9-2 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

[島根県西部の地震(4/9 M6.1)に伴う地殻変動]

第1図は、2018年4月9日に発生した島根県西部の地震(M6.1、最大震度5強)に伴うGNSS連続観測による水平変動ベクトル図及び3成分時系列グラフである.この地震に伴い、大田観測 点(島根県)で東南東方向に1cm移動するなどの地殻変動が観測された.観測された地殻変動 は、地震のメカニズム解と整合的である.

[室戸岬周辺 電子基準点の上下変動]

第2~3図は,室戸岬周辺の電子基準点間の比高変化について,水準測量の結果とGNSS連続 観測結果とを比較したものである.両者はほぼ同様の傾向を示しており,最新のデータは室戸 岬周辺が沈降する長期的な傾向に沿っている.各ページの左下に長期間の変動グラフを示す. 室戸岬先端側の沈降が長期的に継続しており,灰色でプロットしたGNSS連続観測の最近の結 果も整合している.

[水準測量]

第4図は、高知県香南市から室戸市に至る区間の水準測量結果である.室戸岬側の沈降の傾向に 変化は見られない.

第5図は,高知県宇和島市から土佐清水市に至る水準測量結果である.足摺岬先端側の沈降が見られる.

第6図は、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.

[四国地方の非定常的な地殻変動(短期的SSE)]

第7~11図は,2018年2月下旬~3月中旬頃に発生した四国地方の短期的SSEに関する資料である.

第7~8図は、2018年2月3~17日に対する2018年3月21~27日の期間について、一次トレンド・ 年周・半年周成分を除去した非定常地殻変動ベクトル図である。2006年1月1日~2009年1月1日 の期間を定常変動とし、一次トレンド等の各成分を推定した。固定局は島根県の三隅観測点で ある。第7図上段は全期間の結果で、四国西部から中央部にかけて南東~東向きに最大5mm程 度のごくわずかな変動が見られる。第7図下段から第8図はそれを3期間に分けて示したもので、 第7図下段の2月中旬~3月上旬では四国西部、第8図上段の3月上旬~中旬では四国中央部、第8 図下段の3月中旬~下旬では徳島県西部付近にごくわずかな変動が見られ、変動の中心が西か ら東~移動していったことが分かる。

第9~11図は,非定常的な地殻変動を基に,時間依存インバージョンでプレート境界面上の 滑り分布を推定した結果である.解析では,時間方向のハイパーパラメータを最適値よりもス ムージングがやや大きくなるように調整し,空間スムージングのハイパーパラメータ等を最適 化している.なお,除去した定常成分は,一次トレンドは2006年1月1日~2009年1月1日,周期 成分は2012~2016年で推定した.

第9図は,推定されたプレート境界面上の滑り分布である.左上は全期間(2/18~3/24)の結果である.5mm以上の滑りが推定された領域は豊後水道北部から四国中央部にかけて広がっており,滑り量の最大は約20mmと推定された.滑りのモーメントマグニチュードは6.3である.

滑りの時間的推移を示すために、この結果を3期間に分けて、中段及び下段に各期間の滑り 分布を示した.右上に示すように、低周波地震の発生域は時間と共に西から東へ移動しており、 それと同様に、滑りの中心が時間と共に西側から東側へ移動していることが分かる.

第10図は観測値と計算値の比較である.

第11図は,推定を行った各グリッドでのプレート間滑りの履歴を示したものである. 左列が 西側,右列が東側のグリッドである. 滑りの開始が西側では早く,東側ほど遅くなっているこ とが分かる.

島根県西部の地震(4月9日 M6.1)前後の観測データ

<u>この地震に伴い小さな地殻変動が観測された</u>

地 殻変動 (水平)

基準期間:2018/04/01~2018/04/08[F3:最終解] 比較期間:2018/04/10~2018/04/17[F3:最終解]



第1図 2018年4月9日島根県西部の地震(M6.1)に伴う地殻変動:水平・3成分時系列グラフ

Fig. 1 Crustal deformation associated with the M6.1 in the western part of Shimane prefecture earthquake on April 9, 2018: horizontal and 3 components time series.

室戸岬周辺 電子基準点の上下変動(1)

室戸岬周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない.

〔1〕安芸 (950442) - 高知田野 (950444) _[cm]

4	F														
0	F	- COLOR	-000	ഹന്നത	0000000	100,000 m	80000								
2		1	- 1					0.00000	*mmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmm	im.	·				
-2	Г				:					. ,,,,,,,,,,,,	ഞ്ഞും	and the second	0,0,00	Grantowe	
-4	E										ഞ്ഞും		000 0 00	9000 93880 0	

(2) 安芸 (950442) - 室戸 3 (031121)

~ 3'																							
2	Г	Τ.						1			ļ							.,					
0	⊢	÷e	Pacco	20	uunr	Latte					÷												÷
. 7	Ŀ	t		11	. a	ψŢ	0.000	39%	, 00000 ,	jarti olin	in	0.00		· · · ·			1						211
-2	E	90						15					-100 -	-	denno?	00000	- COLORED	hirden	nown				
-4	F	÷		• •				÷			÷			÷÷÷		· · · · · · · · ·					and dor	- poor -	è e l
~	ŀ	ŝ.		• •		• • •		÷			÷			÷Èr					• • • •				بم ور
-0	E	i.		•••			1	Ξï.			1			· i ·			1						i
	21	202		20	05	20	06	200	7 20	08 2	nna	20	10	201	1 20	12 20	113 2	014	20	15 20	16 20	17 20	118

(3) 安芸 (950442) - 室戸 (940082)



(4) 安芸 (950442) - 室戸 4 (031122)



●:水準測量 O:GNSS 連続観測(GEONET 月平均値)



- GNSS 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値(F3:最終解)から計算した値の月平均値. 最新の プロット点は 4/1~4/21 の平均.
- 水準測量による結果については、最寄りの一等水準点の結果を表示しており、GNSS 連続観測の全期間との差が最小 となるように描画している。
- 長期間の変動グラフにおける、各プロットの色は配点図の水準点の色と対応する。また●は GEONET 月平均値を 示す.
- 第2図 室戸岬周辺 電子基準点の上下変動(水準測量とGNSS) (1)
- Fig. 2 Vertical displacements of GEONET stations around Muroto Cape (leveling and GNSS easurements).(1)

室戸岬周辺 電子基準点の上下変動(2)

室戸岬周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない

(1) 徳島海南 (950424) - 東洋 (950441)

~ 5'	u															
~																
Ο	Lia	00000	000													
0		~~~~	-0-0000	ൺഫൽ	Cardanao	immo mi	0.000									
.2	EX.				•	mangrate	Dramona	COLOUR D	mom ore	mann.	anam	antono,	0.000	•		
-2	EC												- 00000	0.010040	0000000	ъ¢
-4	11			1	1	1 1									1	
	2004	1 20	05 2	nne	007 20	0.00 200	0 20	10 20	11 20	12 20	12 20	14 20	15 20	16 20	17 201	10
	2004	+ 20	0.5 21	000 21	20	200 200	9 20	10 20	11 20.	12 20	15 20	14 20	15 20	10 20	1/ 201	10



(3) 徳島海南 (950424) - 室戸4 (031122)







・GNSS 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値(F3:最終解)から計算した値の月平均値. 最新の プロット点は 4/1~4/21 の平均.

 水準測量による結果については、最寄りの一等水準点の結果を表示しており、GNSS 連続観測の全期間との差が最小 となるように描画している。

 長期間の変動グラフにおける、各プロットの色は配点図の水準点の色と対応する。また●は GEONET 月平均値を 示す.

- 第3図 室戸岬周辺 電子基準点の上下変動(水準測量とGNSS) (2)
- Fig. 3 Vertical displacements of GEONET stations around Muroto Cape (leveling and GNSS measurements). (2)



第4図 香南市〜室戸市間の上下変動

Fig. 4 Results of leveling survey along the leveling route from Konan city to Muroto city.



第5図 宇和島市~土佐清水市間の上下変動

Fig. 5 Results of leveling survey along the leveling route from Uwajima city to Tosashimizu city.



1896年を基準とした室戸地方の各水準点の経年変化

- 297 -

(Mugi) to BM5141 (Muroto) referred to BM5106 (Mugi).

四国地方の非定常的な地殻変動(1)

四国西部で2018年2月下旬頃からごくわずかな地殻変動が観測された.



 $(\texttt{HB11} \texttt{HRB1} \texttt{2018}/\texttt{92}/\texttt{3$

- 第7図 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動 (1) (水平) (一次レンド・年周・半年周除去)
- Fig. 7 Time series of horizontal and vertical components of transient deformation around the Bungo channel area (horizontal) (removing linear trend, annual and semiannual components) (1/2).



- 第8図 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動 (2) (水平) (一次トレンド・年周・半年周除去)
- Fig. 8 Time series of horizontal and vertical components of transient deformation around the Bungo channel area (horizontal) (removing linear trend, annual and semiannual components) (2/2).



非定常地殻変動から推定されるプレート境界面上の滑り分布

第9図 四国地方の非定常的な地殻変動(非定常地殻変動から推定されるプレート境界面上の推定滑り分布) Fig. 9 Estimated slip distribution on the plate interface of Shikoku district.



観測値(黒)と計算値(白)の比較



・GNSS 連続観測の結果から非定常地殻変動時系列データを作成し、時間依存のインバージョンを適用した.

- ・解析では,空間スムージングのハイパーパラメータは最適化し,時間方向のハイパーパラメータは,最適値よりも時間方向のスムージングが大きくなるように調整している.
- ・非定常地殻変動時系列: 2006年1月1日~2009年1月1日から推定した一次トレンド及び2012~2016年から 推定した周期成分を元の時系列データから除去した時系列。
 ・固定局:三隅

第10図 四国地方の非定常的な地殻変動(観測値(黒)と計算値(白)の比較)

Fig. 10 Comparison of displacements between GNSS observation (black) and model calculation (white).



第11図 四国地方の非定常的な地殻変動(プレート境界面の滑りの時間変化)

Fig. 11 Spatial and temporal evolution of slow slip.