

## グラファイト混合ガウジの断層潤滑作用; 跡津川断層系の断層運動への寄与 Fault lubrication by graphitic fault gouge; implications for fault creep along the Atotsugawa fault system

大橋 聖和<sup>1\*</sup>, 廣瀬 文洋<sup>2</sup>, 嶋本 利彦<sup>3</sup>  
Kiyokazu OOHASHI<sup>1\*</sup>, Takehiro Hirose<sup>2</sup>, Toshihiko Shimamoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 広島大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> (独) 海洋研究開発機構 高知コア研究所, <sup>3</sup> 中国地震局地質研究所

<sup>1</sup> Graduate School of Sci, Hiroshima Univ., <sup>2</sup> KCC, JAMSTEC, <sup>3</sup> China Earthquake Administration

炭素鉱物は、堆積岩起源の地質体およびその変成岩体に普遍的に含まれ、様々なテクトニクス場における断層帯の主要構成物質のひとつである (e.g., Zulauf et al., 1990, Manatschal, 1999, Craw, 2002)。特に付加体が大部分を占める日本列島では重要な断層構成物質となっている。断層構成物質の力学特性は、断層の挙動を支配する重要な要素であるが、炭素鉱物の力学挙動はほとんど理解されておらず、断層運動への重要性は論じられていない。Oohashi et al. (2011) は炭素鉱物の結晶度の端成分である非晶質炭素とグラファイトの摩擦実験をおこない、広いすべり速度条件下におけるグラファイト模擬断層ガウジの一貫した低摩擦特性 (Steady-state friction  $\mu_{ss}=0.1$ ) を明らかにした。しかしながら、天然の多くの断層帯は複数の鉱物種によって構成されている。そこで、どれだけの量の炭素物質 (特に断層の強度低下に繋がるグラファイト) が断層の力学挙動を支配するようになるかを明らかにするために、代表的な造岩鉱物である石英とグラファイトの混合物質を用いて摩擦実験をおこなった。実験には 5.8 から 54 vol% までの様々なグラファイト量比の模擬混合ガウジを用い、垂直応力 2.0 MPa, すべり速度 50  $\mu\text{m/s}$ -1.3  $\text{m/s}$  の条件化で実験を行った。

実験の結果、5 vol% のグラファイトを混入すると、混合物質の摩擦が減少しはじめ、約 15 vol% でほぼ初期摩擦の半分程度まで低下し、28 vol% 以上になると純粋なグラファイトと同じ値になることが明らかとなった。また、このようなグラファイトの混入量に対する摩擦の減少割合は、べき乗則に従うことがわかった。実験断層内部の微細構造観察の結果、グラファイト量が 5-10 vol% の時の摩擦の減少は局所的なグラファイトすべり面の形成、グラファイト量が 28 vol% 以上の場合の急激な摩擦の減少はグラファイト同士の間接した幅の広いすべり帯の形成に起因することが明らかとなった。べき乗則にそった急激な摩擦強度の減少は、これまで断層の強度低下を引き起こす要因と考えられてきたスメクタイトや滑石の摩擦特性 (e.g., Tembe et al., 2010, Moore and Lockner, 2011) と比較してもより顕著であり、グラファイトが非常に強力な“断層潤滑剤”として断層の強度低下を引き起こすことを示唆している。断層帯の熱流量測定から推測される断層の摩擦係数が室内摩擦実験から決まる岩石の摩擦係数より著しく小さいことが 30 年以上にわたって議論されているが、本実験結果は、グラファイトが摩擦係数の小さい“弱い断層”を作り出す有力な断層物質のひとつであることを明確に示した。また、跡津川断層系の断層ガウジやカタクレサイトからは、効果的な断層強度弱화에十分な量のグラファイト (~15 vol%) が含まれており、実験で観察された微細組織と調和的な断層岩ファブリックが認められている。これらのことは、グラファイトによる断層強度弱화가跡津川断層系において実際に起こっていることを示唆する。

### [引用文献]

Zulauf, G., Kleinschmidt, G., Oncken, G., 1990, Geological Society, London, Special Publications 54, 97-103.

Manatschal, G., 1999, Journal of Structural Geology 21, 777-793.

Craw, D., 2002, Chemical Geology, 191, 257-275

Oohashi, K., Hirose, T., Shimamoto, T., 2011, Journal of Structural Geology, doi:10.1016/j.jsg.2011.01.007

Tembe, S., Lockner, D. A., Wong, T.-F., 2010, Journal of geophysical Research 115, B03416, doi:10.1029/2009JB006383.

Moore, D.E., Lockner, D.A., 2011, Journal of geophysical Research 116, B01403, doi:10.1029/2010JB007881.

キーワード: グラファイト, 断層ガウジ, 摩擦実験, 断層強度弱化, 跡津川断層

Keywords: graphite, fault gouge, friction experiment, fault weakening, Atotsugawa fault