

枕状溶岩の表面から内部にかけてのテリ工法における振舞いの変化

福間 浩司 [1]

[1] 同志社大学理工学部環境システム学科

Surface-interior variation of Thellier paleointensity behavior from a submarine pillow basalt

Koji Fukuma[1]

[1] Dept. Environ. Sys. Sci., Fac. Sci.&Engi., Doshisha Univ.

Submarine pillow basalts are supposed to be one of principal contributors to marine magnetic anomalies and the magnetic properties have been thoroughly studied. Recently the glassy rinds are routinely utilized as ideal materials for Thellier paleointensity experiments. From the glassy surface to the crystalline interior magnetic properties rapidly change, and the variations have been explained by grain-size dependent alteration or variable iron/titanium content of titanomagnetite.

A pillow basalt block that was collected by a submersible SHINKAI 6500 near the Southwest Indian Ridge was examined for the surface-interior variation of magnetic properties and Thellier paleointensity results. The erupted age is estimated less than a few tens of thousand years. An about 10 cm long column was extracted and sliced into 2 or 2.5 mm thick sections parallel to the surface. Thermomagnetic analyses indicated that the glassy rind is virtually barren of magnetic materials but the inside crystalline portion contains titanomagnetite. Hysteresis properties, obtained by applying a maximum field of 5 T, showed that the saturation magnetization steadily increases from the surface to the interior, Mr/Ms have the high peak values near the glass and crystalline boundary but still lower than 0.5, and coercivity values reach almost 100 mT near the boundary. Natural remanent magnetization (NRM) intensity rapidly increases around the boundary by several orders of magnitude.

Thellier double-heating paleointensity experiments with partial thermoremanent magnetization (pTRM) checks were done by heating and cooling 2 or 2.5 mm thick sections in Ar atmosphere. The glassy rind sample showed ill behaviors during the Thellier experiment primarily due to the low NRM intensity. Only two sections of 2 to 6 mm from the surface showed linear trends on the Arai diagrams and pass the pTRM tests, giving expected paleointensity values from the IGRF. Deeper than 6 mm from the surface, all the sections exhibit downward convex curves on the Arai diagrams suggesting that multidomain effects predominate the behaviors. However, if connected the room and highest temperature points on the Arai diagrams, these sections give similar paleointensity values as the near-surface sections.

Submarine pillow basalts can provide reliable Thellier paleointensity values not only from the glass rind but also from the cryptocrystalline portion near the surface. However, the thickness is only a few millimeters because the magnetic properties quite rapidly change with increasing distance from the surface. Such a thin cryptocrystalline portion should be generally missed or mixed up when using a standard sized specimen, but NRM intensities are higher by several orders of magnitude than the glass rind. Although the inside crystalline portion of pillow basalts is not suitable for Thellier paleointensity experiments, it gives rise to marine magnetic anomalies reflecting paleointensity variations in some degree.

海底の枕状玄武岩は海洋の磁気異常の主要なソースであると考えられ、その磁気的性質は詳しく研究されてきた。また、枕状溶岩の表面のガラス質の部分はテリ工法による古地磁気強度決定のための理想的な材料として近年よく利用されている。枕状玄武岩ではガラス質の表面から結晶質の内部に向かい磁気的性質は急速に変化し、テリ工法における振舞いに強い影響を与えると考えられる。今回は枕状溶岩を表面に平行に薄くスライスした試料片にテリ工法を適用して、表面からの距離に対する振舞いの変化を詳細に調べた。

南西インド洋海嶺近くで潜水調査船しんかい6500によって得られた枕状玄武岩ブロック464-R2-1を用いた。噴出した年代は数千年前であると見積もられている。長さ約12cmのコラムから、表面に平行に厚さ2mmもしくは2.5mmの試料片を切り出した。熱磁気分析は、ガラス質の表面はほとんど磁性鉱物を含まないが、内部の結晶質部分はチタノマグネタイトないしチタノマグヘマイトを含むことを示した。ヒステリシスパラメータは、5Tの最大磁場を適用することによって飽和残留磁化/飽和磁化比が0.5よりわずかに低く、保磁力は表面近くで100mT近く、飽和磁化は表面からの距離が増すに従い増加することを示した。自然残留磁化(NRM)強度は表面から距離1cmまでの間で急激に数桁増加する。

アルゴンガス中で試料片を加熱・冷却することによって、部分熱残留磁化(pTRM)チェックを伴ったテリ工法による古地磁気強度実験を行った。ガラス質の表面は主として低いNRM強度のため、テリ工法において一貫性のない振舞いを示した。表面から深さ2~6mmの2つの試料片だけが、Araiダイヤグラム上で直線的なトレンドを示し、pTRMテストに合格し、IGRFから予想される磁場強度と大きく異なる値を与えた。表面から6mm以深のすべての試料片が多磁区粒子に見られる下に凸である曲線をAraiダイヤグラム上で示す。ただし、Araiダイヤグラム上の室温と最も高い温度の点を直線で結んだ場合、これらの試料片は表面の近くの試料片とほぼ同じ磁場強度を与える。

海底の枕状玄武岩はガラス質の表面だけではなく、ガラス質から結晶質への遷移帯にあたる隠微晶質部分からもテリ工法により信頼できる過去の地球磁場強度を与えることができる。磁気的性質は表面からの距離に応じて急速に変化するため、その厚さはわずか数mmであり通常のサイズの試料片では見過ごされてしまうが、NRM強度はガラス質の表面より数桁高く容易に測定できる。また、枕状玄武岩の内部の結晶質部分はAraiダイヤグラム上で直線を示さないが、過去の地球磁場強度を反映した海洋の磁気異常に貢献している可能性がある。