

## 流体の流れがない系における動的地震滑りの振る舞いの体系的理解 Systematic Understanding of Dynamic Earthquake Slip Process in the System without Fluid Flow

鈴木 岳人<sup>1\*</sup>; 山下 輝夫<sup>2</sup>  
SUZUKI, Takehito<sup>1\*</sup>; YAMASHITA, Teruo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 青学大理工, <sup>2</sup> 東大地震研  
<sup>1</sup> Coll. Sci. & Eng., AGU, <sup>2</sup> ERI, Univ. Tokyo

我々は熱・流体・空隙生成相互作用系を用いた枠組みを構築することにより、動的地震滑り過程の多様な側面を説明してきた。そこでは  $S_u$ ,  $S_u'$ ,  $T_a$  という3つの無次元数が見出された。特に  $S_u$  は、発熱の強さを基準とした空隙生成効果の流体圧変化における相対的強さを表す。過去の研究では、パラメータ範囲として  $S_u > 1 - v_0^*$  のみを扱ってきた。ここで  $v_0^*$  は正規化された滑り速度  $v^*$  の初期値である。この範囲においては、加速の場合と自発的停止の場合という2つの振る舞いが見出された。加速の場合は、初期の滑りの減速から加速に転じて高速滑りが達成され、一方自発的停止の場合は最終的な応力降下量がゼロになって滑りが停止してしまう。地震学的には、前者は解析に用いる周波数によりゆっくりとした立ち上がりのフェーズ (gradual acceleration phase, GAP) や主破壊直前の先行的イベントに見えるであろう。一方後者は2次元モデルを仮定したとすればパルスの滑りを示唆する。またそれら2つの場合は関数  $G$  の値によって定量的に分類できることも明らかになった。  $G > 0$  なら加速が現れ、  $G < 0$  ならば自発的停止が現れるのである。本研究では  $S_u < 1 - v_0^*$  のパラメータ範囲を取り扱う。

まず、正規化された滑り速度の定常状態の解はゼロか1しかないことが明らかになった。加えて、そのうちゼロの値を実現するためには、滑りの初期段階で減速が必要であることも見出した。一方、  $S_u < 1 - v_0^*$  の時、滑り速度の時間微分は常に正であることが解析的に示された。これらのことから、  $S_u < 1 - v_0^*$  の時は、加速の場合と同様に最終的には滑り速度が1になることが理解された。

$S_u < 1 - v_0^*$  では空隙生成よりも thermal pressurization が支配的であり、高速滑りと完全な応力降下が観測されることになる。その上、温度が断層岩の融点以下に抑えられることも明らかになった。これらの特徴は GAP 及び高速滑りを伴い、断層岩の融解を伴わない通常の地震を記述することになるが、これは  $S_u > 1 - v_0^*$  で  $G > 0$  の場合と同じである。また最終的な空隙率は上限以下なので、(i) 無視できない程度の空隙生成、及び (ii) 断層岩が融けない程度の温度上昇という、多くの地震に見られる2つの要請を同時に満足できる。これも  $S_u > 1 - v_0^*$  の場合と同様である。ここでは流体拡散を考えていないが、それが無い系での振る舞いがすべての  $S_u$  の値に対する考察として統一的に理解された。

キーワード: 理論, 熱, 流体, 空隙生成, 非線形, 相互作用

Keywords: theory, heat, fluid pressure, pore creation, nonlinear, interaction