter mosaic without geometric distortion. The mosaic shows a large variation of acoustic characteristics in whole study area. The high backscattering areas at the foot of large seamounts likely reflect the distribution of volcanoclastic sediments and debris. We can also recognize another type of high backscattering areas in flat seafloor, where neither remarkable seamounts nor knolls exist. The latter type partly corresponds to the area where the high concentration of rare-earth elements were reported and may suggest a thin cover of uppermost soft sediment layer. We try to integrate the backscattering mosaics and the statistic analysis of bathymetry and to establish a new method of acoustic characterization of abyssal plain. We also plan to compare our results with piston core samples as ground references and to discuss the sedimentation process and the relationship with intra-plate volcanism on old seafloor.

Keywords: marine acoustics, muti-beam echo sounder, backscattering intensity, abyssal plain

## 地磁気三成分測定に基づく中央海嶺での海底拡大の安定性の検証 Spreading stability at the mid-ocean ridges derived from 3D magnetic survey

松本 剛<sup>1\*</sup>; 佐藤 幸隆<sup>1</sup>; 野木 義史<sup>2</sup>  
MATSUMOTO, Takeshi<sup>1\*</sup>; SATOH, Yukitaka<sup>1</sup>; NOGI, Yoshifumi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 琉球大学理学部, <sup>2</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup>University of the Ryukyus, <sup>2</sup>National Institute of Polar Research

船上地磁気 3 成分磁力計 (Shipboard Three Component Magnetometer: STCM) は地磁気を 3 成分のベクトル量で測定するので、全磁力測定よりも多くの情報を得る事が可能である。過去の研究では、中速拡大海嶺に分類される南東インド洋海嶺での STCM データの解析の結果、海底地形と拡大の安定性について関係がある事を示した。そこで本研究では他の中央海嶺でも同様の事が言えるのか、東太平洋海嶺, Explorer 海嶺, 南東インド洋海嶺, 大西洋中央海嶺で得られた STCM データの解析を行い、地磁気異常値から片側拡大速度と磁気境界走向を求めることで海底地形と海底拡大の安定性に関係が見られるかの検証を行った。その結果、海嶺軸に高まりがある東太平洋海嶺では西側では拡大速度と磁気走向の値はほぼ一定の値であるのに対し、東側では拡大速度の変化と、磁気走向のばらつきが顕著に見られた。また、中軸谷が発達している大西洋中央海嶺では両側に安定して拡大しており、磁気走向のばらつきもあまり見られず、海底地形と拡大の安定性については特に関係は見られなかった。さらに Explorer 海嶺においては拡大速度の変化は見られたが、磁気走向のばらつきが小さかった。よって拡大速度と安定性についても特に関係は見られない。次に南東インド洋海嶺での磁気境界走向を求めると同じ場所で異なる走向の値を示した。この結果から、磁気境界走向のばらつきが大きくなるのは拡大方向のばらつきというよりも地磁気異常を正確に捉えられていないと考えられる。さらに海底拡大を支配する要因として周囲のプレート配置や運動についてもシミュレーションを行ったが、明確な関係は見られなかった。したがって、海底拡大の安定性はプレートの配置や運動とプレートの引っ張り、そしてマントルからのマグマの供給のバランスによって成り立っていると考えられる。

キーワード: 大洋中央海嶺, 拡大速度, 地磁気 3 成分測定

Keywords: mid-ocean ridge, spreading rate, 3D magnetometry

## 海底地形および地磁気異常から推測される, 中琉球における火山フロントの西方移動

### Detailed bathymetry and magnetic anomaly in Central Ryukyu: Implications on westward shift of volcanic front after 2.1Ma

佐藤 太一<sup>1\*</sup>; 小田 啓邦<sup>1</sup>; 石塚 治<sup>1</sup>; 荒井 晃作<sup>1</sup>  
SATO, Taichi<sup>1\*</sup>; ODA, Hirokuni<sup>1</sup>; ISHIZUKA, Osamu<sup>1</sup>; ARAI, Kohsaku<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST

Detailed bathymetry and magnetic anomaly were obtained by GH12 cruise in 2012 using R/V Hakurei, in the southern part of Central Ryukyu. Volcanic structures such as caldera were observed on the southwestward extension of the present-day volcanic front, implying recent volcanic front of the Ryukyu arc. Furthermore, bathymetric highs which are sub-parallel to the recent volcanic front were observed and is located ~20 km east. These are accompanied by spotted magnetic anomalies, which continue to Kume-jima via Aguni-jima Islands to the south, suggesting an existence of an ancient volcanic front. The ages of volcanic rocks from these Islands suggest that the magmatic activity along the ancient volcanic front had been active at least until ~2.1 Ma. The magmatic anomalies connecting two volcanic fronts suggest that a volcanic front have moved gradually westward. This shift would be explained by the termination of asthenospheric upwelling and/or rapid retreat of Ryukyu Trench.

キーワード: 琉球弧, 火山フロント, 沖縄トラフ, 地磁気異常, 海底地形

Keywords: Ryukyu arc, Volcanic front, Okinawa Trough, magnetic anomaly, seafloor bathymetry

## 九州南方沖鬼界カルデラにおける, カルデラの陥没に伴う堆積盆の進化 Evolution of depositional basin accompanied by recurring caldera collapses in Kikai caldera, southern-off Kyushu, Japan

池上 郁彦<sup>1\*</sup>; 藁和 雄人<sup>1</sup>; 倉富 隆<sup>1</sup>; 清川 昌一<sup>2</sup>; 大岩根 尚<sup>3</sup>; 中村 恭之<sup>4</sup>; 亀尾 桂<sup>5</sup>  
IKEGAMI, Fumihiko<sup>1\*</sup>; MINOWA, Yuto<sup>1</sup>; KURATOMI, Takashi<sup>1</sup>; KIYOKAWA, Shoichi<sup>2</sup>; OIWANE, Hisashi<sup>3</sup>; NAKA-MURA, Yasuyuki<sup>4</sup>; KAMEO, Katsura<sup>5</sup>

<sup>1</sup>九州大学理学府地球惑星科学専攻, <sup>2</sup>九州大学理学研究院地球惑星科学部門, <sup>3</sup>三島村, <sup>4</sup>海洋研究開発機構, <sup>5</sup>東京大学大気海洋研究所

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, <sup>2</sup>Faculty of Sciences, Kyushu University, <sup>3</sup>Mishima-mura, <sup>4</sup>JAMSTEC, <sup>5</sup>Atmosphere and Ocean Research Institute, Tokyo University

Kikai caldera (Matsumoto, 1943) is a mostly submerged highly active caldera volcano located in 40 km off Kyushu Island. The caldera is recognized as the product of 7300 cal. BP super-colossal eruption with Akahoya tephra (Machida and Arai, 1978; Fukuzawa, 1995) which is widely distributed along the western part of Japan. Previous studies for near-vent onshore geology strongly suggests such a large eruption was not occurred only once, but multiple times in the Kikai caldera (Ono et al., 1982).

In Kikai caldera, 24 lines of multi-channeled seismic reflection surveys were held in two survey cruises (KT-10-18 and KT-11-11) in 2010 and 2011 using R/V Tansai-maru of JAMSTEC (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology). The acquired seismic data for subseafloor structures spotted thick sedimentary basin at the eastern margin of the caldera. The basin covers 70 square km of the 20 km-wide caldera and is next to caldera rim fault. The infill of the basin is characterized by the group of onlapping stratified deposits named B which maximum thickness is more than 600 m. The B-sequence has two major depositional discontinuities in the middle and the top. The lower one is paraconformity and the upper one is disconformity though, the both of them are associated with similar deformation of the basin itself. The deformation is characterized by 1. Dragged-up reflectors along the caldera rim fault, and 2. Slight outward rotation of the deposits. Both characteristics intensify along the depth, which means lower deposits were experienced much more deformation.

The both two types of the deformation suggest the basin was experienced at least two major subsidence event. The former dragged-up structure is interpreted as the incomplete slip of the caldera rim fault for the relief of the subsidence, while the latter rotation shows the slippages were slightly listric. The displacements of the subsidence events could be estimated from the top and bottom of the dragged-up structures, as more than 100 m in the lower-older event and more than 50 m in the upper-newer event. The subsidence would be an abrupt event, as the paraconformity was formed in the lower-older event. The most likely candidate for such a significant subsidence is caldera collapse. As therefore, the basin might be the one of the pre-caldera structure, and it has been experienced multiple caldera collapse events in the past.

キーワード: カルデラ, 反射法探査, 鬼界カルデラ, アカホヤ  
Keywords: caldera, seismic reflection survey, Kikai caldera, Akahoya



## 海底泥火山の地形から推定される海底下物質移動 Estimates on fluid migration and material recycling via offshore mud volcanoes

喜岡 新<sup>1\*</sup>; 芦 寿一郎<sup>1</sup>  
KIOKA, Arata<sup>1\*</sup>; ASHI, Juichiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所

<sup>1</sup> Atmos. Ocean Res. Inst., U. Tokyo

現在、海底泥火山は世界中で 300~400 程度確認されており、この数の 2 倍以上の存在が推測されている。泥火山は、地下深部の圧力上昇がトリガーとなって、深部起源の含礫泥が海底下まで運ばれて噴出・形成される。そのため泥火山は、深部掘削することなく地下深部の情報を得ることができる有用なツールである。本研究では、現在確認されている海底泥火山のカタログを作成し、海底泥火山が流体移動や物質循環にどの程度貢献しているのか評価することを目指す。

キーワード: 海底泥火山, 流体移動, 物質循環, 過剰間隙水圧

Keywords: Submarine mud volcanoes, fluid migration, material recycling, overpressure

## 新しい海洋堆積物コアデータベース “COEDO” New Marine Sediment Core Database ”COEDO”

中野 幸彦<sup>1\*</sup>; 市山 祐司<sup>1</sup>; 堀川 博紀<sup>1</sup>; 富山 隆将<sup>1</sup>; 佐藤 悠介<sup>2</sup>; 兼次 藤子<sup>2</sup>; 荻堂 絵利子<sup>2</sup>; 高江洲 佑樹<sup>2</sup>; 長山 杏梨<sup>2</sup>; 大城 達<sup>2</sup>

NAKANO, Yukihiko<sup>1\*</sup>; ICHIYAMA, Yuji<sup>1</sup>; HORIKAWA, Hiroki<sup>1</sup>; TOMIYAMA, Takayuki<sup>1</sup>; SATO, Yusuke<sup>2</sup>; KANESHI, Toko<sup>2</sup>; OGIDO, Eriko<sup>2</sup>; TAKAESU, Yuki<sup>2</sup>; NAGAYAMA, Anri<sup>2</sup>; OSHIRO, Satoshi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> (株) マリン・ワーク・ジャパン

<sup>1</sup>Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>2</sup>Marine Works Japan Ltd.

海洋研究開発機構(JAMSTEC)はデータ・サンプルの取り扱い方針を定め、([http://www.jamstec.go.jp/j/database/data\\_policy.html](http://www.jamstec.go.jp/j/database/data_policy.html))保有するデータ・サンプルの保管、管理、公開及び利用の促進を行っている。堆積物コアに関する情報は2008年から”JAMSTEC コアデータサイト”(旧サイト)で公開を行ってきた。これまで、利便性やデータ・サンプルの付加価値を高めるために、様々な改良を行ってきたが、サイトの内部構造がHTMLベースページの集合体であるなど、機能強化を行う上で仕様上の限界に達した。そのため、新たにデータベースを構築しデータ移行を行い、2014年1月に公開した。

新しいデータベースの主な特徴を紹介する。

<名称>

**JAMSTEC 堆積物コアデータベース (COre Electronic Database of Ocean floor; COEDO)**

<URL>

<http://www.godac.jamstec.go.jp/coedo/j/>

<検索方法>

地図検索とその他条件(航海番号、日付、公開データ種など)の複合検索

旧サイトの検索方法は、地図検索(一般ユーザー向け)または、航海番号から検索(乗船研究者向け)のどちらかを択する必要があり、欲しいデータにたどり着くまで手間がかかった。COEDOでは1画面の中に地図検索とその他の条件による複合検索を行えるようにまとめた。また、地図検索にGoogle maps APIを利用する事により、幅広いユーザーが視覚的にかつ簡単に利用できるようになった。さらに、データを利用したいユーザーは、各種データによる絞り込みをすることにより、早く簡単にデータにアクセスできるようになった。JAMSTECの航海に乗船した研究者や内部ユーザー向けの機能として、航海番号や首席研究者、船舶名などからの検索機能も搭載した。

<公開しているデータ種>

メタデータ(航海番号、採取日、首席研究者、船舶名、採取位置、水深など)

コア写真、スキャンイメージ、コア柱状記載、ソフトX線写真、X線スキャンイメージ、物性データ(ガンマ線透過率から求めた密度、P波伝播速度、帯磁率、測色値、せん断応力、コーン貫入抵抗など)、関連論文・文献情報、化学分析データへのリンク

今後、利便性向上へ向けて機能強化を行う検討をすすめている。

- ・コア年代情報の収集・整理を行い、見やすい形での表示・検索機能追加。
- ・高知コア研究所のサンプル情報ページとの統合。
- ・旧サイトで取り扱ってなかった新しいデータの公開。

また、既存ユーザーへの利便性向上のみならず、新しいユーザーの獲得を目指した活動を始めている。JpGUは横浜市と共催で、横浜市の中高生を対象に、次世代を担う研究者輩出を目的とした、特別実習(データベース実習+コア観察実習)を慶応義塾高等学校で開催する。JAMSTECは講義(講師派遣)とサンプルを提供するという形で協力する。実習では、COEDOを利用して従来よりもスムーズに堆積物コアの情報を得て、検索したコアを実際に観察し、深海と地球に関する最先端の研究にアプローチすることによって、生徒の興味・好奇心向上につなげる。なお、JAMSTECのデータベース検索を利用したコア観察実習は初の試みである。データベースは、JAMSTECの一般公開などで随時紹介しているが、この実習に協力する事によって、教育目的のユーザーの増加が期待できる。

キーワード: 堆積物, コア, サンプル, データベース, 海洋, 地質学

Keywords: JAMSTEC, marine sediment core, database, ocean floor, piston corer, geology

## 深海映像・画像に対する地質学的アノテーション Geological Annotation for the Deep-Sea Images

伊禮 一宏<sup>1\*</sup>; 荻堂 盛誉<sup>1</sup>; 嘉陽 牧乃<sup>1</sup>; 仲村 亮<sup>1</sup>; 田中 克彦<sup>2</sup>; 北山 智暁<sup>2</sup>; 齋藤 秀亮<sup>2</sup>; 華房 康憲<sup>2</sup>  
IREI, Kazuhiro<sup>1\*</sup>; OGIDO, Moritaka<sup>1</sup>; KAYO, Makino<sup>1</sup>; NAKAMURA, Makoto<sup>1</sup>; TANAKA, Katsuhiko<sup>2</sup>; KITAYAMA,  
Tomoaki<sup>2</sup>; SAITO, Hideaki<sup>2</sup>; HANAFUSA, Yasunori<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (株) マリン・ワーク・ジャパン, <sup>2</sup> 独立行政法人海洋研究開発機構

<sup>1</sup>Marine Works Japan LTD., <sup>2</sup>JAMSTEC

独立行政法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 国際海洋環境情報センター (GODAC) では、JAMSTEC が保有する潜水調査船や無人探査機を用いた深海調査によって撮影された映像や画像を収集・保管・公開するとともに、膨大な情報の中から利用者が容易に目的の映像や画像を探し出せるように、地質環境や生物名を示すアノテーション (キーワード) を付与してデータベースに登録している。これらの映像や画像とアノテーションは、JAMSTEC の潜航調査により撮影された映像や画像を公開するデータサイトである「深海映像・画像アーカイブス (J-EDI) \*1」からインターネットに配信されている。

深海調査に関わる研究者らは J-EDI で配信している深海調査の映像や画像を研究や講演の素材、航海・調査潜航の計画策定などに利用することができる。また、深海生物の映像や画像はその生態等を知る上で貴重なデータであるだけでなく、撮影地点における生物の存在根拠となるため、生物種名のアノテーションが付与された映像や画像は海洋生物の多様性・分布情報を扱う統合データサイトである「Biological Information System for Marine Life (BISMaL) \*2」を介して生物分布の可視化や生物観察記録に利用されている。

登録しているアノテーションの内容は映像や画像から被写体を同定できる範囲としており、アノテーションの登録操作は、データベースに予め用意した語彙の中からアイコンや分類名の階層ツリーを用いて適する語を選択する方式としている。深海底の地質環境を示すアノテーションは、全映像約 120,000 件のうち、約 41,000 件の映像と、95 種類の用語が登録されている。

我々は特に固体地球科学分野での深海映像や画像の利用範囲を広げるために、潜航調査に関する文献などを活用することで、より詳細な内容のアノテーションの登録を試みたが、その登録には多くの時間を費やすことが判明した。効果的に作業を進めるには、付与するアノテーションを利用拡大につながるものに絞り込む必要があると考えている。

本発表では、深海調査により撮影された映像や画像に付与した深海底の地質環境を示すアノテーションの現状と深海映像や画像の利用範囲拡大に向けた取組みについて報告する。

\*1 <http://www.godac.jamstec.go.jp/jedi/>

\*2 <http://www.godac.jamstec.go.jp/bismal/>

キーワード: 深海映像画像, 地質環境, アノテーション

Keywords: deep-sea video and photo, geological environments, annotation