9-3 中国・四国地方の地殻変動

# Crustal Movements in the Chugoku and Shikoku Districts

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[水準測量]

第1~2図は、室戸岬周辺の水準測量結果である.

第1図は、高知県安芸市から東洋町に至る区間の水準測量結果である。室戸岬先端部の沈降が 見られる。

第2回は,水準測量による室戸地方の上下変動の経年変化である.今回の測量結果は,長期的 な室戸岬先端の沈降傾向の延長上にあるように見える.

[GNSS 豊後水道のゆっくり滑り]

第3~9図は,豊後水道の長期的スロースリップイベント(SSE)に関する資料である.

第3図上段の三隅観測点を固定局とした求めた非定常地殻変動水平ベクトル図に示されるよう に,豊後水道周辺において南東向きの非定常地殻変動が検出された.四国南西部の中村,宿毛2, 御荘(みしょう)観測点などで最大5mm程度の非定常的な変動が見られる.

第3図下段および第4図は、四国南西部の豊後水道周辺の電子基準点について、基線ベクトル 3成分の時系列グラフを並べたものである。2014年夏頃から南東向きの非定常地殻変動が始ま り、2014年10月下旬現在も継続している。なお、足摺岬付近の観測点では非定常変動がほとん ど検出されていないなど、前回(2009年)のSSEと異なる特徴も見られる。

第5図は、地殻変動からプレート間の滑り分布を、Yabuki and Matsuura(1992)の手法を用い て推定した結果である。前回までのSSEと比較できるように、プレート形状モデルはOzawa et al.(2013)で採用したものと同じモデルを用いている。豊後水道付近のプレート境界面上で最大約 4cmの滑りが推定された。下段には、GEONETで観測された非定常水平地殻変動を黒矢印、モ デル計算値を白矢印で示している。

第6図は,豊後水道での過去のSSEとの比較を示したものである.上段に今回推定された滑り分布,下段に過去3回(1997年,2003年,2009年)のSSEでの累積滑り分布を示している. 今回推定された滑り領域は,過去のSSEの滑りの中心位置よりも北西側,つまりプレート境界 の深い側に位置している.なお,過去3回のSSEでは,滑り量は最大20cmを超えているが,今 回は10月下旬現在でその1/5程度(最大4cm)である.

第7~9図は,豊後水道の SSE について時間依存のインバージョンにより推定を行った結果 である.プレート形状モデルは, 弘瀬・他 (2007) によりコンパイルされたものを用いている.

第7図は、2014年6月以降11月上旬までのプレート境界面上で推定された滑り分布を示しており、第5図とほぼ同じ結果となっている。

第8回は,時間依存インバージョンにより推定されたプレート境界面上での滑り分布(上段) と観測値と計算値の比較(中段)を,5月1日からの1ヶ月間と6月1日以降に分けて示している. この地域では2014年5月に短期的SSEが発生しており,それに伴う滑りが推定されている(左上).右上の6月以降の図は今回の長期的SSEによる滑りを示しており,滑り領域が短期的SSE の滑り領域の南側,つまりプレート境界の浅い側に隣接していることが分かる.推定されたモー メントの時間変化は下段に示したとおりである.短期的 SSE では急激にモーメントが増加して おり,今回の長期的 SSE ではモーメントがゆっくりと増加している.なお,いずれも Mw で 6.3 程度となっている.

第9図は、座標成分時系列の観測値と計算値を比較したグラフである.

参考文献

- T. Yabuki and M. Matsu'ura, 1992, Geodetic data inversion using a Bayesian information criterion for spatial distribution of fault slip, Geophysical Journal International, 109, 363-375.
- 2) S. Ozawa, H. Yarai, T. Imakiire, and M. Tobita, 2013, Spatial and temporal evolution of the long-term slow slip in the Bungo Channel, Japan, Earth Planets Space, 65, 67-73.
- 3) 弘瀬冬樹・中島淳一・長谷川昭, 2007, Double-Difference Tomography 法による西南日本の3 次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定, 地震 2, 60, 1-20.

# 安芸市~東洋町間の上下変動



第1図 安芸市~東洋町間の上下変動

Fig. 1 Results of leveling survey along the leveling route f rom Aki city to Toyo town.



1896年を基準とした室戸地方の各水準点の経年変化(固定点:5163)

第2図 水準点5163 (安芸市)を基準とした室戸岬周辺の各水準点の高さの上下変動時系列

Fig. 2 Time series of height changes of benchmarks along the leveling route on the coast of Muroto Peninsula from BM5163 (Aki) to BM5141 (Muroto) referred to BM5163 (Aki).

## 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動(1)

#### 豊後水道周辺で非定常地殻変動が検出された.非定常地殻変動は、2014年夏頃から始まり、現在も継続している.



☆ 固定局:三隅(950388)

#### 時系列図(非定常成分)



●----[F3:最終解]

) =隣(950388)→中村(021058) 東西 基準值:84047.292r



第3図a 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動

Fig. 3a Transient horizontal deformation in the Bungo channel area.

2011 2012 2013

- 第3図b 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動(時系列)
- Fig. 3b Time series of observed displacement of transient horizontal and vertical deformation in the Bungo channel area (1/2).

## 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動(2)

### 時系列図(非定常成分)



第4図 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動(時系列)

Fig. 4 Time series of observed displacement of transient horizontal and vertical deformation in the Bungo channel area (2/2).

四国西部のフィリピン海プレートと陸側プレートの境界で最大約4cmの滑りが推定された.



・2006年1月から2008年1月までのデータを使用して平均変動速度と周期成分を推定し、元のデータから取り除いている.

第5図a 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の推定滑り分布

- Fig. 5a Estimated slip distribution on the plate interface of Bungo channel.
- 第5図b 地殻変動 観測値と計算値の比較(水平変動)
- Fig. 5b Comparison of horizontal displacements between GNSS observation and model calculation (horizontal deformation).

# 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布(2) 過去のゆっくり滑り(SSE)との比較

今回の滑り分布



・当該期間の累積の滑り量を等値線(黒実線)で示している(等値線間隔:2cm)

過去の累積滑り分布(1997年・2003年・2009年)



・各時期の累積の滑り量を色分けした等値線で示している(等値線間隔:10cm).

#### ※滑りを推定した領域を黒実線の矩形で示している. ※黒破線は沈み込むフィリピン海プレート上面の等深線.

- 341 -

- 第6図 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布(2) (過去 との比較)
- Fig. 6 Comparison of slip distribution between the 2014 event and the past (1997, 2003, 2009) events.

## 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布(3) 時間依存インバージョンによる推定(暫定)

四国西部のフィリピン海プレートと陸側プレートの境界で最大約4cmの滑りが推定された.



・当該期間の累積の滑り量を等値線(黒実線)で示している(等値線間隔:2cm).
・黒矢印は陸側ブレートのフィリピン海ブレートに対する動きを示す.
・黒破線は沈み込むフィリピン海ブレート上面の等深線(弘瀬・他,2007,地震2)

地殻変動ベクトルの観測値と計算値の比較(水平変動)



黒矢印:観測値 白矢印:計算値

- 第7図a 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布(3)(時間依存インバージョンによるプレート境界上の推定滑り分布)(暫定)
- Fig. 7a Estimated slip distribution on the plate interface of Bungo channel by the time dependent inversion method. (preliminary result)
- 第7図b 時間依存インバージョンによる地殻変動ベクトルの観測値と計算値の比較(水 平変動)(暫定)
- Fig. 7b Comparison of displacements between GNSS observation and model calculation by the time dependent inversion method (horizontal deformation) (preliminary result).

#### 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布(4) 時間依存インバージョンによる推定

推定された滑り域は、5月に発生した短期的スロースリップの南側に隣接している。





- 第8図a 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布(4)(時間依存インバージョンによるプレート境界上の滑り分布の推定)
- Fig. 8a Estimated slip distribution on the plate interface of Bungo channel by the time dependent inversion method.
- 第8図b 水平地殻変動 観測値と計算値の比較(水平変動)
- Fig. 8b Comparisons of displacements between GNSS observation and model calculation by the time dependent inversion method (horizontal deformation).
- 第8図c 積算モーメントの時間変化
- Fig. 8c Time series of estimated moment released by the Bungo channel SSE.



豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布(5) 時間依存インバージョンによる非定常地殻変動時系列(暫定)

- ・EW, NS, UD はそれぞれ東西, 南北, 上下方向成分を示す.
- ・非定常地殻変動とは、1997年1月から2009年1月までのデータを使用して平均変動速度と周期成分を推定し、元のデータから取り除いたもの。
- ・解析には時系列データを2日間隔で使用しており、上図の観測値(黒丸)は解析に使用した値をプロット している。
- 第9図 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布(5)(時間依存インバージョンによる非定常地殻変動時系列)(暫定)
- Fig. 9 Comparisons of time series between GNSS observation and model calculation estimated by the time dependent inversion method. (preliminary result)