

## スメクタイト質断層の中速度領域における動的強度弱化とその地震学的重要性 Dynamic weakening of smectite-rich faults at intermediate velocities and its importance for rupture propagation

大橋 聖和<sup>1\*</sup>, 廣瀬 丈洋<sup>2</sup>

Kiyokazu Oohashi<sup>1\*</sup>, Takehiro Hirose<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 独立行政法人海洋研究開発機構 高知コア研究所

<sup>1</sup>Graduate School of Science, Chiba University, <sup>2</sup>Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

海溝型地震断層の浅部は付加あるいは沈み込んだ未固結の堆積物から構成され, その摩擦特性は非地震性として理解されてきた (e.g., Saffer & Marone, 2003, EPSL). これはプレート境界断層浅部での地震活動が非常に低調であることから示されている (e.g., Oleskevich et al., 1999, JGR). 一方で, 2011年東北地方太平洋沖地震では破壊が海溝軸付近まで達しており (Ide et al., 2011, Science), この領域が深部からの破壊の伝播に対しては受動的に振る舞うことが指摘されている. また, 津波地震 (例えば慶長地震) の存在は, この領域が単独で活動する可能性も示唆している. Faulkner et al., (2011, GRL) は粘土鉱物の摩擦実験から, 低速すべり時に安定 ( $a-b > 0$ ) な物質であっても高速時に強度弱化をすることで浅部への破壊伝播が可能であると指摘した. 一方で断層の変位速度は多様かつ連続的であり, 粘土鉱物量比も一定ではない. そこで本研究ではより実際の条件に近づけることを目指し, 多様な速度条件と粘土量比のもと, スメクタイト質断層の摩擦特性を明らかにした. 実験にはスメクタイトを主成分とするベントナイトを 10, 20, 25, 35, 50%それぞれ石英砂に混合させ, 0.6 ml の蒸留水を加えた水飽和条件下で行った. また, 円柱形母岩には浸透率の異なる二種類の岩石を用い, 変位速度 30  $\mu\text{m/s}$ -1.3  $\text{m/s}$ , 垂直応力 2.0 MPa で実験を行った.

浸透率の低いガプロを母岩として用いた混合ガウジは, 30-150  $\mu\text{m/s}$  の低速条件下においては変位距離数 m にかけて一定の摩擦係数を示す一方, 中速条件下の数  $\text{mm/s}$  では挙動が不安定になり, 22  $\text{mm/s}$  以上では劇的なすべり弱化を示した. この現象はスメクタイト量比の少ない 20% においても顕著であり, これにより 30  $\mu\text{m/s}$  では約 0.7 であった摩擦係数は 22  $\text{mm/s}$  では 0.1-0.2 にまで低下する. このような劇的なすべり弱化を始める速度域は, 一般的な造岩鉱物において顕著な摩擦発熱と動的弱化が認められている速度域 (数 10  $\text{cm/s}$ ; Di Toro et al., 2011, Science) よりも 1-2 桁低い. 一方で浸透率の高い砂岩を母岩として用いた実験ではすべり弱化は認められず, 高い摩擦で定常状態に達した. すべり弱化後に一定時間保持した試料では時間とともに強度の回復が認められたが, 強度回復はすべり面の温度低下とは対応せず, より長い時間 (数時間以上) を要した. これらの結果は Thermal pressurization および/もしくはその他の Pressurization process が強度低下に寄与していることを示す. 南海トラフ地震発生帯掘削計画などで得られているプレート境界断層物質はスメクタイトを 20-30% 程度含むが, 本実験においてそれに相当する模擬断層ガウジが低速時には非地震性 ( $a-b > 0$ ) かつ高い摩擦係数を持ち (応力を蓄積でき), なおかつ中・高速すべりの伝播に対してはそれを止めることなく急激に強度弱化する力学的特性を有することは沈み込み帯浅部での地震活動を考える上で非常に重要である.

キーワード: スメクタイト, 断層ガウジ, 摩擦実験, 動的弱化, 熱圧化, 津波地震

Keywords: Smectite, Fault gouge, Friction experiment, Dynamic weakening, Thermal pressurization, Tsunamigenic earthquake