

ビトリナイト反射率を用いた地震性断層すべりに伴う摩擦発熱の検出：高速摩擦実験からのアプローチ

Detection of frictional heat in seismic faults by vitrinite reflectance :Insights from high-velocity friction experiment

北村 真奈美^{1*}, 向吉 秀樹², 廣瀬 丈洋³

KITAMURA, Manami^{1*}, HIDEKI, Mukoyoshi², HIROSE, Takehiro³

¹ 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻, ² (株) マリン・ワーク・ジャパン, ³ 独立行政法人 海洋研究開発機構高知コア研究所

¹Dept. of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, ²Marine Works Japan Ltd.,

地震時の断層すべりに伴う摩擦発熱は、地震発生のプロセスや地震時のエネルギー収支を理解する上で非常に重要である。近年、地震性断層すべりを起こした断層帯から、強磁性反射波 (Fukuchi et al., 2005), 微量元素と元素同位体 (e.g., Ishikawa et al., 2008), 粘土鉱物の変化 (e.g., Hirono et al., 2008), ビトリナイト反射率 (e.g., Sakaguchi et al., 2011) などの手法によって熱異常が検出されはじめた。この中でもビトリナイト反射率 (R_o) と温度の相関関係 (e.g., Barker., 1988) は古くから地質温度計として用いられてきたが、これらの関係式は地質学的年代スケールの被熱時間を仮定している。地震断層すべりは被熱時間が数秒から数十秒と非常に短く、不可逆反応なので、従来の R_o と温度の関係式から断層の発熱温度を求めことは難しい。そこで我々は、数秒間の摩擦発熱を伴う地震性断層すべりによって R_o がどのように変化するのかを、石英 (90 wt%) とビトリナイト (10 wt%) の混合ガウジを用いた高速摩擦実験によって調べた。

実験には、海洋開発機構高知コア研究所に設置されている高速摩擦試験機をもちいた。実験条件は、垂直応力 1 MPa, すべり速度 0.0013 m/s, 0.65 m/s, 1.3 m/s, 変位すべり距離 15 m である。摩擦発熱によって有機物が二酸化炭素に酸化分解するのを防ぐため、すべての実験は窒素雰囲気下でおこなった。また、熱電対を用いて断層ガウジ内部の温度を測定した。地震性断層すべりを再現した高速実験 (1.3 m/s) では、11 秒間のすべりでガウジ内部の温度は室温 (20 °C) から 270 °C, R_o は 0.9% から最大で ~6.0 % まで上昇した。 R_o はガウジ帯内部に形成される変形集中帯に近づくにつれて顕著に上昇した。低速実験 (0.0013 m/s) では、2 時間かけて高速実験と同程度の摩擦仕事量をするように変位させたが、温度と R_o ともにほとんど変化がなかった。しかし低速実験ではすべり面付近で、高い R_o を示すビトリナイト粒子が不規則に点在していた。このような高い R_o は、微小な粒子間の摩擦による局所的な発熱 (flash temperature), もしくはすべりに伴う mechanochemical な効果に起因すると考えられる。

キーワード: 断層, 摩擦発熱, ビトリナイト反射率, 炭質物

Keywords: fault, frictional heat, Vitrinite reflectance, carbonaceous material