

pTRM 絶対古強度実験方法の新案

A new pTRM method for Paleointensity Determination of Igneous Rocks

鄭重[1]; Zhao Xixi[2]; 上野直子[3]

ZHONG ZHENG[1]; Xixi Zhao[2]; Naoko Ueno[3]

[1] 総合開発(株); [2] カリフォルニア大学; [3] 東洋大・自然科学

[1] Sogokaihatsu Co. Ltd.; [2] Institute of Geophysics and Planetary Geophysics, University of California; [3] Natural Sci. Lab., Toyo Univ.

絶対古地磁気強度を求める実験法には、大きく別けて二つの方法がある。(un)blocking temperature を利用する Thellier & Thellier 法と抗磁力を利用する Shaw の方法である。強磁性の単磁区粒子が主成分である人工焼き物の場合、いずれの方法でもほぼ期待した結果が得られる。しかし、普通の火山岩の場合、獲得した熱残留磁化は、強磁性鉱物の粒子サイズおよびその分布、地磁気環境、冷却速度などの関数である。実験室では、自然界と全く同じように(地磁気環境、冷却速度など)熱残留磁気を獲得できないため、自然と実験室での熱残留磁化の抗磁力を比較する Shaw の方法はあまり期待できない。幸いに単磁区粒子は、pTRM 加法則に満足し、印加磁場と比例する優れる特徴がある。この特徴に基づいた熱消磁と着磁の繰り返し実験法は、古地磁気強度を取り出すことが可能となった。しかし、多磁区などの粒子と共存する場合、熱消磁実験で得られた熱残留磁気の unblocking temperature spectra (UBTS) はその着磁実験で得られた blocking temperature spectra (BTS) と同じになるわけではない。既存の研究結果と我々の実験から得られた知見をまとめると、多磁区もしくは擬似単磁区粒子が担い手になる場合、その UBTS が BTS より高いため、古地磁気強度が高く求められる。一方、強い相互作用がある単磁区粒子は、その UBTS が BTS より低いため、古地磁気強度が低く求められる。孤立あるいは弱相互作用がある単磁区粒子だけは、pTRM 加法則に満足し、その UBTS が BTS と同じになるため、正確に古地磁気強度が求められる。Thellier & Thellier 法は、多磁区もしくは擬似単磁区粒子の寄与をよく取り入れるため、真の古強度より大きく見積もっている。一方、Shaw の方法は、交流消磁で低抗磁力の多磁区粒子などの寄与を取り除けるが、抗磁力が高い強い相互作用がある単磁区粒子の寄与を取り除けない、古地磁気強度が低く求められる傾向がある。我々が考えた実験方法は pTRM 加法則の原点に戻ったものである。方法の概要は以下のとおりである。

(1) Thellier & Thellier 法の TRM(T_0, T_i)の代わりに pTRM(T_i, T_{i+1})を測定する。

(2) pTRM の BTS (pTRM/ T) と NRM の UBTS (NRM/ T) との一致する部分だけを用い、平均古地磁気強度を計算する。この2つの量が一致するためには pTRM 加法則と NRM の TRM 起源が要求されるため、真の古地磁気強度 (Han) が得られる。また各々の温度区間で得られた pTRM と NRM より Plateau Han が計算される。

(3) 部分交流消磁前処理を実施し、抗磁力が低い多磁区粒子や VRM 起源の NRM, 実験中に生成された SPD 粒子などの影響を取り除く。

(4) Lab-produced TRM check の実施。実験装置や実験者の技術、試料の適用性および本方法の有効性を検証する。

Thellier & Thellier 法では、TRM(T_0, T_i)と NRM の残りと比較するため、pTRM 加法則からずれる効果があまり検出できない。一方 pTRM(T_i, T_{i+1})測定はこの効果が敏感に検出できるため、残留磁気の担い手の判断が非常にしやすくなる。またほかのメリットもある。pTRM 測定は測定の開始温度が自由だし低温部分の影響をまったく受けないため、古地磁気強度が出る可能性が低い温度範囲を回避できる。例えば低温酸化を受けていない海洋底玄武岩の高温部分だけを用いることが可能となる。また実験過程に起こった化学変化の影響を抑制する効果も考えられる。新たに生成した BTS の低い強磁性粒子が pTRM 測定に影響しないからである。しかし pTRM 測定は熟練な測定技術と精密な熱消磁炉が要求される。加熱温度の精密制御は勿論のことであるが、電気炉に流れる交流電流に生じる磁場を小さくしなければならない。この影響が無視できないほど小さくしないと正確に pTRM の BTS が得られない。本実験方法は良い試料と悪い試料の見分けができる古強度実験法を提案する。部分交流消磁前処理は抗磁力が低い多磁区粒子などの影響を取り除けるが、強い相互作用がある単磁区粒子の影響は残る。また、実験過程で高温酸化により生成されたチタン磁鉄鉱粒子は ilmenite のラメラに分割された形状異方性が高い棒状であり抗磁力が高いため、部分交流消磁による前処理はあまり効果が期待できない。しかし、発生したかどうかは検出できる。pTRM の BTS が NRM の UBTS よりだんだん大きくなることにより発生が検出できる。自然界に発生した高温酸化による単磁区粒子は、古地磁気強度の適切な担い手であるかどうかと疑われている。非磁性の ilmenite のラメラに分割された棒状 TM 粒子同士の相互作用と CRM の寄与が原因である。前者の場合には、NRM の UBTS が pTRM の BTS より低いはずである。原因が CRM による場合は、高温部分で得られた Plateau Han と低温部分のものと比較することによって、判別できる。低温部分特に 400 以下の UBTS に CRM の寄与がほとんどないと考えられる。実例を用い、本実験方法を詳しく説明して行きたい。

(Un)blocking Temperature Spectra of NRM & TRM
 Sample: STOP6, 1986 Izu-Oshima Lava

