

小笠原諸島・西之島における 2017 年および 2019~2020 年の噴火で形成された溶岩の古地磁気強度分析・岩石磁気分析

#与謝野 勳¹⁾, 山本 裕二¹⁾, 多田 訓子²⁾, 前野 深³⁾, 武尾 実³⁾

(¹⁾ 高知大, (²JAMSTEC, (³ 東京大学 地震研究所

Paleointensity and rock magnetic analyses of lavas formed by the 2017 and 2019-2020 eruptions on Nishinoshima, Ogasawara Islands

#Isao Yosano¹⁾, Yuhji Yamamoto¹⁾, Noriko Tada²⁾, Fukashi Maeno³⁾, Minoru Takeo³⁾

(¹Kochi University, (²JAMSTEC, (³Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Nishinoshima, a volcanic island located in the Ogasawara Islands of Japan, has been experiencing active eruptions accompanied by lava flows since 2013. During the first eruptive phase (Episode 1, 2013-2015), a volcanic cinder cone approximately 2 km in diameter and 140 m in height was newly formed, expanding the island's area to about 12 times that of the 1973-1974 eruption (Maeno et al., 2016). This was followed by the second phase (Episode 2, 2017) and the third phase (2018), and the subsequent fourth phase (Episode 4, 2019-2020) was more intense Strombolian eruptions and continuous phreatic explosions compared to previous eruptions. This is presumed to be due to the supply of deep magma, rich in volatile components, to a shallow magma chamber (Kaneko et al., 2021).

Lava acquires thermoremanent magnetization (TRM) during its formation (cooling), and the remanent magnetization intensity is proportional to the strength of the external magnetic field at the time of cooling. This external magnetic field is fundamentally considered to be the large-scale intrinsic geomagnetic field originating from the outer core, and the distribution of the geomagnetic field on Earth since 1900 can be calculated using the International Geomagnetic Reference Field

(IGRF) model. The latest model is IGRF-13 (Alken et al., 2021), and the "model total magnetic force values" for Nishinoshima from 2013 to 2020 can also be calculated. Therefore, by applying the absolute paleointensity (API) estimation method to the Nishinoshima lava and comparing the results with the "model total magnetic force values," it is possible to assess the reliability of the API estimation method.

To date, the reliability of API estimation using the Tsunakawa-Shaw method has been assessed for several "historical lavas" associated with volcanic eruptions since 1900. For "historical lavas" in the Japanese archipelago, examples of research include the study on the 1914 and 1946 andesitic lavas from Sakurajima volcano (Yamamoto and Hoshi 2007). For Nishinoshima lava, the Episode 1 lava has been studied, with an API estimated value of $41.3 \pm 4.4 \mu\text{T}$, which was accurately estimated to match the "model total magnetic force value" of $41.7 \mu\text{T}$ for the Nishinoshima area during 2014-2015 (Yamamoto et al., 2021, SGEPS).

In this study, we further examine Episode 2 and 4 lavas. Specifically, API estimation using the "Tsunakawa-Shaw method" and rock magnetic analyses such as room-temperature hysteresis measurements and thermomagnetic analyses are conducted. For the Episode 2 lava, six block samples collected from the southwestern coast of Nishinoshima are used. For the Episode 4 lava, five block samples collected from the northeastern coast are used. From these blocks, mini-core samples (1 inch in diameter) were cut into columns and further shaped into specimens. API estimation was then performed using the Tsunakawa-Shaw method. Additionally, chip fragments were cut from each specimen for magnetic hysteresis and thermomagnetic analyses. So far, API values have been estimated from five block samples of the Episode 2 lava. The average values and standard deviations are $44.3 \pm 2.4 \mu\text{T}$, $39.0 \pm 4.1 \mu\text{T}$, $35.4 \pm 1.3 \mu\text{T}$, $41.2 \mu\text{T}$, and $42.6 \pm 1.8 \mu\text{T}$, with the overall mean and corresponding standard deviation being $40.5 \pm 3.4 \mu\text{T}$. Magnetic hysteresis analyses show that both the Episode 2 and Episode 4 lavas exhibit a certain spread on the Day-Plot, but no significant differences were observed. Thermomagnetic analyses indicated the presence of titanomagnetite in both the Episode 2 and Episode 4 lavas, as evidenced by the thermomagnetic (Js-T) curves. Further analysis will be conducted to assess the reliability of the API estimation, considering the rock magnetic properties.

西之島は日本の小笠原諸島に位置する火山島であり、2013 年以降、溶岩流を伴う活発な噴火活動が続いている。第 1 期噴火 (2013~2015 年) では、直径約 2 km、高さ約 140 m の火山砕屑丘が新たに形成され、島全体の面積が 1973~1974 年の噴火以前の旧島と比べて約 12 倍となった (Maeno et al., 2016)。第 2 期噴火 (2017 年)、第 3 期噴火 (2018 年) と引き続き、最新の第 4 期噴火 (2019 年~2020 年) では、従来の噴火と比べて激しいストロンボリ式噴火、並びに継続的な水蒸気爆発が観測され、これは揮発性物質を多く含む深部マグマが浅部のマグマ溜まりに供給されたことによるものと推定されている (Kaneko et al., 2021)。

溶岩は形成時 (冷却時) に熱残留磁化を獲得し、残留磁化強度は冷却時の外部磁場の強度に比例する。その外部磁場は、基本的には外核起源の大規模固有磁場であると考えられ、地球における 1900 年以降の固有磁場の分布は国際標

準地球磁場モデル (International Geomagnetic Reference Field, IGRF) で算出できる。最新モデルは IGRF-13(Alken et al., 2021) であり、西之島の位置における 2013~2020 年の「モデル全磁力値」も算出することができる。従って、西之島溶岩に古地磁気強度絶対値 (Absolute Paleo Intensity, API) 推定法を適用し、その結果を「モデル全磁力値」と比較・検討することで、API 推定法の信頼性を検証することができる。

これまでに、1900 年以降に起こった数々の火山噴火に伴う「歴史溶岩」を対象に、綱川・ショー法による API 推定の信頼性の検証が行われてきた。日本列島の「歴史溶岩」では、桜島火山 1914 年と 1946 年の安山岩溶岩を対象とした研究例 (Yamamoto and Hoshi 2007) などがある。西之島溶岩については第 1 期噴火溶岩を対象に行われ、API 推定値として $41.3 \pm 4.4 \mu\text{T}$ が得られ、西之島の位置における 2014-2015 年の「モデル全磁力値」である $41.7 \mu\text{T}$ を精度良く推定できていると報告されている (山本ほか, 2021SGEPSS)。

本研究では、さらに第 2 期および第 4 期噴火溶岩を対象として検証を行う。具体的には「綱川・ショー法」による API 推定と、常温ヒステリシス測定や熱磁気分析などの岩石磁気分析を行う。まず、西之島の南西岸より採取された第 2 期溶岩のブロック試料 6 個と、北東岸から採取された第 4 期溶岩ブロック試料 5 個から直径 1 インチのミニコア試料群を柱状に切り出し、さらにそれぞれ試片に整形した。これらに対して、綱川・ショー法を適用して API 推定を行った。また、各試片からチップ片も切り出し、磁気ヒステリシス分析と熱磁気分析を行った。これまでに、第 2 期溶岩については 5 個のブロック試料から API 推定値が得られている。平均値と標準偏差はそれぞれ $44.3 \pm 2.4 \mu\text{T}$, $39.0 \pm 4.1 \mu\text{T}$, $35.4 \pm 1.3 \mu\text{T}$, $41.2 \mu\text{T}$, $42.6 \pm 1.8 \mu\text{T}$ であり、全平均と対応する標準偏差は $40.5 \pm 3.4 \mu\text{T}$ である。磁気ヒステリシス分析からは、第 2 期溶岩と第 4 期溶岩はともに Day-Plot 上で一定の広がりをもった分布を示すが、大きな違いは見られなかった。熱磁気分析からは、第 2 期溶岩と第 4 期溶岩に共通してチタノマグネタイトの存在を示唆する熱磁化 (Js-T) 曲線が確認された。今後、さらに分析を進め、岩石磁気特性も踏まえた、API 推定の信頼性の検証を行う。