

沈み込みプレート境界深部スロー地震と流体

Deep slow earthquakes along the subducting plate and fluid

小原 一成 [1]

Kazushige Obara[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

西南日本や Cascadia では、沈み込む海洋プレートと上盤プレートとの境界において、スロースリップイベントや低周波で特徴付けられる振動現象が発生する。これらの現象は、巨大地震発生領域と深部の安定すべり域の間の遷移領域において周期的に発生し、プレートの沈み込み過程を反映するとともに、流体が関与していることが考えられ、沈み込み帯の流体循環を解明する上で大いに注目されている。本講演では、これらの深部スロー地震現象についてその特徴を明らかにし、流体との関連について議論する。

プレート境界固着域深部の遷移領域で発生する深部スロー地震としては、これまでに3種類の現象が確認されている。深部低周波微動 (Obara, 2002) は 2 Hz 前後、深部超低周波地震 (Ito et al., 2007) は周期 20 秒に卓越する卓越する振動現象であり、短期的スロースリップイベント (Dragert et al., 2001) は数日間継続する地殻変動現象である。これらの現象は時空間的に集中して発生し、セグメント毎に固有の周期性を有する。短期的スロースリップイベントが検知されるエピソードでは、同時に非常に活発な深部低周波微動活動や超低周波地震の発生を伴い、微動源の移動も明瞭に観測されるが、微動活動が中規模以下のときは、スロースリップイベントは検知されないことが多い。これは、規模の小さなスロースリップイベントではノイズレベルを超える地殻変動に至らないためであり、基本的には、これらの現象は同時に発生するものと考えられる。メカニズムの推定結果から、いずれの現象もプレートの形状や運動方向に調和的な低角逆断層を示すプレート間すべりであり、発生間隔は異なるものの巨大地震と同様の固着すべりとして理解される。

これらの深部スロー地震現象が発生する深さ約 30 km は、沈み込む海洋プレートに引きずり込まれた付加体堆積物や海洋地殻そのものが変成作用を受けていると考えられる場所に相当する。変成岩形成には、温度圧力とともに流体の発生と移動が大きな要素であるとされるが、沈み込む海洋プレート内における脱水分解反応により生じた流体がプレート境界付近に移動することで、プレート間カップリングに力学的不安定性をもたらし、スロー地震の発生や変成岩の形成を促進するのであろう。Shelly et al. (2006) は、四国西部における三次元地震波速度構造を推定し、深部低周波微動発生領域直下における海洋地殻内、つまりスラブ内地震発生領域が高 V_p/V_s であることを示した。一方、Matsubara et al. (2008) は、同じ四国西部において微動発生領域直上のマントルウェッジ部が低速度、高 V_p/V_s 領域であるとしており、両者の結果は若干異なるものの、いずれも微動発生領域周辺において豊富な流体の存在を示すものと考えられる。また、深部スロー地震群の活動度は遷移領域に沿って一様ではなく、紀伊水道や伊勢湾のように非活発領域が存在する。これには、スラブ形状 (Shiomi et al., 2008) や、スラブ内脱水反応の違いに基づく流体量の差が影響している可能性がある。

深部スロー地震それぞれの規模の比較から、プレートの沈み込みに伴い一定レートで蓄積されるひずみを周期的に解放するプレート間固着すべりとしての短期的スロースリップイベントが主たる現象で、深部低周波微動や超低周波地震は、固着すべり面やその近傍に存在する微小クラックにおける微小破壊、及びやや大きな不均質パッチにおける地震性の破壊現象であると考えられる。スロースリップイベントが発生すると、すべり破壊によって間隙が生じて脱水分解反応が促進され、超臨界状態の流体量が増加して領域全体の間隙流体圧が増加し、破壊強度が低下して微動や超低周波地震が発生しやすくなるのかもしれない。また、スラブ内脱水反応で生成された高圧間隙流体によって海洋地殻の強度が低下し、数 10m 程度の厚さで引き剥がされるなどの底付け作用が生じるとすれば、この底付け作用とゆっくりすべり現象との関連性についても考慮する必要があるであろう。