

Characteristics of secondary slip fronts detected from deep low-frequency tremor

*Takuya Maeda¹, Kazushige Obara¹, Akiko Takeo¹, Takanori Matsuzawa², Yusaku Tanaka³

1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. Earthquake and Volcano Research Center Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

深部低周波微動は沈み込むプレートの境界に沿って、巨大地震発生域よりも深部側の領域で発生する。微動は短期的スロースリップイベント(SSE)とともにEpisodic Tremor and Slip (ETS) を構成し、1日約10 kmの速度で、プレート形状の走向 (strike) 方向に移動することが知られている。ETSのメインフロントが通過した後、その約10~20倍の速度でメインフロントの進行方向とは反対向きに移動するRapid Tremor Reversal (RTR)やメインフロント移動のおよそ100倍の速度でプレートの傾斜 (dip) 方向に移動するstreakなどの比較的小規模で高速な移動がしばしば確認されている。Bletery et al. (2017) は、これらの小規模な微動の移動現象を2次的スリップフロント (secondary slip front : SSF) と解釈し、CascadiaにおけるSSFを様々な時間窓で検出した。

本研究では微動移動現象の特徴をより明らかにするために、Maeda and Obara (2009)による微動カタログを用いて、紀伊半島におけるSSFを網羅的に検出した。解析期間は2001~2020年の約20年間とし、1、2、4、8、16、32、64時間の7通りの時間窓を用いて、その半分の時間長で時間窓をずらしながら解析した。ここでは、SSFを特徴づけるパラメータとして、進行方向、速度、形状の空間スケールを求めた。なお、SSFの形状は長方形を仮定した。最初に時間窓に含まれる微動分布の重心からの距離に応じて空間的な外れ値を取り除いた。SSFの進行方向は、グリッドサーチを用いて与えられた方向に投影した距離と微動の発生時刻の相関係数を最大化することによって推定し、その時空間プロットの回帰直線から速度を推定した。SSFの形状のうち進行方向の長さは、速度に時間窓スケールを乗じたものとし、直交方向の長さは、微動の空間分布の標準偏差を求めその6倍とした。また、1つの時間窓における微動数が20個未満の場合、または時間窓を4等分したいずれかにおいて微動数が3個未満の場合、SSFとしては採用しないこととした。

約20年間の微動活動をまとめて解析した結果、SSFの進行方向は時間窓が短い場合は等方的となり、時間窓が長くなるとNE-SW方向 (strikeに沿った方向) に卓越する。SSFの速度の中央値は時間窓が長くなるほど遅くなり、例えば、1時間の時間窓では265 km/day、64時間では9 km/dayとなる。SSFの形状については、ほとんどの場合で移動方向の長さに対して直交方向の長さが長くなる。この結果は、微動の移動が二次元的な現象であることを強く示唆している。

本研究ではSSFの抽出を試みたが、長い時間窓において抽出された低速度かつstrike方向の移動については、2次的な現象(SSF)ではなくETSのメインフロントそのものだと考えられる。一方、短い時間窓では、SSFはRTRと同程度及びそれよりも遅い速度を有し、偏りなくどの方向にも移動する。先行研究によって指摘されているRTRは、ETSのメインフロントの進行方向であるstrike方向に沿った時空間プロットにおいて明瞭に観測されているが、本研究結果から、RTRと同様の速度を有する微動移動現象は、全方位に対して等方的に生じていることが明らかになった。