

エチオピア巨大火成岩岩石区から推定される約3000万年前の古地磁気強度変動

吉村 由多加 [1]; 山崎 俊嗣 [2]; 山本 裕二 [3]; Ahn Hyeon-Seon[4]; Kidane Tesfaye[5]; 乙藤 洋一郎 [6]; 石川 尚人 [7]
[1] 東大・AORI; [2] 東大大気海洋研; [3] 高知大; [4] Gyeongsang National Univ; [5] アディスアベバ大・理・地球; [6] 神大・理・地惑; [7] 京大・人環

The geomagnetic field variation around 30 Ma estimated from Ethiopian Large Igneous Province (LIP)

Yutaka Yoshimura[1]; Toshitsugu Yamazaki[2]; Yuhji Yamamoto[3]; Hyeon-Seon Ahn[4]; Tesfaye Kidane[5]; Yo-ichiro Otofujii[6]; Naoto Ishikawa[7]

[1] AORI, UTokyo; [2] AORI, Univ. Tokyo; [3] Kochi University; [4] Gyeongsang National University; [5] Earth Sci., Addis Ababa Univ.; [6] Earth and Planetary Sciences, Kobe Univ.; [7] Human and Environmental Studies, Kyoto Univ.

The variation of geomagnetic field strength on the scale of tens of million years is important because it may reflect the history of the Earth's outer core and mantle convection. However, estimations of paleointensity involve various difficulties, and it is still difficult to clarify the long-term changes of geomagnetic intensity from a database. Also, the reconstruction of continuous paleomagnetic intensity records during geomagnetic polarity reversals is fundamentally important for understanding the nature of the geomagnetic field during reversals.

We, therefore, conducted a paleointensity study on volcanic rocks in the Ethiopian Large Igneous Province (LIP), which is claimed to have erupted and formed at about 30±0.4 Ma. We used four block samples collected from 93 lava flows. Thermomagnetic analyses were conducted on 125 samples from 93 layers. Among them, 33 samples of 30 flows showed signs of low-temperature oxidation. Furthermore, we excluded 23 samples of 21 flows that showed more than 30% differences between heating and cooling curves. The bulk domain stability (BDS) (Paterson et al., 2017) was calculated from the hysteresis data, and two samples of two flows below the threshold of 0.1 were excluded. Absolute paleointensity estimation experiments using the Tuskawa-Shaw method were performed on remaining 79 samples of 40 flows. Among them, 46 samples of 27 flows provided absolute paleointensities (API) ranging from 5.4 to 38.8 microT, which correspond to VDM of 1.4-10.0 (10^{22} Am²). Among them, there are three lava layers that have three independent paleointensity values each, and the average of the means of the two flows that have a standard deviation of 15% or less is 4.8 (10^{22} Am²) (N=2). This is about 60% of the present field, and close to the average of 3.6±2.1 (10^{22} Am²) for the last 5 Ma proposed by Yamamoto and Tsunakawa (2005) and the median value of 4.2 (10^{22} Am²) for the last 200 Ma proposed by Tauxe et al., (2013).

Following the same procedure as absolute one, NRM/ARM slope, that is the natural remanent magnetization (NRM) intensity normalized with anhysteretic remanent magnetization (ARM) intensity, was calculated for 113 samples of 56 flows to recover relative paleointensity (RPI) variations. As a result, RPIs ranging from 0.037 to 4.9 were obtained from 106 samples of 52 flows. The average of the flows that have three independent RPI value each is 1.4±1.0 (N=6). The correlation between the RPIs and APIs at the sample level was R=0.82. A bi-plot of the VGP latitudes and the RPIs shows a U-shaped distribution; RPIs are low when VGPs are in middle to low latitudes. This is similar to the relationship between Oligocene RPI and VGP latitude shown by Tauxe and Staudigel (2004).

数千万年スケールでの地球磁場強度の変遷は、過去の地球外核やマントル対流の歴史を反映している可能性があるため、重要である。しかし、古地磁気強度の推定には様々な困難が伴い、データベースを用いても地磁気強度の平均値を明らかにすることは難しい。また、地磁気逆転に伴う連続的な古地磁気強度の復元は、地磁気逆転時の性質を理解するために必要である。

そこで我々は、約3000万年前におよそ80万年という期間で噴出・形成したと言われているエチオピア巨大火成岩岩石区 (Large Igneous Province: LIP) の火山岩を対象に古地磁気強度研究を行った。熱磁気分析で低温酸化の兆候が見られる試料と、加熱曲線と冷却曲線の差が30%より大きい試料を除外した。そしてヒステリシスデータからバルク磁区安定性 (Bulk Domain Stability: BDS, Paterson et al., 2017) を計算し、閾値0.1を下回る試料を除外した。それ以外の40層中の79個の試料に対して、綱川シヨ一法による絶対古地磁気強度推定実験を行った。そのうち、27層中の46個の試料から、5.4-38.8 microTの絶対古地磁気強度が得られた。それらをVDMに換算した値は1.4-10.0(10^{22} Am²)であった。その中でも、3つの強度が1つの溶岩層から推定されている溶岩層は3層あり、標準偏差が15%以下の2層の平均から計算した全平均値は4.8(10^{22} Am²) (N=2)であった。この平均値は現在の約60%であり、これまで提案されている過去500万年間の平均値3.6±2.1 (10^{22} Am²) (Yamamoto and Tsunakawa, 2005)、および過去2億年の中央値4.2(10^{22} Am²) (Tauxe et al., 2013)と近い値であった。

絶対古地磁気強度の際と同様に事前に試料を選別し、56層中の113個の試料について、非履歴残留磁化 (ARM) で自然残留磁化 (NRM) を規格化したNRM/ARM slopeから相対古地磁気強度変動の復元を試みた。その結果、52層106個の試料から0.037-4.9という変動幅の相対古地磁気強度が得られた。そのうち1層につき3個の強度が推定された層平均を全て平均した値は1.4±1.0 (N=6)であった。試料レベルでの相対古地磁気強度と絶対古地磁気強度の相関はR=0.82であり、正の相関を持っていた。VGP緯度と相対古地磁気強度の比較を行ったところ、VGPが中-低緯度の場合相対古地磁気強度は比較的小さい特徴が分かった。これはTauxe and Staudigel (2004)によって示されたOligoceneの相対古地磁気強度とVGP緯度の関係に類似している。