

西南日本で検出された深部低周波微動とスロースリップ同時発生現象 沈み込むプレート運動のモニタリングとして

Deep low-frequency tremor and slow slip detected in southwest Japan - Monitoring for subducting plate motion -

小原 一成[1]

Kazushige Obara[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

西南日本で検出された深部低周波微動(Obara, 2002)は、沈み込むフィリピン海プレートの走向に平行に分布することから、プレート沈み込みプロセスと関連する現象であると言える。その発生メカニズムについては流体の関与が予想されるが、例えばある深さ範囲でプレート内の脱水反応が進み、その流体の存在によって陸側の下部地殻内あるいは沈み込む海洋地殻内で微動が発生するとすれば、プレートの形状に沿った分布も説明できるため、必ずしもプレート運動を直接反映するものではないという見方も可能である。しかし、最近の観測によって、活発な微動に同期してスロースリップが発生していることが明らかとなった。このことは、微動観測がプレート運動のモニタリングとして有効であることを示すものである。

深部低周波微動に同期したスロースリップは、四国西部～豊後水道で特に顕著である(Obara et al., 2004)。2001～2004年の4年間で、合計10回のスロースリップイベントが防災科研Hi-netに併設された高感度加速度計水平動成分(傾斜計)で検出された。そのうち9回は、10km/日程度の速度で移動する性質を有する活発な微動に同期したもので、スロースリップの継続期間は1週間以内であるが、残りの1回は2003年の8月末以降3ヶ月程度変動が継続するやや長期的なもので、1997年に豊後水道で検出されたスロースリップとほぼ同じ特徴を示す(Hirose and Obara, 2005)。1週間以内で活動が収束する短期的なスロースリップは2001年から2年間は約半年周期で発生していたが、長期的スロースリップ発生時以降約3ヶ月周期となるなど、必ずしも周期は一定しない。これらの短期的スロースリップはGPSでは検出困難であるが、数ヶ月以上活動が継続する長期的なイベントはGPSでも検出可能である(Hirose et al., 1999; Ozawa et al., 2004)。2003年の長期的スロースリップイベントの発生期間中は、それほど顕著ではないものの豊後水道周辺で小規模な微動が継続して発生しており、微動と何らかの関連性があるものと思われる。これ以外の地域でも、例えば四国東部、紀伊半島北部で活発な微動に同期した短期的な傾斜変化が観測されており、スロースリップイベントが微動と同時に発生していたことを示している。このような、微動とスロースリップの同時発生現象は、北米大陸西海岸のカスケード地方でも検出されている(Rogers and Dragert, 2003)。この地域での活動は13～16ヶ月周期で、プレートの走向に沿って移動する特徴を有する。移動の速度やそれぞれの活動期の継続期間は、四国西部での現象と非常に良く似ており、微動の波形的特徴も酷似していることから、同じメカニズムによるものであると思われる。カスケード地方には、西南日本に沈み込むフィリピン海プレートと年代的、温度構造的に良く似たファン・デ・フーカプレートが沈み込んでおり、同様のテクトニクス環境が共通の現象をもたらしているものと考えられる。

現時点で、微動の発生メカニズムは未だ解明されていないが、少なくともスロースリップをプレート境界における「すべり」と考えることについては問題ないであろう。これまで検出されているスロースリップは、プレート境界上の巨大地震発生域である固着域よりも深部側に位置し、その場所では温度も高く、プレート境界面での摩擦強度は小さくなるものと予想される。従って、固着域に比べると小さな応力でもすべりが生じ、そのすべり域の面積が一定で境界面での摩擦特性が変わらないとすれば、一定間隔ですべりが発生する。一方、固着域ではひずみは蓄積され続けており、その蓄積量は固着域の深部でスロースリップとして解放されたひずみの積算量に相当し、スロースリップを確実に検知することによって固着域でのひずみの推定が可能になるかもしれない。微動とスロースリップとの関係については様々なモデルが考えられるが、震源位置も異なる独立した現象だとすると、スロースリップによって微動発生域での応力再配分あるいは流体の移動に伴って間隙水圧の変化が生じ、微動が誘発されるとも考えられる。また、両者が発生源も等しい一連の現象であるとする、スロースリップを伴わない小規模な微動は頻繁に発生しているため、検知できないほどのスロースリップが小規模微動とともに発生していることが考えられる。いずれにせよ、スロースリップと微動は密接に関連しており、その因果関係を解明することはもちろん必要であるが、現象の特徴及び現在の観測技術を考慮すると、スロースリップに比べ微動の方が検出しやすく、微動観測はプレート運動モニタリングの観点からも重要であろう。