

三宅島 1983 年溶岩とスコリアを用いた古地磁気強度のテスト測定

福岡 浩司 [1]
[1] 同志社大・理工

Testing Thellier paleointensity determinations on recent lavas and scorias from Miyakejima

Koji Fukuma[1]
[1] Dept. Env. Sys. Sci., Doshisha Univ.

Thellier paleointensity method was applied for recent basaltic lava flows and scorias from Miyakejima, Japan. Geomagnetic field intensity of about 45 microT is available as a reference value at the eruption times of 1983, 1962 and 1940 to be compared with the Thellier paleointensity values. These eruptions, occurred along fissures on the volcano flank, yielded highly vesiculated scorias as well as relatively thin lava flows within a short time as just one day. These samples provide an unparalleled opportunity to test paleointensity methods for multiple sections bearing several sorts of volcanic facies resulted from a single eruption.

Drilled cores or hand samples were collected at three vertical sections of the 1983 lava flow, three scoria sites from each eruption, and one 1962 lava site on the coast. The lava sections cover the whole facies from the upper clinker to the lower bottom. Curie points and hysteresis properties were obtained on small fragments removed from cylindrical specimens. Thellier experiments were completely performed using an automated three-component spinner magnetometer with thermal demagnetizer 'tspin'. Specimens were heated in air, the applied laboratory field was 45 microT, and pTRM checks were performed at every two heating steps.

For lava flows sigmoidal curves were commonly observed on the Arai diagrams. Especially the interior part of lava flows always revealed sigmoidal patterns and sometimes resulted in erroneously blurred behaviors. Also the directions after zero-field heating were not necessarily stable in the course of the Thellier experiments. It was very difficult, for the interior part, to ascertain linear segments on Arai diagrams corresponding to the geomagnetic field intensity at the eruption.

Upper and lower clinker samples also generally revealed sigmoidal or upward concave curves on Arai diagrams. Neither lower or higher temperature portions of the sigmoids or concaves did give the expected geomagnetic field intensities. There were two exceptional cases of lava flows giving correct field intensities: upper clinkers with relatively low unblocking temperatures (e.g., <400 deg.C) and lower clinkers with broad unblocking temperature ranges from room temperature to 600 deg.C.

A most promising target for paleointensity experiments within volcanic rocks is scoria. Scoria samples always carry single Curie temperatures higher than 500 deg.C, and the ratios of saturation remanence to saturation magnetization (M_r/M_s) of about 0.5 are indicative of truly single-domain low-titanium titanomagnetite. Unambiguous straight lines were always observed on Arai diagrams covering broad temperature ranges like the lower clinker samples, and the gradients gave the expected field values.

Thellier experiments applied for the recent lava flows did not successfully recover the expected field intensity from most samples. No linear segment was recognized or incorrect paleointensity values were obtained from short segments with a limited temperature range. In Thellier or other types of paleointensity experiments laboratory alteration is checked in details, but if a sample once passed the alteration check, the TRM/NRM ratios of any limited temperature or field range were accepted as reflecting paleointensity. However, this is not the case as shown in this testing determinations. Previously published paleointensity data from lava flows should include much of such dubious data. In general lava flows are not suitable for paleointensity determinations in light of its large grain-size and mixed magnetic mineralogy except for some exceptional lithologies like scoria.

テリ工法を三宅島で得られた最近の玄武岩質溶岩流とスコリアに適用してテストした。1983年、1962年と1940年の噴火時の約 45 μ T の地磁気強度がテリ工古地磁気強度値と比較される基準値として利用可能である。火山山腹の割れ目に沿って発生したこれらの噴火は、1日程度の短い時間で発泡した相であるスコリアと比較的薄い溶岩流を噴出した。複数の鉛直断面で得られた単一の噴火による様々な火山岩の岩相は、古地磁気強度の方法をテストするための比類のない機会を提供する。

ドリルコアまたはハンドサンプルを、1983年溶岩流の3つの断面、それぞれの噴火時のスコリアの3サイト、および1962年溶岩流のサイトで収集した。溶岩流の各断面は、上部クリンカから下部クリンカまで溶岩流の全ての相をカバーしている。キュリー点とヒステリシス特性は円筒状の試料から切り取ったチップについて得た。テリ工法による実験は全て自動化された熱消磁付き3成分スピナー磁力計 'tspin' を用いて行った。試料を空気中で加熱し、与えた実験室磁場は 45 μ T であり、pTRM チェックは2ステップ毎に行った。

溶岩流では一般的にシグモイド曲線がアライ図に見られ、pTRM チェックに通らないケースはほとんどなかった。特に溶岩流の内部は、常に S 字パターンを示し、時にはおかしな乱れた振舞いを見せた。また、ゼロ磁場加熱後の方向がテリ工実験の過程で安定しない試料も多くあった。アライ図で噴火時の地磁気強度を与える直線部分を確認することは、溶岩流内部については非常に困難であった。

上部と下部クリンカの試料もまた、一般的にアライ図上でシグモイドまたは上向きに凹の曲線を示した。シグモイド又は凹部の低温もしくは高温の直線に見える部分は、いずれも予想される地球磁場強度を与えなかった。正しい磁場強度を与えた例外的な2つのケースは、1) 室温から 600 °C まで幅広いアンブロッキング温度をもつ下部クリンカ、2) 比

較的低いアンブロッキング温度 (<400) をもつ上部クリンカ，である．

火山岩の中で古地磁気強度実験のための最も有望なターゲットはスコリアである．スコリア試料は常に約 0.5 の飽和残留磁化 / 飽和磁化比 (M_r/M_s) と 500 以上の単一のキュリー温度をもち，単磁区の Ti-poor チタン磁鉄鉱が磁化の担い手であることを示している．下部クリンカと同様に，常に広い温度範囲をカバーする明確な直線がアライ図で見られ，期待される磁場強度を示した．

最近の溶岩流に適用したテリ工法はほとんどの試料において予想される磁場強度を得ることはできなかった．直線部分が認識されないか，または不正確な古地磁気強度の値が狭い温度範囲をもつ短い直線部分から得られた．これまでテリ工法や他の古地磁気強度実験では実験室での変質を詳細にチェックするが，一旦変質チェックに通ってしまうと任意の限られた温度または磁場範囲の TRM/NRM 比が古地磁気強度を反映するものとして受け入れられてきた．しかし，今回のテスト測定はこれが当てはまらないことを示唆している．溶岩流について以前に出版された古地磁気強度データには，過去の地球磁場を反映していない疑わしいデータが多く含まれるはずである．スコリアなどの一部の例外を除いて，一般的に溶岩流は粗粒でありかつ複数の種類の磁性鉱物を含むために古地磁気強度の測定には適していない．