

R004-15

D会場：11/26 PM2 (14:50-16:20)

15:05~15:20:00

## $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が記録する古地磁気強度のテスト測定

#福岡 浩司<sup>1)</sup>

(<sup>1</sup> 同志社大理工)

## Testing Thellier paleointensity determinations of $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bearing volcanic rocks

#Koji Fukuma<sup>1)</sup>

(<sup>1</sup>Doshisha University)

$\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (luogufengite) is a magnetic material characterized by a huge coercivity exceeding 1 T at room temperature and a low Curie point (~220 °C). Single-domain  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> are widely distributed in ceramics sintered at high temperatures (>1000 °C) in an oxidizing atmosphere as well as red-brown obsidians. The remanent magnetization carried by  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> exhibits a narrow unblocking temperature just below the Curie point. It has little to no viscous remanent magnetization, and remains stable over geological timescales as recording reversed magnetization. Compared to titanomagnetite or magnetite with pseudo-single- to multi-domains, which are typical carriers of remanent magnetization in volcanic rocks,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is an ideal medium for recording geomagnetic field intensity.

Previously considered an extremely rare magnetic mineral found only in ceramics and red-brown obsidians,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> has recently been discovered in red to pink-colored andesites and dacites. In this study, we used dacite from the 1991-1995 eruption of Mount Unzen-Fugen-dake to verify whether it records the expected geomagnetic field intensity.  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> had been identified in this location by Saito et al. (2007). We also performed paleointensity measurements using the Thellier method on andesite from Mount Yufu-dake, which erupted approximately 2,000 years ago.

Color measurements revealed that the a\*(green to red) and b\*(yellow to blue) values, which indicate color tone, were nearly zero for the gray blocks. In contrast, the red to pink samples exhibited high positive values for both a\* and b\*. The difference between the red and pink samples was evident in their difference in lightness (L\*). The red-to-pink samples exhibited an unblocking temperature of  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> of 150-220 °C during the thermal demagnetization of natural remanent magnetization. The proportion of  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> remanent magnetization intensity is 5-20%, while titanomagnetite and magnetite contribute the rest. Hysteresis and isothermal remanent magnetization measurements up to 5 T confirmed the presence of both  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and titanomagnetite/magnetite.

The Thellier method was used to measure paleointensity in 21 red to pink-colored samples from three sites in Unzen-Fugen-dake. These measurements revealed that the magnetic components of  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in four samples yielded values within  $\pm 5\%$  of the geomagnetic field intensity at the time of eruption (47.1  $\mu$  T). The magnetization components of titanomagnetite and magnetite in these samples also exhibit linear segments on Arai diagrams and equivalent paleointensities. Conversely, in many samples, the proportion of  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contributing to the natural remanent magnetization is small. This results in a low quality factor (q) and apparent paleointensities that are higher by several tens of percent. Titanomagnetite and magnetite in these samples exhibit sigmoid curves on Arai diagrams, and paleointensities cannot be determined. Note that gray samples could not yield paleointensity due to significant thermal alteration at temperatures above 350 °C. The  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> magnetic component in the red-to-pink samples from Yufu-dake has a larger proportion of natural remanent magnetic intensity than the samples from Unzen-Fugen-dake. The average value across the two sites is 51.2  $\mu$  T, which agrees well with the standard curve value.

As predicted by its stable remanent magnetization and low demagnetization temperature,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> can reliably provide paleointensity through the Thellier method. However, coexisting titanomagnetite or magnetite act as contaminants in the Thellier method using  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. However, to obtain paleointensity from  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, the unblocking temperatures of titanomagnetite and magnetite must either not overlap or their remanence ratios must be low.

$\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (luogufengite) は室温において 1 T をこえる巨大な保磁力と低いキュリー点 (~220 °C) に特徴づけられる磁性体である。酸化的雰囲気中で高温 (>1000 °C) で焼成された焼き物や赤褐色黒曜石には単磁区の  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> があまねく含まれる。  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が担う残留磁化は、キュリー点直下にせまいアンブロッキング温度を示し、粘性残留磁化をほとんどもたず、逆帯磁を記録するように地質学的時間スケールで安定である。 テリエ法においても、  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は単磁区であり低いアンブロッキング温度のため熱変質をこうむる可能性が低く、火山岩の残留磁化の通常の担い手である疑似単磁区〜多磁区のチタノマグネタイトやマグネタイトと比較して、理想的な地球磁場強度の記録媒体である。

$\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は焼き物や赤褐色黒曜石以外には見られないきわめてまれな磁性鉱物であるとこれまで考えられてきた。しかし、赤〜ピンク色の安山岩やデイサイトが  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を含んでいる例を最近いくつかの地域で見いだした。今回は Saito et al. (2007) が  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を見いだした 1991~1995 年に噴出した雲仙普賢岳のデイサイトを用いて、  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が期待される地球磁場強度を記録しているか確かめてみた。約 2000 年前に噴出した由布岳の安山岩についてもテリエ法による古地磁気強度測定を行った。

火砕流堆積物から赤〜ピンク色のブロックと比較のため灰色のブロックを採取した。色差計で測ったところ、色調をあらわす a\*(緑〜赤) と b\*(黄〜青) は灰色でほぼゼロであるのに対し、赤〜ピンク色の試料の a\* と b\* は高い正の値を示す。

赤色とピンク色の試料の違いは明度  $L^*$  の差にあらわれた。赤～ピンク色の試料は自然残留磁化の熱消磁において、例外なく 150-220 °C で  $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  のアンブロッキング温度をしめす。 $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  の残留磁化強度の割合は 5～20 % 程度で、残りはチタノマグネタイトとマグネタイトが担う。最大 5 T でのヒステリシス測定と等温残留磁化付加において、高保磁力の  $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  と、低保磁力のチタノマグネタイト、マグネタイトの共存を確認した。

雲仙普賢岳の赤～ピンク色の試料では 3 サイト 21 個についてのテリエ法による古地磁気強度測定の結果、 $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  の磁化成分から 4 個の試料において噴出時の地球磁場強度 47.1  $\mu\text{T}$  の  $\pm 5\%$  以内の値をえた。これらの試料では、チタノマグネタイトやマグネタイトの磁化成分もアライ図上で直線的で同等の古地磁気強度をあたえる。一方、多くの試料においては  $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  が自然残留磁化強度においてしめる割合が小さいため quality factor  $q$  が小さく、数 10 % 高い見かけの古地磁気強度を与える。これらの試料ではチタノマグネタイトやマグネタイトはアライ図上でシグモイド曲線を描き、古地磁気強度が得られない。なお、灰色の試料は 350 °C 以上で熱変質の影響が大きくなるため古地磁気強度が得られなかった。一方、由布岳の赤～ピンク色の試料の  $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  の磁化成分は自然残留磁化強度においてしめる割合が雲仙普賢岳に比べて大きく、2 サイトの平均は 51.2  $\mu\text{T}$  と標準曲線とよく一致する。

$\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  はその安定な残留磁化と低いアンブロッキング温度から予測されるように、テリエ法において期待される古地磁気強度を与えることができる。共存するチタノマグネタイトやマグネタイトは  $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  によるテリエ法では夾雑物である。ただし、チタノマグネタイトやマグネタイトのアンブロッキング温度が重ならないこと、もしくはその磁化成分の割合が低いことが、 $\varepsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  から古地磁気強度を得るための条件である。