

断層摩擦発熱により生成するフェリ磁性共鳴信号

A ferrimagnetic resonance signal produced by fault frictional heating

福地 龍郎[1], 溝口 一生[2], 嶋本 利彦[3]

Tatsuro Fukuchi[1], Kazuo Mizoguchi[2], Toshihiko Shimamoto[3]

[1] 山口大学・理・地球科学, [2] 京大・理・地球惑星, [3] 京大・院・理・地鋳

[1] Earth Sci., Yamaguchi Univ., [2] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ, [3] Dept. of Geol. & Mineral., Graduate School of Science, Kyoto Univ.

<http://www.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~fukuchi/>

1995年兵庫県南部地震の時に活動した野島断層沿いで、縞状構造を持つシュードタキライトが発見された(大槻, 2000)。縞状構造を構成する幅数mmの各シュードタキライト層のESR(電子スピン共鳴)測定を行った結果、凝集状態の3価鉄イオンから成るフェリ磁性体(-Fe₂O₃)のFMR(フェリ磁性共鳴)信号が検出された(福地, 2001)。このFMR信号は、野島シュードタキライトの周囲の断層ガウジを加熱することにより生成することが確かめられており、断層ガウジ中に含まれる -Fe^{00H} [-Fe₂O₃(H₂O)] が過去の断層活動時の加熱脱水で -Fe₂O₃ に変化したものと考えられる(Fukuchi et al., 2001)。

今回、リング式高速剪断摩擦試験機(嶋本・堤, 1994)を用いて、野島シュードタキライトの再現を試みた。剪断実験は、軸応力0.61MPa、回転速度500~1500rpm、変位時間約5~15sec.の実験条件で行った。実験試料には、野島平林で採取した野島断層ガウジを8~20μmに篩ったものを使用した。また今回の剪断実験では、ガウジ試料表面を観察できる様に、ガウジ試料を挟む円柱状固定部に石英ガラスを使用した。この円柱状固定部の直径は約25mmである。さらに、ガウジ試料が実験中に漏れないように、テフロンリングをガウジ試料の回りに取り付けた。回転速度1500rpm、変位時間約10sec.で剪断実験を行った結果では、摩擦すべりを起こしたガウジの表面は黒色に変色しており、野島シュードタキライトと同様の黒色物質が生成することが明らかとなった。一方、もう片方のガウジ表面では、同心円状(注:断層面は円形をしている)に残された脱水反応の痕跡を確認することができた。実験に用いたガウジ試料は60で24時間乾燥してあるので、今回確認された脱水反応は、主に断層ガウジを構成する含水鋳物(スメクタイト、カオリナイト、-Fe^{00H}等)中の結晶水が剪断摩擦熱により絞り出されたものと考えられる。高速剪断実験後のガウジ試料は、円周を基準(0mm)として、0~3mm、3~6mm、6~9mm及び9~12.5mmの4つの部分に細分し、細分した各部分についてESR測定を行った。なお、細分の幅に関しては±1mm程度の誤差があり、それ程厳密ではない。各部分の等価平均速度(嶋本・堤, 1994)は、それぞれ1.74m/s(0~3mm)、1.27m/s(3~6mm)、0.81m/s(6~9mm)及び0.37m/s(9~12.5mm)である。ESR測定の結果、等価変位速度と変位量が最も大きい0~3mmの部分では、電気炉において500で1分間加熱を行った時と同程度まで -Fe₂O₃のFMR信号が増大しており、等価変位速度と変位量がゼロである円の中心に向かって従ってFMR信号強度は減少して行く。断層面に沿う黒色物質の生成と -Fe₂O₃のFMR信号の増大は、野島断層500m掘削コアでも確認されている(Fukuchi and Imai, 2001)。 -Fe₂O₃のFMR信号は、花崗岩質ガウジ以外ではスメクタイト等の粘土鋳物を含む泥質ガウジを加熱した時にも生成されるので、その適用範囲は非常に広い。

一般に、常磁性物質のESR信号強度と磁化率は、共に物質内部のスピン濃度に比例するので、両者の間には正の相関が存在する。野島シュードタキライト及び断層ガウジについて、FMR信号強度と磁化率の相関関係を調べた結果、両者の間にも比例関係が成り立つことを確認することができた。黒色断層物質、FMR信号及び磁化率の増加は、全て加熱脱水による -Fe₂O₃の生成に起因しており、これらは断層摩擦発熱を検出する場合の重要な指標になると考えられる。

[参考文献]

- 1) 大槻憲四郎(2000)平成9年度~平成10年度科学研究補助金基盤研究A(2)研究成果報告書. 135pp.
- 2) 福地龍郎(2001)2001年地球惑星科学関連学会合同大会講演要旨, Sm-006, 国立オリンピック記念青少年総合センター.
- 3) Fukuchi, T., Mizoguchi, K. and Shimamoto, T.(2001) EOS Transactions, American Geophysical Union, 2001 Fall Meeting, Vol.82, No.47, T22A-0897, 2001/Supplement. Moscone Center, San Francisco, USA.
- 4) 嶋本利彦・堤昭人(1994)構造地質, No.39, p.65-78.
- 5) Fukuchi, T. and Imai, N.(2001) The Island Arc, Vol.10, No.3/4, p.465-478.