

海底マグネトテルリック観測による西ノ島火山のマグマ溜りイメージングへの挑戦

馬場 聖至 [1]; 多田 訓子 [2]; 市原 寛 [3]; 小山 崇夫 [4]; 杉岡 裕子 [5]; 浜野 洋三 [6]

[1] 東大・地震研; [2] 海洋研究開発機構・D-EARTH; [3] なし; [4] 東大・地震研; [5] 海洋研究開発機構・IFREE; [6] JAMSTEC

Challenge for imaging a magma chamber beneath Nishinoshima volcano by marine magnetotelluric observation

Kiyoshi Baba[1]; Noriko Tada[2]; Hiroshi Ichihara[3]; Takao Koyama[4]; Hiroko Sugioka[5]; Yoza Hamano[6]

[1] ERI, Univ. of Tokyo; [2] D-EARTH, JAMSTEC; [3] KOBE, Kobe Univ.; [4] ERI, University of Tokyo; [5] IFREE, JAMSTEC; [6] JAMSTEC

Nishinoshima is an uninhabited island oceanic island generated as a volcano on oceanic island arc, which is located about 130 km west of Chichijima in Izu-Bonin islands. It has erupted intermittently since November, 2013 and has enlarged its area by filling in surrounding sea with lavas. It is an on-going process of development of an oceanic island arc and thus valuable target to study. Many kinds of observations have already been going on. Geophysical (seismic) studies, have not succeeded to image the magma chamber yet although a geochemical study of the lavas suggested that the magma chamber is in 3-6 km depth (Sano et al., 2016). Then, we planned to conduct an magnetotelluric (MT) observation using ocean bottom electromagnetometers aiming to image the magma chamber in terms of electrical conductivity anomaly. It is important to examine if the instrumentation and analysis methods at the present are useful to image the possible magma chamber reasonably in advance of designing the observation plan. We have studied the sensitivity of MT responses on the seafloor around Nishinoshima to the high conductivity anomaly presumed as the magma chamber by three-dimensional (3-D) forward modeling. We incorporated the latest and detailed bathymetry data around the Nishinoshima, which was provided by Japan Coast Guard, into the 3-D electrical conductivity structure. The conductivity of the crust and mantle is set as uniform 0.01 S/m, except for the shallowest part of the crust which changes from 0.316 to 0.01 from with depth. To this reference model, we superimposed 0.1 S/m conductive column with different diameters in different depth. We simulated the MT responses on the seafloor to the reference and modified models and calculated the difference in the responses between the two models. In case putting conductor of 3 km diameter and 3 km thickness in the top depth of 3 km, we observed the significant difference in the periods between 1 and 10 seconds at the location distant 3-6 km from the center of Nishinoshima. This result makes us expect that the real MT data can have significant sensitivity to the magma chamber if the true structure is similar to the presumed structure. We will show further detail of the sensitivity tests in the presentation. In addition, we are trying inversion tests using the synthetic data which were produced from the forward responses by adding noise to examine if the inversion can reproduce the presumed anomaly. We will show further detail of the sensitivity tests in the presentation.

西ノ島は、小笠原諸島父島の西方約 130 km に位置する海洋性島弧火山の無人島である。2013 年 11 月より噴火活動を活発化させて周囲を溶岩で埋め立て、島の面積を広げている。西ノ島の火山活動は、海洋性島弧の形成過程を理解する上で極めて貴重なサンプルであり、これまでにすでに様々観測が行われている。溶岩サンプルの地球化学的分析からは、マグマ溜りが深さが 3-6 km と見積もられている (Sano et al., 2016) が、地球物理学的 (地震) 観測からは、マグマ溜りの深さは未だ制約できていない。そこで、我々は海底電位磁力計を用いた電磁気観測により、電気伝導度構造としてマグマ溜りをイメージングすることを計画している。計画を実施するに当たり、既存の観測装置と解析技術でマグマ溜りが有意にイメージングできるかを検証することが重要となる。本研究では、3次元電気伝導度構造のフォワードモデリングにより、西ノ島周辺海底での MT レスポンスが、想定されるマグマ溜りを模した高電気伝導度異常体に対して、有意な感度を持つかどうかを検証した。3次元構造には、西ノ島周辺で 2013 年の活動以降に観測された最新・詳細な海底地形データ (海上保安庁提供) を組込んだ。海底下は 0.01 S/m の一様構造 (ただし海底直下は 0.316 S/m から 0.01 S/m へ次第に遷移) を仮定した参照モデルに対し、西ノ島直下に深さ・大きさの異なるマグマ溜りを模した円柱状の高電気伝導度異常 (10 Ohm-m) を加えたモデルを用意した。西ノ島の周囲の MT レスポンスを、異常体 (上面の深さ 3 km、直径 3 km、高さ 3 km) を加えたモデルと参照モデルについて計算し、両者の差をプロットしたところ、周期 1 秒から 10 秒において西ノ島の火口から 3-6 km の範囲で有意な差が生じることが分かった。したがって想定した構造が現実の構造に近ければ、実観測データはマグマ溜りに対して感度を持つことが期待できる。本発表では、その他のモデルも含めたフォワード感度テストの詳細を議論する。また、現在フォワード計算値に誤差を与えた人工データを用いて、与えた異常体がインバージョンによって復元できるかについても検証中であるので、その結果についても報告する予定である。