

中央インド洋海嶺玄武岩を用いた絶対古地磁気強度の推定

#吉村 由多加¹⁾, 藤井 昌和²⁾

(¹ 九大, ² 極地研)

Estimation of absolute paleointensity from Central Indian Ridge basalts

#Yutaka Yoshimura¹⁾, Masakazu Fujii²⁾

(¹ KU, ² NIPR)

Volcanism at the mid-ocean ridge (MOR) plays a fundamental role in the Earth system. Because eruption intervals in MORs could be very short and hydrothermal activities are complicated, high-resolution dating of the seafloor is essential to estimate seafloor spreading rate and resolve hydrothermal activities. Previous studies have been conducted to distinguish between new and old lava flows using structural observations and chemical composition analysis, but their information provides just relative ages, not absolute ages. In addition, it is difficult to obtain certain eruption age if rock samples have a large heterogeneity or general chemical composition. In order to solve these problems, a paleomagnetic method has been proposed to measure absolute paleomagnetic intensities (paleointensities) of submarine lava to detect the unique pattern of each age as an age indicator. However, previously measured absolute paleointensities derived from submarine basaltic glasses of the East Pacific Rise measured in a previous study are highly variable, which potentially indicate a problem with the sample properties and/or the paleointensity estimation method. Here, we conducted absolute paleointensity measurement experiments for submarine basalts using the Tsunakawa-Shaw method, a technique that is expected to provide more accurate absolute paleointensities than conventional methods. Studied basaltic rock samples were collected from the Central Indian Ridge by the SHINKAI 6500 dives 926 and 927 operated during the R/V Yokosuka YK05-16 cruise. Only two samples from one lava site passed the statistical acceptance criteria of the Tsunakawa-Shaw method, showing absolute paleointensities of 31.4 μ T and 33.7 μ T. Their mean value is $32.6 \pm 1.6 \mu$ T (1 σ), with a standard deviation of 4.9% of the mean. In other words, highly accurate absolute paleointensities were obtained. The mean value is 0.7 times weaker than the geomagnetic intensity at the current sampling site (45.8 μ T, IGRF-13). It is also significantly different from the current geomagnetic intensity even when the standard deviation is considered. Therefore, we conclude that the results of this study can be a useful indicator for high-resolution seafloor dating. The acceptance rate of the absolute paleointensity measurement in this study is 14%. This is significantly lower than the pass rate for volcanic rocks from terrestrial eruptions, which is usually around 60%. All rejected specimens had significantly stronger experimental thermal remanent magnetization from the first heating than from the second, but no thermal alteration occurred. Thermomagnetic analysis of the pieces of the accepted and one rejected specimen fragment showed that titanomagnetite includes high titanium in both cases. From these results, we inferred that the first heating caused the ilmenite lamellae to exsolve from the titanomagnetite (i.e., high-temperature oxidation) and that the specimens acquired thermochemical remanent magnetization, which was the cause of rejection. However, the difference in the experimental conditions between the accepted and rejected specimens is currently unknown.

海底拡大に伴う中央海嶺の火山活動は、地球システムの基礎的な役割を担う。特に、非常に速い可能性のある海底拡大の速度の推定や、複雑なマグマ熱水活動の実態把握には、高分解能な年代測定が必要である。これまで溶岩流の構造観察や化学組成の違いを用いて溶岩流の新旧を判別する研究が行われてきたが、相対年代を示唆する情報が得られる一方で絶対年代は不明である。また、岩石試料内の不均質性が大きい場合や、組成に違いがない場合には正確な年代を判別できない。それを踏まえ、海底の溶岩から絶対古地磁気強度を測定し、その時代ごとにユニークなパターンを年代指標として用いる方法が提案されている。しかし、先行研究で測定された東太平洋海嶺の海底玄武岩ガラス由来の絶対古地磁気強度にはバラツキが多いため、試料や手法に問題がある可能性がある。そこで、本研究では、従来の手法よりも正確な絶対古地磁気強度が得られると期待される手法「綱川-ショー法」を用いて、海底玄武岩を用いて絶対古地磁気強度測定実験を行なった。研究試料には、「よこすか」YK05-16 航海中に実施された「しんかい 6500」926 潜航と 927 潜航で採取された中央インド洋海嶺玄武岩を利用した。7 箇所の溶岩から 2 個ずつ、計 14 個の試料片に対して実験を行ったところ、1 箇所の溶岩の 2 個の試料片のみが綱川-ショー法の統計的な実験合格基準に合格し、31.4 μ T と 33.7 μ T という絶対古地磁気強度を示した。これらの平均値は $32.6 \pm 1.6 \mu$ T (1 σ) であり、標準偏差は平均値の 4.9% である。したがって高精度な絶対古地磁気強度が得られたと言える。この値は現在の採取地点の地磁気強度 (45.8 μ T, IGRF-13) の 0.7 倍である。また、標準偏差を考慮しても、現在の地磁気強度と有意に異なる。そのため、本研究の結果は海底の年代測定の有力な指標になり得る。一方で、本研究の絶対古地磁気強度測定は合格率が 14% であった。これは、陸上噴火の火山岩が通常 60% 前後の合格率であることと比べて顕著に低い。全ての不合格試料片は、2 回目よりも 1 回目の加熱による人工熱残留磁化が有意に強いが、熱変質を起こさなかった。合格試料片と不合格試料片 1 個ずつの破片を用いて熱磁気分析を行なったところ、どちらもチタンの多いチタノマグネタイトが磁化を担う磁性鉱物であると分かった。これらの結果から、1 回目の加熱でチタノマグネタイトからイルメナイトラメラが離溶し (高温酸化)、試料片が熱化学残留磁化を獲得したことが不合格の原因だと推察した。しかし、合格と不合格を分ける実験条件の違いは現時点で不明である。