

台湾集集地震断層物質を用いた摩擦実験による帯磁率変化の検証と考察

Anomaly of magnetic susceptibility produced by high velocity friction test from the Chelungpu fault in Taiwan

谷川 亘 [1]; 三島 稔明 [2]; 嶋本 利彦 [3]; TCDP Hole-B 研究グループ [4]

Wataru Tanikawa[1]; Toshiaki Mishima[2]; Toshihiko Shimamoto[3]; TCDP Hole-B Research Group[4]

[1] JAMSTEC; [2] 神戸大・内海域; [3] 広大・院・理・地惑; [4] -

[1] JAMSTEC; [2] KURCIS, Kobe Univ.; [3] Graduate School of Science, Hiroshima Univ.; [4] -

地震性すべりに伴う剪断破壊と摩擦発熱により、断層帯内部では熱化学的な変化が引き起こされ化学組成と磁気的性質について局所的な異常が認められることがある。断層岩に残されたこうした痕跡の詳細な物質解析により、すべり時の最高被熱温度や摩擦強度の記録を読み取ることができ、さらに過去の地震挙動の推定につなぐことができるかもしれない。1999年台湾集集地震断層(チェルンブ断層)の深部掘削(TCDP)コア試料を用いた断層帯の物質解析により、断層帯中心部に発達した黒色カタクレサイトおよびその近傍において帯磁率の増加が認められた。地震性すべりに伴う帯磁率の増加の理由として、1)機械的粉碎作用による磁性鉱物の細粒化、2)機械的粉碎(衝突)作用による強磁性鉱物の生成、3)摩擦発熱による熱分解-強磁性鉱物の生成が主たるメカニズムとして考えられる。そこで本研究ではすべり面近傍の断層物質および主要な磁性鉱物を用いて室内高速摩擦実験、単純加熱実験およびボールミルを用いた粉碎実験を行い、実験後の試料の物質解析(粒度分析、XRD解析、高温帯磁率測定、色分析)により、帯磁率上昇のメカニズムと帯磁率上昇を担う鉱物の同定について考察を行った。

摩擦実験および加熱実験は断層中心部から2.5m離れたフラクチャー帯の断層岩を0.2mm以下に粉碎した模擬ガウジを使用した。高速摩擦実験は乾燥したガウジを2つの円筒形の砂岩ブロックの間にはさみ、側面をテフロンで覆い片側の砂岩を回転させてガウジを剪断した。実験は0.5-1.5MPaの垂直荷重および1m/sの一定滑り速度で行った。摩擦実験後の試料の帯磁率は実験前に比べて増加し、さらに摩擦仕事量に対して比例して増加する傾向が認められた。一方電気炉を用いて加熱した試料についても最高被熱温度300度付近から帯磁率は増加し、700度までは最高被熱温度とともに増加する傾向が認められた。しかし、高速摩擦実験後の試料の帯磁率と比較すると、やや低い帯磁率を示した。

一方、室温から700度までの1サイクルの高温帯磁率測定の結果(Kappabridge-3S / CS使用)昇温過程では400度付近にて、降温過程では600および300度付近において帯磁率の急激な増加が認められた。この特徴はパイライト(FeS_2)とシデライト(FeCO_3)を加熱した時の挙動と合致しており、熱分解に伴うマグネタイト(Fe_3O_4)およびパイロタイト(FeS)の生成を示唆する。さらに、地震すべり時の非常に短い時間規模でパイライトとシデライトの熱分解反応が起こる可能性を検証するために、1999年の台湾集集地震時のすべりパラメータを用いて、反応速度論をベースとした熱分解解析を行った。両鉱物ともに断層がすべり終えた直後から急激に反応が進行し、1分以内には反応はほぼ終了した。さらに、ボールミルを用いて機械的に粉碎した試料について、粉碎時間と帯磁率の変化の関係を調べ、メカノケミカル反応が帯磁率変化に及ぼす影響を考察した。粉碎時間とともに帯磁率は変化するものの、その変化量は試料を加熱した場合と比較して非常に小さい。一定時間ミル粉碎後の試料について加熱を行うと、粉碎しないで加熱した場合と比較して高い帯磁率を示した。また磁性鉱物について長時間ミルの粉碎を行うと酸化反応によりヘマタイトなどの鉱物への変化が認められた。

以上の結果から、摩擦発熱に伴う磁性鉱物の熱分解生成と機械的粉碎による粒子の細粒化による比表面積の増加による反応速度の増加がチェルンブ断層の帯磁率の上昇プロセスに寄与しているもの推定される。またシデライトとパイライトの熱分解反応が帯磁率上昇に大きく関係しているものと考えられる。