

スロー地震活動の空間的不均質性

小原一成(東京大学地震研究所)

1. はじめに

西南日本に沈み込むフィリピン海プレートと陸側プレートとの境界では、巨大地震発生域(固着域)と深部の安定すべり域との間で、様々な種類のスロー地震が発生していることが、これまでの稠密地震・測地観測網によって明らかにされてきた。固着域のすぐ深部では年のオーダーで継続する長期的スロースリップイベント (SSE), さらにその深部では、数日間の継続時間を有する短期的 SSE が深部低周波微動や深部超低周波地震を伴って発生している。深部低周波微動は、プレート境界の等深線に沿って全長約 600km にわたって帯状に分布しているが、新たに構築したカタログに基づく、帯状領域の中でも時空間的にクラスタリングしていることが明らかになってきた。本講演では、この微動活動における特徴的パターンについて紹介し、微動と SSE との関係について考察する。

2. 微動の空間分布

深部低周波微動の空間分布に関しては、初動検出の困難性からエンベロップ相関法 (ECM) が開発され、その概略的描像に基づいて微動活動のセグメント構造、紀伊水道や伊勢湾における微動空白域の存在が指摘された[Obara, 2002; 2010]. Maeda and Obara[2009]及び Obara et al.[2010]は、ECM 法に振幅情報を加えたハイブリッド法、さらに微動以外の活動を取り除くクラスタリング処理により、微動活動のプレート沈み込み方向における分布パターンを明瞭に示した。この結果は、ECM を改良した Suda et al.[2009]や Ide [2010]による微動分布とも同様である。四国西部では、遷移領域を規定するように浅部と深部に2つの微動活動列が、その両者の間に空白域が存在する。その2列分布を繋ぐようにプレート間すべり方向に平行な微動配列が随所に存在し、過去に沈み込んだ海山の軌跡と解釈されている[Ide, 2010]。2列の微動

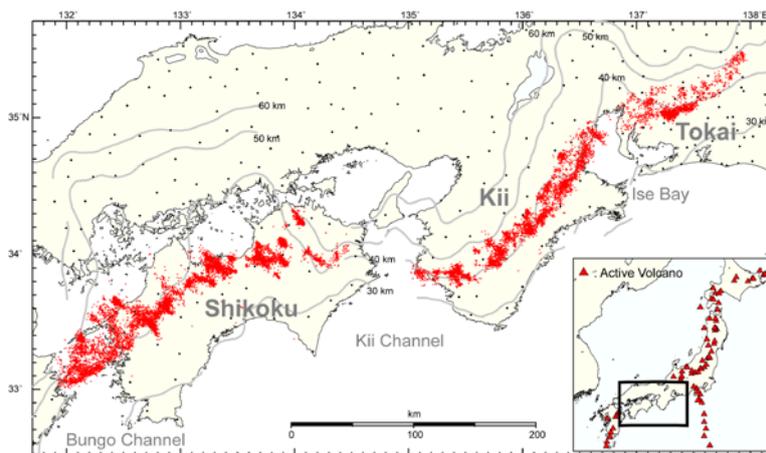


図 1. ハイブリッド・クラスタリング処理に基づく 2001 年から 9 年間の微動源分布[Obara et al., 2010].

活動のうち浅部は、短期的 SSE と同時に数ヶ月間隔で周期的に発生するのに対して、深部側はより定常的に発生し、深さとともに固着すべりから安定すべりに遷移する様子を表している。このような分布パターンは、Cascadia において、ETS (Episodic Tremor and Slip) 以外の微動活動が ETS の際の微動分布よりも深部側に集中することと同等である[Wech et al., 2009].

3. 空白域における「すべり」

深部低周波微動は、比較的長期間継続するエピソードの場合はほとんど、時間とともにその活動位置が移動するという特徴を有する。従来からプレート走向方向における移動は良く知ら

れていたが、ハイブリッド・クラスタリング処理によって得られた微動カタログに基づく、沈み込み方向についても特徴的な移動パターンを示す。つまり、エピソードの初期は深部から浅部に移動し、その後に横方向に進展するケースが多い。例えば、四国中部の微動クラスターでは、過去10年間に36回発生したエピソードの約8割について深部から移動が始まり、3-4回に1回は南西方向に活動が進展する。また四国西部では、2列分布の深部から始まった微動が、ギャップの中も連続的に移動し、浅部さらに横方向に進展する。微動の移動は、同時に発生するSSEの破壊フロントの伝播を表わしていると考えられる[Obara, 2010]、微動の空白域でもSSEが進行し、再び微動発生域に達すると、また微動の移動が捉えられると解釈される。このような空白域をはさんで連続的に移動する現象は、伊勢湾でも顕著に観測される。伊勢湾を挟む東海側、紀伊半島側では通常はそれぞれ独立に微動活動が発生するが、2006年1月には、紀伊半島中部から発生した微動が北西方向に移動し、伊勢湾の部分では活動度は低いものの、ほぼ連続的に東海側まで微動が進展した。このような伊勢湾を越える活動は2009年5月にも見られている。これらの観測結果は、伊勢湾では微動を伴わずにSSEが発生し、走向方向に破壊フロントが伝播することを示すものである。

4. 長期的SSEによってトリガーされる微動

豊後水道では約6年間隔で長期的SSEが発生するが、その継続期間中に付近の微動活動が同時に活発化することが知られている[Obara and Hirose, 2006]。この地域では、微動活動が沈み込み方向に約40kmの幅を有しているが、新しく構築したカタログに基づく、長期的SSEによって影響される活動はその発生領域に近い南側のみであり、背弧側の微動活動は、長期的

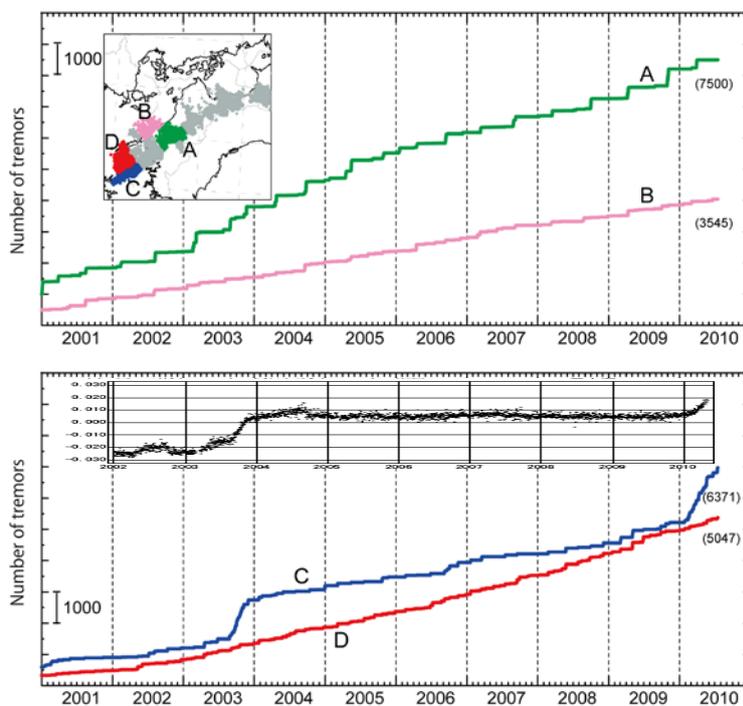


図 2. 四国西部及び豊後水道域における微動活動の小領域毎積算個数履歴。下段には、国土地理院のGEONETで観測されたGPS変位(第回地震調査委員会資料)を合わせて示す

SSEに関わらず、活動が安定してほぼ一定であることがわかった。微動モニタリング開始以降では2003年と2010年の2回長期的SSEが発生しているが、上に示した微動活動の特徴はこの2回とも全く同様である。このことは、長期的SSE震源域と微動活動域が互いに接しており、長期的SSEによるすべりは、両者の接触域に近い微動のみをトリガーすることを示すものである。同様の活動は、2000年後半から始まった東海SSEについても見られ、東海地域の微動活動の中でも南側の領域のみで、2003年から2004年にかけて活動が活発化した。これらの相互作用は、プレート境界におけるすべり摩擦特性を考える上で非常に興味深い。