## 8-5 新宮ボアホールひずみ計で捉えた短周期スロースリップイベント Short-term slow slip events detected by a borehole strainmeter at Shingu

名古屋大学大学院環境学研究科·東濃地震科学研究所 Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University Tono Research Institute of Earthquake Science

名古屋大学と東濃地震科学研究所は、和歌山県新宮市において、深度 500mのボアホールに石井式総合 観測装置を設置して地殻変動の連続観測を実施している(図1).この観測により紀伊半島南部では初め てとなる短期スロースリップ現象を発見したことを以前に報告した(名古屋大学・東濃地震科学研究所、 2008).前回の報告では、2005年6月から2006年6月までの13ヶ月について検討したが、解析対象期 間を拡大し、2004年1月から2008年9月までの期間について、スロースリップイベントの抽出を試み、 各イベントに対して断層モデルを推定したので、その結果を報告する.

解析にあたっては、歪みの毎時データを6ヶ月毎に分割し、それぞれの期間中の長期トレンドを3次 多項式で近似して除去した.その後、BAYTAP-G (Tamura et al., 1991)を用いて潮汐および気圧に対す る応答を除去し、トレンド変化を抽出した(図2).このトレンドデータを目視してイベントの認定を行 い、さらに歪みの時間変化パターンを模したN型の関数と歪み変化との相関値を計算し、その値が複数 成分に共通して高くなっていることを確認した(図3).こうして、合計約53ヶ月分のデータから、有 意と思われる変化を全部で13個特定した.このうち、降雨の影響と思われるイベントが1つあるが、そ れ以外は歪み変化のパターンから、スロースリップに伴う変化として認定した.

この12個の変化のうち6個は、奈良県南部における低周波微動(クラスターN)に伴う変化であり、 残りの6つは微動活動を伴わない変化である.これらのそれぞれについて、歪み変化の主軸のパターン を求め、それを再現するような断層モデルの推定を行った.新宮観測点の1ヶ所における歪み変化3成 分のみをデータとして解析を行うため、これらのひずみ変化を生じた断層運動が、プレート境界面上で プレート運動に伴う逆断層によるものと仮定し断層モデルの推定を行った.モデル推定結果を図4に示 す.

断層モデル推定の信頼度については、プレート境界面上に等間隔で断層を置いたテスト計算を行い、 観測されたひずみ変化を再現する断層モデルの可能な位置が、新宮から十字状に伸びる非常に狭い範囲 の中にのみ存在することが分かった(図5).これより、我々が推定した断層の位置は決して一意的な結 果ではないが、クラスターNとそれに隣接する微動空白域とでは、新宮からの方位が 10<sup>~</sup>20 度程度異な るため、新宮のひずみ記録はその違いを区別する感度を有する.

推定された断層モデルのうち,奈良県南部の微動活動に同期した断層モデルの位置は,ほぼ微動活動 域と一致する.一方,微動を伴わないひずみ変化に対する断層モデルは,三重県南部の微動活動域と奈 良県南部の微動活動域の微動活動の空白域付近に推定される場合が多かった.すなわち,この微動空白 域では,微動活動を伴わない短期的スロースリップが発生している可能性が高い.

認定されたイベントの中には、イベント1のように、2つのクラスターM と N を微動が伝播していく 活動が見つかっているが、クラスターM と N の微動活動の間の静穏期にひずみ変化が最も顕著になって おり、スロースリップが連続的に伝播しながら、特定の場所で微動が誘発されているように見える.こ れらの観測事実は、微動とスロースリップの活動のうち、スロースリップが主たる物理過程であり、微 動はそれによって誘発される、という仮説を支持する.

なお、新宮の歪みデータは1週間程度の周期成分が見られることが明らかとなった.工業用水のくみ

上げ等の人為的な影響が含まれている可能性があり,現地調査等も含めて,その原因について今後検討 したい.

(福田真人・鷺谷威・伊藤武男・浅井康広・石井紘)

参考文献

名古屋大学・東濃地震科学研究所,新宮ボアホール観測点で検出された短期スロースリップに伴う歪み 変化,地震予知連絡会報,80,446-449,2008.

Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe, and M. Ishiguro, A procedure of tidal analysis with a Bayesian information criterion, Geophys. J. Int., 104, 507-516, 1991.



- 図1 紀伊半島における低周波地震の震央分布. 活動域を M, N, W の3つに区分した. 黒の破線は沈み 込んだフィリピン海プレート境界の深度. 新宮観測点(SNG)および Hi-net の宮川観測点 (N.MGWH)の位置を示す.
- Fig.1 Epicenter distribution of low frequency earthquakes in the Kii Peninsula. Epicenters are divided into 3 clusters, M, N, and W. Black dashed lines denote the depth of the subducted Philippine Sea plate. SNG: Shingu borehole station, N.MGWH: Miyagawa station of Hi-net.



- 図2 新宮の3成分ひずみ記録.背景の棒グラフはM(赤),N(青),W(緑)の各クラスターにおけ る微動活動レベルを示す.下のグラフはN型関数を用いて計算した相関値.
- Fig. 2 3-component strain record at Shingu. Bar graphs denote low frequency tremor activity at M (red), N (blue), and W (green) clusters, respectively. Lower plots show correlation value calculated with N-shape correlators.





図3 相関値の計算に用いた N-型関数 Fig. 3 N-shape function used for correlation analysis



- 図4 新宮ボアホール観測点で検出された 12 個の歪み変化イベントについて求めた歪み変化の主軸お よび推定された断層モデルと、断層モデルによる歪み主軸の計算値の比較. 奈良県南部の微動活 動と同期したイベントを青枠で、微動活動を伴わずに発生したイベントを赤枠で囲んで示す.
- Fig. 4 Principal strain axes for slow strain events detected at Shigu borehole station. Their fault models and calculated strain axes are also shown. Blue frames denote strain events associated with tremors in N cluster, and red frames denote those without tremors.



- 図5 新宮観測点のひずみ観測結果を説明する断層モデルの存在範囲. プレート境界面上でプレート運動方向の逆断層すべりを仮定してひずみ変化の観測値が再現可能かどうか調べた結果. +:すべり量が負, △:すべり量が過大(50cm以上),□:残差が観測値より大,○:可能なモデルの位置. 円の半径は残差の逆数に比例し,色はすべり量を表す.
- Fig .5 Possible locations of fault model to reproduce strain changes at Shingu. The plot shows if the observed strain change is reproduced by fault models on plate boundary as a reverse faulting in the direction of the relative plate motion. +: negative slip (normal faulting), △: slip is too large (>50cm), □: no or negative residual reduction, ○: Possible model locations. Diameters are inversely proportional to the residual, and the color indicates the slip amount.