第224回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所

東海・伊豆地域等の地下水観測結果



【資料目次】

			I
1.	東海地域中部 榛原, 静	岡栗原(草薙)」地	下水;中期
2.	東海地域中部 [榛原, 静	岡栗原(草薙)] 地	下水;長期
3.	東海地域南部 [大東, 小	笠,浜岡,御前崎]	地下水;中期
4.	東海地域南部 [大東, 小	笠,浜岡,御前崎]	地下水;長期
4-b.	東海地域南部 [浜岡] 」	也下水•沈下;長期	
4-c.	東海地域南部 [掛川] 均	地下水・沈下;長期	
5.	東海地域西部 [豊橋,豊	橋多米(豊橋東)]	地下水•歪•傾斜;中期
5-b.	東海地域西部 [豊橋多:	米(豊橋東)] 歪等;	中期
6.	東海地域西部[豊橋·豊	橋多米(豊橋東)]	地下水•歪•傾斜;長期
6-b.	東海地域西部 [豊橋多:	米(豊橋東)] 歪等;	長期
7.	伊豆半島東部 [松原174	4, 大室山北, 冷川南] 地下水;中期
8.	伊豆半島東部 [松原174	4,大室山北,冷川南] 地下水;長期
9.	関東地域[つくば1]	也下水;中期	
10.	関東地域[つくば1]	也下水;長期	
11-a.	榛原・浜岡の降雨グラフ	';中期	
	梼 百・近岡の 降雨 グラニ	・長期	







東海地域南部 中期

産業技術総合研究所 資料-3









東海地域西部(豊橋多米 歪)中期 (時間値) (2019/05/01 00:00 - 2019/08/01 00:00 (JST))

豊橋多米(豊橋東)歪N356E[x10-9] 豊橋多米(豊橋東)歪N356E(BAYTAP)



東海地域西部 中期

產業技術総合研究所 資料-5b



産業技術総合研究所 資料-6



産業技術総合研究所 資料-6b



コメント:*;雨量補正不十分. \$;保守. ?;不明. @;月初めの補正値のギャップは, 解析プログラムの見かけ上のものである. 松原174号井は静岡県による観測. 松原174の水位計が長期的にドリフトしていることが 分かったので,2014年7月4日に新水位計を設置し, 更に2017年10月12日に交換した.



 コメント:*;雨量補正不十分.\$;保守.?;不明. 松原174号井は静岡県による観測. 松原174水位計が長期的にドリフトしていることが 分かったので,2014年7月4日に新水位計を設置し, 更に2017年10月12日に交換した. 松原174の水位は2017年10月29日~11月6日頃まで 断続的に管頭から水があふれた.





コメント:*,雨重補正不十分、\$,保守、?,不明、 つくば2~4の水位が、例年春~秋に低下するのは、 周囲の揚水によると考えられる。 つくば3の水位が2014年10月7~16日に異常なのは、 データロガーの不良のためと考えられる。







コメント:トレンドは、グラフに示している期間で求めている.



コメント:トレンドは、グラフに示している期間で求めている.

紀伊半島~四国の地下水・歪観測結果(2019年5月~2019年7月) 東海・紀伊半島・四国における短期的スロースリップイベント(2019年5月~2019年7月)

産業技術総合研究所

産業技術総合研究所(産総研)では,東海・紀伊半島・四国の地下水等総合観測施設19点において, 歪・地 下水等の観測を行っている. 観測点配置図を第1図に示す.

2018年8月の回の資料から、HTS(愛荘香之庄)とNGR(岩出東坂本)を外し("近畿地域の地下水位・歪観測 結果"の資料に移した)、HKS(北勢)を加えた.その結果、この資料で報告する観測施設の数は1点減った.

第2~36図には、2019年2月~2019年7月における歪・傾斜・地下水位の1時間値の生データ(上線)と補正 値(下線)を示す. 歪・傾斜の図において「N120E」などと示してあるのは、歪・傾斜の測定方向が北から120度東 方向に回転していることを示す. HKS以外の補正値は、潮汐解析プログラムBAYTAP-G[Tamura *et al.*, 1991]に よって、気圧・潮汐・不規則ノイズの影響を除去した結果である. 歪・傾斜のグラフについては、直線トレンド(1 次トレンド)を除去している. HKSの補正値は時系列解析プログラムMR-ARによって、気圧・潮汐・降雨の影響 を除去した結果である.

歪・傾斜・地下水の変化から短期的SSEの断層モデルを推定したイベントについて、その解析結果を報告する. 断層モデル推定手法については、解析結果の後に示す.

2019 年 5 月 4 日から 9 日にかけて、四国東部において深部低周波地震活動が観測された(図 37)。図 38 は愛媛県・高知県・徳島県の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019 年 4 月 25 日から 5 月 4 日午前のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

図 39,40 はそれぞれ図 38[A],[B]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果(Mw 5.3,5.7)である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2018 年 10 月 10 日午後から 15 日 (Mw5.8;図 39,40 の灰 色矩形 1),2018 年 10 月 31 日から 11 月 3 日 (Mw5.5;同 2),2018 年 11 月 4 日から 8 日午前 (Mw5.5;同 3),2019 年 3 月 4 日午後から 6 日 (Mw6.2;同 4),2019 年 3 月 7 日から 9 日 (Mw6.0;同 5)である。

2019 年 5 月 12 日以降,四国中部において深部低周波地震活動が断続的に観測された(図 41)。図 42 は 愛媛県・高知県の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分,潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き,2019 年 5 月 10 日から 17 日 午前のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

図 43 は図 42[A]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果(Mw 5.5)である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2018 年 10 月 10 日午後から 15 日 (Mw5.8;図 43 の灰色矩形 1)、2018 年 10 月 31 日から 11 月 3 日 (Mw5.5;同 2)、2018 年 11 月 4 日から 8 日午前 (Mw5.5;同 3)、2019 年 3 月 4 日午後から 6 日 (Mw6.2;同 4)、2019 年 3 月 7 日から 9 日 (Mw6.0;同 5)、2019 年 5 月 4 日午後から 6 日午前 (Mw5.3;同 6)、2019 年 5 月 6 日午後から 9 日 (Mw5.7;同 7)である。

2019年5月18日から21日にかけて,豊後水道において深部低周波地震活動が観測された(図44)。図45 は愛媛県・高知県の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-Gにより気圧応答成分,潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き,2019年5月11日から17日 のデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

図46は図45[A]の変化を説明する短期的SSEの推定結果(Mw 5.8)である。今回の活動域付近における最近の短期的SSEの活動は、2019年3月2日から4日午前(Mw 5.6;図46の灰色矩形1)、2019年3月4日午後から6日 (Mw 6.2;同2)、2019年3月7日から9日(Mw 6.0;同3)、2019年4月17日から18日(Mw 5.7;同4)である。

2019年6月12日から18日にかけて、愛知県において深部低周波地震活動が観測された(図47)。図48

は愛知県・長野県・静岡県の産総研・気象庁の観測点における歪の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-Gにより気圧応答成分,潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き,2019年6月4日から10日の データを用いて1次トレンドを除去したものである。

図 49 は図 48[A]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果(Mw 5.6)である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2018 年 6 月 19 日午後から 25 日午前(Mw5.9;図 49 の灰色矩形 1)、2018 年 10 月 13 日から 15 日(Mw5.3;同 2)、2019 年 2 月 3 日から 6 日午前(Mw5.9;同 3)、2019 年 2 月 6 日午後から 9 日午前(Mw5.6;同 4)、2019 年 2 月 9 日午後から 12 日午前(Mw5.3;同 5)、2019 年 2 月 28 日から 3 月 1 日午前(Mw5.7;同 6)、2019 年 3 月 1 日午後から 3 日(Mw5.6;同 7)、2019 年 4 月 22 日午後から 23 日(Mw5.6;同 8)である。

2019年6月23日から6月28日にかけて、三重県・愛知県において深部低周波地震活動が観測された(図50)。図51は三重県・愛知県・滋賀県の産総研・気象庁・防災科研の観測点における歪・傾斜・地下水の観測結果である。歪・傾斜・地下水の結果はBAYTAP-Gにより気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019年6月17日から23日のデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

図 52,53 はそれぞれ図 51[A],[B]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果(Mw 5.7,5.8)である。今回の 活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2019 年 2 月 3 日から6 日午前(Mw5.9;図 52,53 の灰色矩 形 1),2019 年 2 月 6 日午後から9 日午前(Mw5.6;同 2),2019 年 2 月 9 日午後から 12 日午前(Mw5.3;同 3), 2019 年 2 月 10 日から 15 日(Mw 5.8;同 4),2019 年 2 月 16 日から 18 日(Mw 5.5;同 5),2019 年 2 月 28 日 から 3 月 1 日午前(Mw5.7;同 6),2019 年 3 月 1 日午後から 3 日(Mw5.6;同 7),2019 年 4 月 22 日午後から 23 日(Mw5.6;同 8)である。

2019年7月21日から27日にかけて、三重県・奈良県において深部低周波地震活動が観測された(図54)。 図55は三重県の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果はBAYTAP-G により気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019年7月7日から13日のデータを用 いて1次トレンドを除去したものである。

図 56, 57 は図 55[A], [B]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果(Mw 5.7, 5.6)である。今回の活動域付 近における最近の短期的 SSE の活動は, 2018 年 1 月 4 日から 5 日(Mw 5.3;図 56, 57 の灰色矩形 1), 2018 年 6 月 22 日午後から 25 日午前(Mw 5.6;同 2), 2019 年 1 月 19 日午後から 24 日午前(Mw 5.6;同 3), 2019 年 2 月 10 日から 15 日(Mw 5.8;同 4), 2019 年 2 月 16 日から 18 日(Mw 5.5;同 5), 2019 年 6 月 25 日午後か ら 28 日(Mw 5.7;同 6)である。

解析方法

短期的SSEの断層面推定には、それぞれの観測点の水平歪4成分(一部の気象庁観測点では8成分)・体積 歪・地下水圧・傾斜2成分の記録を用いる.地下水圧は、O1およびM2分潮の振幅をBAYTAP-G [Tamura et al., 1991]により計算し、GOTIC2 [Matsumoto et al., 2001]により推定した地球固体潮汐および海洋荷重潮汐(O1お よびM2分潮)との振幅比を用いて、体積歪に変換する.歪・地下水・傾斜ともに、観測波形からBAYTAP-Gによ り、気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除く.また、イベント直前の期間を用いて1次トレン ドも取り除く.深部低周波地震活動も参考にして、数時間~半日単位で活動開始・終了時期を判断し、その期 間の変化量を短期的SSEによる変化量とする.その際、歪についてはMatsumoto et al. [2010]の手法で理論潮 汐歪を用いてキャリブレーションを行っている.

断層面の推定は、計算時間の短縮と、推定された結果の一意性を確認するために2段階で行う. 断層面推 定は板場ほか[2012]の手法を用いた.フィリピン海プレート境界面上[弘瀬ほか, 2007]に多数の断層面を仮定 してグリッドサーチにより推定する. 仮定した断層面上のすべりによって各観測点で期待される歪変化の計算に はOkada [1992]のプログラムを用いる. 1段階目には、断層面のサイズは固定(幅・長さ共に20km)、断層面の位 置(0.1°間隔)およびすべり量(1~100mmの間で1mm間隔)のみ可変として広範囲で計算を行う. 1段階目の結 果を示す図では、それぞれの断層面において最適なすべり量を与えたときの、観測値と計算値(期待値)との残 差分布を示している. これにより、短期的SSEが生じている可能性が高い領域を絞り込むとともに、推定された結 果の任意性を確認することが出来る. 2段階目には、1段階目で絞り込んだ領域(=残差が小さい領域)付近で、 位置及びすべり量に加えて、断層面の長さを10~80km、幅を10~50km、それぞれ1km間隔で可変として計算 を行なう. その結果, 観測値との残差が最小となる断層面が1つ計算されるが, 計算に使用している観測点数が 少ない場合や, 断層面と観測点配置の関係によっては任意性が高くなるので注意が必要である. なお, 異種 観測値を統合して解析するため, 観測点ごとに残差をノイズレベルによって規格化している. ノイズレベルは, 気圧応答, 潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除いた後(微動活動が活発な期間および周辺の日雨量 50mmを超える時期を除く)の24時間階差の2σとした.

謝辞

短期的SSEの断層モデル推定には,防災科研Hi-net高感度加速度計(傾斜計)および気象庁,静岡県の多 成分歪計および体積歪計の記録を使用しました.気象庁の歪計データを解析する際には,気象庁によるキャリ ブレーション係数を使用しました.深部低周波地震の震央位置表示には,気象庁の一元化カタログを使用しま した.こに記して感謝します.

(矢部優·落唯史·板場智史·北川有一·松本則夫·木口努)

参考文献

- 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.
- 板場智史, 松本則夫, 北川有一, 小泉尚嗣, 松澤孝紀, 歪・傾斜・地下水統合解析による短期的スロースリップイ ベントのモニタリング, 日本地球惑星連合2012年大会, 千葉, 5月, 2012.
- Matsumoto, K., T. Sato, T. Takanezawa, and M. Ooe, GOTIC2: A Program for Computation of Oceanic Tidal Loading Effect, *J. Geod. Soc. Japan*, **47**, 243-248, 2001.
- Matsumoto, N., O. Kamigaichi, Y. Kitagawa, S. Itaba, and N. Koizumi (2010), In-situ Calibration of Borehole Strainmeter Using Green's Functions for Surface Point Load at a Depth of Deployment, *Eos, Trans. AGU*, Abstract G11A-0626.
- Okada, Y. (1992), Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **82**, 1018-1040.
- Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro (1991), A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, *Geophys. J. Int.*, **104**, 507-516.



第1図:地下水位観測点の分布図(●・■・▲・▼)。●はデジタル方式の石井式歪計・傾斜 併設している新規観測点、■はGladwin式歪計・ミツトヨ式傾斜計を併設している新規観測点、▲ はアナログ方式の石井式歪計を併設している既存の観測点。▼は既存の地下水観測点。灰色の領域 は短期的SSE及び深部低周波微動が定常的に発生していると考えられる地域。

第1表: 産総研観測点の新名称。平成23年1月17日から「市町村名」+「町・字名等」を基本とする名称に変更している。なお、3文字コードは変更していない。

3文字コード (変更無し)	旧名称		新名称	新名称 ふりがな	市区町村	义
TYS	豊田下山	\rightarrow	豊田神殿	とよたかんどの	愛知県豊田市	2,3
NSZ	西尾善明	変更無し	西尾善明	にしおぜんみょう	愛知県西尾市	4,5
TYE	豊橋東	\rightarrow	豊橋多米	とよはしため	愛知県豊橋市	6,7
HKS	北勢	変更無し	北勢	ほくせい	三重県いなべ市	9
ANO	安濃	\rightarrow	津安濃	つあのう	三重県津市	8,9
ITA	飯高赤桶	\rightarrow	松阪飯高	まつさかいいたか	三重県松阪市	10,11
MYM	海山	\rightarrow	紀北海山	きほくみやま	三重県北牟婁郡紀北町	12,13
ICU	井内浦	\rightarrow	熊野磯崎	くまのいそざき	三重県熊野市	14,15
HGM	本宮三越	\rightarrow	田辺本宮	たなべほんぐう	和歌山県田辺市	16,17
KST	串本津荷	変更無し	串本津荷	くしもとつが	和歌山県東牟婁郡串本町	18,19
BND	板東	\rightarrow	鳴門大麻	なるとおおあさ	徳島県鳴門市	20
ANK	阿南桑野	変更無し	阿南桑野	あなんくわの	徳島県阿南市	21,22
MUR	室戸	\rightarrow	室戸岬	むろとみさき	高知県室戸市	23,24
KOC	高知市	\rightarrow	高知五台山	こうちごだいさん	高知県高知市	25,26
SSK	須崎	\rightarrow	須崎大谷	すさきおおたに	高知県須崎市	27,28
TSS	土佐清水	\rightarrow	土佐清水松尾	とさしみずまつお	高知県土佐清水市	29,30
UWA	宇和	\rightarrow	西予宇和	せいようわ	愛媛県西予市	31,32
MAT	松山	\rightarrow	松山南江戸	まつやまみなみえど	愛媛県松山市	33,34
NHK	新居浜黒島	変更無し	新居浜黒島	にいはまくろしま	愛媛県新居浜市	35,36



上:1次トレンドを除去

下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去













下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去



HKSiでは、MR-ARにより潮汐・気圧・降雨応答を除去



下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去



下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去



下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去








下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去











下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去







下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去



























 図37 四国地方東部における深部低周波地震(気象庁)の時空間分布図 (2019/04/25 00:00 - 2019/05/16 00:00 (JST))
(観測点名) ANK: 阿南桑野, MUR: 室戸岬, KOC: 高知五台山, NHK: 新居浜黒島, SSK: 須崎大谷, MAT: 松山南江戸



図38 四国地方における歪・傾斜観測結果(2019/04/25 00:00 - 2019/05/16 00:00 (JST))

[A] 2019/05/04PM-06AM

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



図39 2019/05/04PM-06AMの歪・傾斜変化(図38[A])を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した イベントの推定断層面。

1: 2018/10/10PM-15 (Mw5.8), 2: 2018/10/31-11/03 (Mw5.5), 3: 2018/11/04-08AM (Mw5.5)

4: 2019/03/04PM-06 (Mw6.2), 5: 2019/03/07-09 (Mw6.0)

[B] 2019/05/06PM-09

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



図40 2019/05/06PM-09の歪・傾斜変化(図38[B])を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した イベントの推定断層面。

1: 2018/10/10PM-15 (Mw5.8), 2: 2018/10/31-11/03 (Mw5.5), 3: 2018/11/04-08AM (Mw5.5)

4: 2019/03/04PM-06 (Mw6.2), 5: 2019/03/07-09 (Mw6.0)

A: 2019/05/04PM-06AM (Mw5.3)



 図41 四国地方東部における深部低周波地震(気象庁)の時空間分布図 (2019/05/10 00:00 - 2019/05/23 00:00 (JST))
(観測点名) ANK: 阿南桑野, MUR: 室戸岬, KOC: 高知五台山, NHK: 新居浜黒島, SSK: 須崎大谷, MAT: 松山南江戸



図42 四国地方における歪・傾斜観測結果(2019/05/10 00:00 - 2019/05/23 00:00 (JST))

[A] 2019/05/17PM-19AM

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



図43 2019/05/17PM-19AMの歪・傾斜変化(図42[A])を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した イベントの推定断層面。

1: 2018/10/10PM-15 (Mw5.8), 2: 2018/10/31-11/03 (Mw5.5), 3: 2018/11/04-08AM (Mw5.5)

4: 2019/03/04PM-06 (Mw6.2), 5: 2019/03/07-09 (Mw6.0), 6: 2019/05/04PM-06AM (Mw5.3)

7: 2019/05/06PM-09 (Mw5.7)



図44 四国地方西部における深部低周波地震(気象庁)の時空間分布図 (2019/05/11 00:00 - 2019/05/23 00:00 (JST)) (観測点名) KOC: 高知五台山, NHK: 新居浜黒島, SSK: 須崎大谷, TSS: 土佐清水松尾, MAT: 松山南江戸, UWA: 西予宇和



図45 四国地方における歪・傾斜観測結果(2019/05/11 00:00 - 2019/05/23 00:00 (JST))

[A] 2019/05/18-19AM

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



図46 2019/05/18-19AMの歪・傾斜変化(図45[A])を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した イベントの推定断層面。

1: 2019/03/02-04AM (Mw5.6), 2: 2019/03/04PM-06 (Mw6.2), 3: 2019/03/07-09 (Mw6.0)

4: 2019/04/17-18 (Mw5.7)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

(b3)体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。地下水は体積歪に変換して計算している。



図47 東海地方における深部低周波地震(気象庁)の時空間分布図
(2019/06/04 00:00 - 2019/06/24 00:00 (JST))
(観測点) TYS:豊田神殿, NSZ:西尾善明, ANO:津安濃, ITA:松阪飯高, MYM:紀北海山



図48 東海地方における歪観測結果(2019/06/04 00:00 - 2019/06/24 00:00 (JST))

[A] 2019/06/11-14

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



図49 2019/06/11-14の歪変化(図48[A])を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した イベントの推定断層面。赤色破線矩形は今回の一連のイベント。

1: 2018/06/19PM-25AM (Mw5.9), 2: 2018/10/13-15 (Mw5.3), 3: 2019/02/03-06AM (Mw5.9)

4: 2019/02/06PM-09AM (Mw5.6), 5: 2019/02/09PM-12AM (Mw5.3), 6: 2019/02/28-03/01AM (Mw5.7)

7: 2019/03/01PM-03 (Mw5.6), 8: 2019/04/22PM-23 (Mw5.6)



図50 紀伊半島から東海地方における深部低周波地震(気象庁)の時空間分布図 (2019/06/17 00:00 - 2019/07/10 00:00 (JST))

(観測点) TYS:豊田神殿, NSZ:西尾善明, ANO:津安濃, ITA:松阪飯高, MYM:紀北海山, ICU:熊野磯崎, HGM:田辺本宮



図51 紀伊半島から東海地方における歪・傾斜・地下水観測結果 (2019/06/17 00:00 - 2019/07/10 00:00 (JST))
[A] 2019/06/25PM-28

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



図52 2019/06/25PM-28の歪・傾斜・地下水変化(図51[A])を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を 選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2019/02/03-06AM (Mw5.9), 2: 2019/02/06PM-09AM (Mw5.6), 3: 2019/02/09PM-12AM (Mw5.3)

4: 2019/02/10-15 (Mw5.8), 5: 2019/02/16-18 (Mw5.5), 6: 2019/02/28-03/01AM (Mw5.7)

7: 2019/03/01PM-03 (Mw5.6), 8: 2019/04/22PM-23 (Mw5.6)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

(b3)体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。地下水は体積歪に変換して計算している。



図53 2019/06/29-07/03AMの歪・傾斜変化(図51[B])を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を 選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。赤色破線矩形は今回の一連のイベント。

- 1: 2019/02/03-06AM (Mw5.9), 2: 2019/02/06PM-09AM (Mw5.6), 3: 2019/02/09PM-12AM (Mw5.3)
- 4: 2019/02/10-15 (Mw5.8), 5: 2019/02/16-18 (Mw5.5), 6: 2019/02/28-03/01AM (Mw5.7)
- 7: 2019/03/01PM-03 (Mw5.6), 8: 2019/04/22PM-23 (Mw5.6)

A: 2019/06/25PM-28 (Mw5.7)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

(b3)体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。



図54 紀伊半島における深部低周波地震(気象庁)の時空間分布図 (2019/07/13 00:00 - 2019/08/01 00:00 (JST)) (観測点) ANO:津安濃, ITA:松阪飯高, MYM:紀北海山,

ICU:熊野磯崎, HGM:田辺本宮, KST:串本津荷



(2019/07/07 00:00 - 2019/08/01 00:00 (JST))



図56 2019/07/21PM-22の歪・傾斜変化(図55[A])を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を 選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2018/01/04-05 (Mw5.3), 2: 2018/06/22PM-25AM (Mw5.6), 3: 2019/01/19PM-24AM (Mw5.6)

4: 2019/02/10-15 (Mw5.8), 5: 2019/02/16-18 (Mw5.5), 6: 2019/06/25PM-28 (Mw5.7)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。



図57 2019/07/23-28の歪・傾斜変化(図55[B])を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を 選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。赤色破線矩形は今回の一連のイベント。

1: 2018/01/04-05 (Mw5.3), 2: 2018/06/22PM-25AM (Mw5.6), 3: 2019/01/19PM-24AM (Mw5.6)

4: 2019/02/10-15 (Mw5.8), 5: 2019/02/16-18 (Mw5.5), 6: 2019/06/25PM-28 (Mw5.7)

A: 2019/07/21PM-22 (Mw5.7)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

近畿地域の地下水位・歪観測結果(2019年5月~2019年7月)

産業技術総合研究所

2019年5月~2019年7月の近畿地域におけるテレメータによる地下水位およびボアホール型歪計による 地殻歪(水平3成分)の観測結果を報告する。観測点は13点(観測井は15井戸)である(第1図)。同 期間中に第1図で示す範囲内で、M4以上で深さ30kmより浅い地震は、無かった。

2018年8月の回の資料から、hksを外し("紀伊半島~四国の地下水・歪観測結果"の資料に移した)、htsとngrを加えた。その結果、この資料で報告する観測点の数は1点増え、観測井の数は1本増えた。

第2~5図には、2019年2月~2019年7月における地下水位1時間値の生データ(上線)と補正値(下 線)を示す。ボアホール型歪計が併設してある観測点については、同期間における歪3成分の観測値 (生データ)も示す。歪の図において「N120」などと示してあるのは、歪の方向が北から120度東方向に 回転していることを示す。水位補正値(corrected)は、潮汐解析プログラムBAYTAP-Gによって、気圧・ 潮汐・不規則ノイズの影響を除去した結果である。なお、hno・sed・tkz・ysk・yst1・yst2およびyst3 は地上より上に水位が来るので、井戸口を密閉して水圧を測定し、それを水位に換算している。

yst1の地下水位の2019年6月27日以降のヒゲ状ノイズは水位計の異常のためと思われる(第2図)。hrb の地下水位の短期的な上下変化は口元から雨が流れ込んだためと思われる(第3図)。

これらのデータ(グラフ等)は、https://www.gsj.jp/wellweb/で公開されている。

(北川有一・松本則夫・佐藤努・板場智史・落唯史・木口努)



Fig.1 観測点分布図(●・■)。●は地下水のみの観測点で、■はボアホー ル型歪計を併設している観測点。









岐阜県東部の活断層周辺における地殻活動観測結果 (2019年5月~2019年7月)

Observation of Tectonic Activities around the Active Faults in Eastern Gifu Region (May, 2019~July, 2019)

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

1. 観測概要

産業技術総合研究所は跡津川断層沿いの宮川において地殻活動総合観測設備を設置している(第1 図). 宮川は深度約 300m の坑井を掘削し, 坑底に3成分ひずみ計・高感度地震計(1Hz,3成分速度 計)を設置. 深度 256.78~267.66m の滞水層での地下水位の計測も行なっている.

2. 観測結果概要

宮川(第2図、第3図) :水位, 歪計は潮汐変化を書く. 降雨の影響が大きい. 2019年5月14日パプ アニューギニアの地震 Mw7.6,5月26日ペルー北部の地震 Mw8.0及び6月18日山 形県沖の地震 Mw6.5では, 歪計のステップ及び地下水位の変化は見られない.

(木口努·今西和俊·松本則夫)



第1図 跡津川断層沿いの宮川における地殻活動総合観測点位置

Fig.1 Location map of the observation borehole at Miyagawa along the Atotsugawa fault.



鳥取県・岡山県・島根県における温泉水・地下水変化(2019年2月~2019年7月)

鳥取大学工学部・産業技術総合研究所

1. はじめに

鳥取県・島根県・岡山県は温泉が多く、その所在も地震活動と関連していると考えられる。この地 方の特徴を生かし、国際ロータリー第2690地区、鳥取県西部地震義援金事業の一環として、温泉水観 測網を山陰地方(鳥取県西部地震周辺及び鳥取県東部・岡山県北部地域)に整備し、地震活動と温泉 水変化との関連を調べている。

2. 観測

現在観測を行っている地点は7点である(第1図)。観測方法としては,温泉井に水位計や温度計 (分解能:1/100℃)を設置し,測定値をデータロガーに収録,定期的に現地集録して,鳥取大学工 学部でデータ処理し,温泉データと地震データ等との比較により関係を調べる。解析の結果は,速報 として観測センターのホームページで公開している(http://www.geosd.jp/onsen_k/)。

水位・水温の測定インターバルは10秒で1分間の平均値を記録している。温度センサーは、事前の温 度検層により、湯谷温泉等を除いて、最も温度変化の大きい位置(深さ)に設置している(鳥取温泉 175m、岩井温泉150m、三朝温泉25m、奥津温泉130m等)。なお、湯谷(第1図の6)では2012年度か ら、その他の点では2016年6月からデータをテレメーター集録から現地集録に切り替えている。

3. 結果(第2~4図)

結果(原則として1時間値)を第2~4図に示す。気圧や気温の記録は、鳥取や松江の気象台の測定 値を用いている。湯谷温泉の2019年5月10日以降のデータについては、データ回収時のトラブルによ り欠損した。

2019年2月~2019年7月の間に,第1図の範囲内(北緯34.8~35.8度,東経132.4~134.6度)で深さ 30km以浅でM4以上の地震は,無かった。M4未満で観測点周辺に震度2以上の揺れをもたらした地震 は,2019年2月に1回(震度2が1回),2019年4月に1回(震度2が1回),2019年5月に1回(震度2が 1回),2019年7月に1回(震度2が1回)発生した。

(野口竜也・香川敬生・西田良平・北川有一)









神奈川県西部地域の地下水位観測(2019年5月~2019年7月)

神奈川県温泉地学研究所・産業技術総合研究所

1. はじめに

神奈川県温泉地学研究所では、神奈川県西部地震の予知研究の一環として、第1図・第1表に示した 6ヶ所に地下水位観測施設を整備し地下水位の連続観測を行っている。2019年5月~2019年7月の期 間に重点を置いた観測結果を報告する。

2. 観測

第1図の6ヶ所の観測点では、地下水位の他,気圧・降水量が1秒サンプリングで観測され、神奈川県 温泉地学研究所にリアルタイム送信されている。通常の解析には、これをもとに作成した1分値や1時間 値を用いている。

3. 結果

結果を第2図(原則1時間値, 真鶴・二宮のみ24時間平均値)と第3図(原則0時の瞬時値)に示す。第1 図の範囲内(北緯35~35.5度, 東経138.9~139.4度)で, 2019年5月~7月に深さ30km以浅でM4以上 の地震は6/24の伊豆半島東方沖の地震(M4.1:表2)である。同期間中に観測点で震度2以上の揺れを もたらした可能性のある地震は第2表に示した7個である。同期間では、5月25日の千葉県北東部の地 震(M5.1)と6月24日の千葉県南東沖の地震(M5.2)の際に、大井観測点において、それぞれ3cm程 度、5cm程度の水位上昇が観測された。

参考論文



●1:大井,●2:小田原,●3:南足柄,●4:湯本,

●5:真鶴,●6:二宮.

9.4

(板寺一洋·原田昌武·松本則夫)

横山尚秀・他, 1995, 神奈川県西部地震予知のための地下水位観測 施設と地下水位解析, 温泉地学研究所報告, 26, 21-36.

観測点	標高	井戸深さ	スクリーン	センサー
	(m)	(m)	深さ (m)	深度 (m)
大井	47	300	270-300	15
小田原	22	300	270-300	15
南足柄	143	150	120-150	32
湯本	67	300	250-300	20
真鶴	40	300	250-300	43
二宮	51	500	450-500	13

表1 観測点の情報

No.	地震発生日時	震央地名	М	深さ	観測点最大震度
1	2019/5/25 15:20	千葉県北東部	M5.1	38km	2
2	2019/6/24 9:11	千葉県南東沖	M5.2	61km	3
3	2019/6/24 19:22	伊豆半島東方沖	M4.1	8km	3
4	2019/7/8 22:54	神奈川県西部	M4.3	23km	2
5	2019/7/25 7:14	千葉県東方沖	M5.1	58km	2
6	2019/7/28 3:31	三重県南東沖	M6.6	393km	2
7	2019/7/30 5:37	八丈島東方沖	M5.9	59km	2

表2 観測点に震度2以上の揺れを与えたと推定される地震



神奈川県温泉地学研究所·産業技術総合研究所 資料



神奈川県西部地域 長期

神奈川県温泉地学研究所・産業技術総合研究所 資料