

狭い温度範囲でおきる自己反転残留磁化の検証

Self-reversal PTRM evidence found in Sakurajima volcanic rocks

上野 直子[1]; 鄭 重[2]; 上野 宏共[3]

Naoko Ueno[1]; ZHONG ZHENG[2]; Hiroto Ueno[3]

[1] 東洋大・自然科学; [2] 綜合開発(株); [3] 鹿児島大・理・地環

[1] Natural Sci. Lab., Toyo Univ.; [2] Sogokaihatsu Co. Ltd.; [3] Faculty Sci., Kagoshima Univ.

岩石が地球磁場中で冷却する際、通常は地球磁場方向の自然残留磁化を獲得する。地球磁場と逆向きの磁場を獲得したとき、自己反転残留磁化と呼ぶ。この現象は自然界で榛名軽石をはじめとして、いくつか報告されている。

自己反転のメカニズムは磁化獲得温度が違う強磁性鉱物(A,B)が接しているとき、まず高温で磁化を獲得する鉱物Aが、ある温度で地球磁場方向の磁化を獲得する。温度が下がると低温で磁化を獲得する鉱物Bが磁化を獲得する。このとき鉱物Bがさらされている磁場の向きは、鉱物Aがつくる磁場(反地球磁場方向)と地球磁場の和になっている。鉱物Aによる反磁場が地球磁場よりも大なら鉱物Bは自己反転残留磁化を持つ。鉱物が獲得する磁化の大きさは鉱物の磁化率と外部磁場によるので鉱物Aと鉱物Bがそれぞれ獲得した磁化の大きさよっては岩石全体として自己反転残留磁化をもつことになる。

今まで、榛名軽石をはじめとして自己反転磁化が見られる岩石にはヘモイルメナイトが確認されている例が多いために、自己反転磁化の原因はヘモイルメナイトの存在であると言われてきた。しかし、上記の獲得モデル(2相モデル)で考えると特定の鉱物が存在する必要はない。磁化獲得温度や磁化率に差のある鉱物が接していればよい。この考えを検証するために、部分熱残留磁化(pTRM)の変化率に正負がある試料を選び、磁化が減少する温度範囲について狭い温度区分でpTRMを直接測定する実験をおこなった。試料として桜島の溶岩・軽石と大隈軽石を用いた。今回、狭い温度範囲でpTRM実験を行ったすべての試料について自己反転を獲得する温度範囲が特定できた。また、生試料では自己反転が確認できない試料でも、焼き鈍すと自己反転温度が確認できることがわかった。なお、これらの試料はヘモイルメナイトではなく、チタン磁鉄鉱が主として磁化を担っており、さらに、擬似単磁区ないしは多磁区構造をもつことを飽和磁化の温度変化やヒステリシスパラメーターで確認した。

2相モデルでは外部磁場が大きい場合は、鉱物Aの磁化によって生じる磁場よりも外部磁場が常に大きくなり、鉱物Bは外部磁化方向の磁化を獲得し、反転磁化を持たない。すなわち、小さい外部磁場中で自己反転磁化を獲得した岩石でも、大きな外部磁場中では自己反転磁化を獲得しないことを確認した。

次に、磁化獲得温度が異なる強磁性鉱物が存在することを確認するために初期帯磁率の温度変化と変化率を調べた。帯磁率の変化率の極大になる温度が、キュリー温度にほぼ対応する。今回の試料では温度変化によってキュリー温度が異なる、すなわち磁化獲得温度が異なる相が種々出現することがわかった。このことは、隣り合う相の磁化獲得温度や磁化率の組み合わせが適当になり、自己反転を獲得する機会があることを示している。

また、反転温度が460~490でヘモイルメナイトのキュリー温度以上の高温でしか現れない場合は、ヘモイルメナイトが自己反転を起こしたとは考えにくい。

そこで、比較のためにヘモイルメナイトが自己反転を起こした榛名二つ岳の軽石的溶岩についての実験結果も示した。ヘモイルメナイトのキュリー温度は200~400でこの温度近くでヘモイルメナイト自身が自己反転する。岩石全体が自己反転磁化を示すのは、岩石に含まれるその他の強磁性鉱物の磁化がヘモイルメナイトの反転磁化より弱いときである。高温で酸化したチタノマグネタイトなどの磁化がヘモイルメナイトの反転磁化より強くなると反転を示さない。

さらに、顕微鏡下でピッターパターンによる磁区構造を観察したが、検討には至っていない。

以上のことから、火山岩は、2相モデルによって条件さえ揃えば容易に自己反転磁化を示しうることが本研究によって明らかにされた。これによって、今まで擬似単磁区ないしは多磁区構造をもつ試料からはしばしば正しい古地球磁場強度が得られないという問題があったが、その原因のひとつとして、狭い温度範囲でおきる自己反転磁化を考慮する必要があることがわかった。