

プレート境界断層掘削と高速摩擦実験により明らかとなった2011年東北沖地震浅部
巨大滑りメカニズム
Large shallow slip during the 2011 Tohoku-Oki earthquake: New insights from JFAST
and high-velocity friction experiments

氏家 恒太郎^{1*}; 田中 英恵¹; 斎藤 翼¹; 堤 昭人²; Mori James²; 亀田 純³
UJIE, Kohtarō^{1*}; TANAKA, Hanae¹; SAITO, Tsubasa¹; TSUTSUMI, Akito²; MORI, James²; KAMEDA, Jun³

¹ 筑波大学, ² 京都大学, ³ 北海道大学

¹University of Tsukuba, ²Kyoto University, ³Hokkaido University

これまでプレート境界断層浅部は、固着が弱く、歪みをそれほど蓄えず、地震性滑りが起こりにくい領域であると考えられてきた。しかし、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では日本海溝近くのプレート境界断層浅部が約50mも滑り、その結果巨大津波を引き起こした。この浅部巨大地震性滑りの成因を明らかにするために、地球深部探査船「ちきゅう」による日本海溝緊急掘削 (Japan Trench Fast Drilling Project: JFAST) が実施された。掘削の結果、震源域のプレート境界断層は遠洋性粘土岩中に局所化して発達しており、断層を特徴づける剪断帯の厚さは僅か5m未満であることが明らかとなった。プレート境界断層の約8割はスメクタイトで構成されており、遠洋性粘土層におけるスメクタイトの濃集がプレート境界断層の局所化した発達をもたらしていると考えられる。プレート境界断層における変形は、鱗片状面構造に沿った分散した剪断と赤茶色と黒茶色粘土境界に沿った局所化した剪断で特徴づけられる。このうち後者に伴って、注入構造や色の異なる粘土鉱物のミキシングなど流動化 (fluidization) に特徴的な変形構造が認められた。プレート境界断層から採取された試料を用いて、高速 (1.3 m/s) 摩擦実験を含水条件下で行ったところ、小さい応力降下量、非常に低い剪断応力、短い滑り弱化距離が得られた。剪断応力が非常に低い原因として、プレート境界断層物質が低摩擦粘土であるスメクタイトを大量に含むことと、摩擦発熱による間隙流体圧上昇 (Thermal Pressurization: TP) が効果的に起こったことが考えられる。また、定常状態剪断応力は垂直応力依存性を持たず、実験後の試料には流動化に特徴的な変形構造が認められることから、高速滑り時に生じた TP により断層物質が流体のように振る舞ったことが示唆される。本研究により、地震時に日本海溝のようなスメクタイトに富むプレート境界断層において TP が効果的に起これば、断層物質は流体のように振る舞い、ほとんど抵抗なしに深部からの破壊伝播を促進することが明らかとなった。これが東北地震時にプレート境界断層浅部において巨大滑りを引き起こした要因であると考えられる。また、天然の局所化した剪断と実験での高速剪断に伴って形成された変形構造の類似性は、地震時に断層物質が流動化したことを示唆している。