第240回地震予知連絡会資料 產業技術総合研究所

東海・伊豆地域等の地下水観測結果



【資料目次】





コメント: \$;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. 2015年4月中旬に静岡栗原1の水位が井戸管の広い部分まで上昇したので, それ以降の水位変化が小さくなっている.



コメント: \$;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.



コメント: \$;保守.?;不明.



コメント: \$;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.



コメント: \$;保守.?;不明.

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.

ITA, ANK, KOC, MAT(第1図の■)に併設されている Gladwin 式歪計は故障にて観測終了した ため、今回の資料から歪のグラフを掲載していない.

第 2~32 図には, 2023 年 2 月~2023 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・地下水の変化から推定される短期的スロースリップイベント(SSE)の断層モデルについて,その解析結果を報告する.解析方法は解析結果の後に示す.

2023 年 5 月 3 日から 5 日にかけて,和歌山県中部で深部低周波地震が観測された(第 33 図).第 34 図は周辺の産総研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,2023 年 4 月 20 日から 5 月 2 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.

第 35 図は第 34 図[A]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果(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, 2022 年 12 月 30 日午後から 31 日午前(Mw 5.3; 第 35 図の灰色矩形 2)である.

2023 年 5 月 15 日午後から 21 日午前にかけて,愛媛県中予~南予で深部低周波地震が観測された (第 36 図). 第 37 図は周辺の産総研・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,2023 年 4 月 29 日から 5 月 15 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.

第 38, 39 図は第 37 図[A], [B]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果 (順に Mw5.9, 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, 2022 年 9 月 4 日から 5 日 (Mw5.7; 第 38, 39 図の灰色矩形 1), 2022 年 9 月 6 日から 7 日 (Mw 5.8; 同 2), 2022 年 11 月 17 日から 18 日午前 (Mw5.6; 同 3), 2022 年 11 月 18 日午後から 20 日 (Mw5.9; 同 4), 2022 年 11 月 21 日から 24 日午前 (Mw5.8; 同 5), 2022 年 11 月 24 日午後から 26 日 (Mw5.6; 同 6), 2023 年 2 月 15 日から 17 日午前 (Mw5.7; 同 7) である.

2023年6月12日から14日午前にかけて、和歌山県中部で深部低周波地震が観測された(第40図).

第41 図は周辺の産総研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,2023 年 5 月 30 日から 6 月 11 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.

第42 図は第41 図[A]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果(Mw 5.3)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,2022 年12月30日午後から31日午前(Mw 5.3; 第42 図の灰色矩形2),2023 年3月7日午後から9日午前(Mw 5.4;同3),2023 年5月3日から5日(Mw 5.5;同4;今回の断層面と同位置)である.

2023年6月21日午後から24日午前にかけて,四国中部〜東部で深部低周波地震が観測された(第43図).第44図は周辺の産総研・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,2023年6月7日から6月21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.

第45 図は第44 図[A]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果(Mw5.8)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,2022 年 8 月 15 日から 19 日(Mw5.7;第45 図の灰色矩形 1),2022 年 10 月 18 日から 20 日(Mw 5.5;同 2),2022 年 10 月 21 日から 23 日(Mw5.5; 同 3),2023 年 4 月 1 日午後から 4 日午前(Mw5.6; 同 4)である。

2023年6月21日午後~7月10日午前にかけて,四国西部~東部で深部低周波地震が観測された(第46図).第47図は周辺の産総研・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,2023年6月7日~21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.

第48~51 図は第47 図[A]~[D]の変化を説明する短期的SSEの断層モデルの推定結果(順に Mw5.8, Mw5.4, Mw5.9, Mw5.4) である. なお期間[B](第49 図)については最も残差が小さい領域が微動発 生領域とは異なっていたため,残差が小さく微動が発生している領域に限定して断層モデルの推定を 行っている. 今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は,2022 年 8 月 15 日~19 日 (Mw5.7;第48~51 図の灰色矩形 1),2022 年 9 月 4 日~5 日(Mw 5.7;同 2),2022 年 9 月 6 日~ 7 日(Mw5.8;同 3),2022 年 10 月 18 日~20 日(Mw5.5;同 4),2022 年 10 月 21 日~23 日(Mw5.5; 同 5),2022 年 11 月 17 日~18 日午前(Mw5.6;同 6),2022 年 11 月 18 日午後~20 日(Mw5.9;同 7),2022 年 11 月 21 日~24 日午前(Mw5.8;同 8),2022 年 11 月 24 日午後~26 日(Mw5.6;同 9), 2023 年 4 月 1 日午後~4 日午前(Mw5.6;同 10)である.

2023 年 7 月 16 日~22 日午前にかけて,和歌山県中部~奈良県南部・東部~三重県中部で深部低周 波地震が観測された(第 52 図).第 53 図は周辺の産総研・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,2023 年 7 月 2 日~15 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.

第 54~57 図は第 53 図[A]・[Bsw]・[Csw]・[Bne]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推 定結果(順に Mw 5.6, Mw5.9, Mw5.4, Mw5.5)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、2022 年 5 月 28 日~30 日(Mw 5.8; 第 54~57 図の灰色矩形 1)、2022 年 12 月 30 日午後 ~31 日午前(Mw5.3; 同 2)、2023 年 3 月 7 日午後~9 日午前(Mw5.4; 同 3)、2023 年 3 月 26 日~ 28 日(Mw5.5; 同 4)、2023 年 3 月 29 日~31 日(Mw5.9; 同 5)、2023 年 4 月 1 日~4 日(Mw5.6; 同 6), 2023 年 4 月 5 日~7 日 (Mw5.3; 同 7), 2023 年 4 月 21 日午後~24 日午前 (Mw5.7; 同 8), 2023 年 6 月 12 日~14 日午前 (Mw5.3; 同 9) 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.ここに記して感謝します.

(板場智史・落唯史・矢部優・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: 産総研の地殻変動・地下水観測点の分布図(●・■・▲・▼)。それぞれの観測点に設置 されている機器は次のとおり。●はボアホール歪・傾斜計(デジタル)および水位計。■は傾斜 計および水位計。▲はボアホール歪計(アナログ)および水位計。▼は水位計。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。

<u><u></u><u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u><u></u></u></u>	±	マケ かいて田 左口 `ロ 」	
ヱヿ	无・	库 金金 有开 在日 1日	
<i>7</i> , 1	1		「「「く」」」

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

1



第3図 Tilt and groundwater level at TYS (時間値) (2023/02/01 00:00 - 2023/08/01 00:00 (JST))







第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所





第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所









第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所





第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所





第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所









第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所





第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所



第22図 Tilt and groundwater level at MUR (時間値) (2023/02/01 00:00 - 2023/08/01 00:00 (JST))



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 第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所



第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所





第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所




第240回地震予知連絡会資料 產業技術総合研究所



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



第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所



第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所



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



第240回地震予知連絡会資料 産業技術総合研究所



第33図 紀伊半島における低周波地震の時空間分布図(2023/04/30 00:00 -2023/05/09 00:00 (JST)).気象庁カタログによる. (観測点名) ANO: 津安濃, ITA: 松阪飯高, ICU: 熊野磯崎, HGM: 田辺本宮, KST: 串本津荷



第34図 紀伊半島における歪観測結果(2023/04/20 00:00 - 2023/05/11 00:00 (JST))

[A] 2023/05/03-05



(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

第35図 2023/05/03-05の歪変化(第34図[A])を説明する断層モデル.

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべ り量を選んだときの,対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置. (b1) (a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/05/28-30 (Mw5.8), 2: 2022/12/30PM-31AM (Mw5.3), 3: 2023/03/07PM-09AM (Mw5.4)



第36図 四国地方における低周波地震の時空間分布図(2023/05/11 00:00 - 2023/05/25 00:00 (JST)). 気象庁カタログによる. (観測点名) UWA: 西予宇和, MAT: 松山南江戸, NHK: 新居浜黒島, TSS: 土佐清水松尾, SSK: 須崎大谷, KOC: 高知五台山,



第37図 四国地方における歪・傾斜観測結果(2023/04/29 00:00 - 2023/05/30 00:00 (JST))

[A] 2023/05/15PM-18AM



(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

第38図 2023/05/15PM-18AMの歪・傾斜変化(第37図[A])を説明する断層モデル.

(a)プレート境界面に沿って20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.
 (b1)(a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/09/04-05 (Mw5.7), 2: 2022/09/06-07 (Mw5.8), 3:2022/11/17-18AM (Mw5.6),

4: 2022/11/18PM-20 (Mw5.9), 5:2022/11/21-24AM (Mw5.8), 6: 2022/11/24PM-26 (Mw5.6),

- 7: 2023/02/15-17AM (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.

[B] 2023/05/18PM-21AM



(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

第39図 2023/05/18PM-21AMの歪・傾斜変化(第37図[B])を説明する断層モデル.

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.
 (b1)(a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/09/04-05 (Mw5.7), 2: 2022/09/06-07 (Mw5.8), 3:2022/11/17-18AM (Mw5.6),

4: 2022/11/18PM-20 (Mw5.9), 5:2022/11/21-24AM (Mw5.8), 6: 2022/11/24PM-26 (Mw5.6),

- 7: 2023/02/15-17AM (Mw5.7), A: 2023/05/15PM-18AM (Mw5.9)
- (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.



第40図 紀伊半島における低周波地震の時空間分布図(2023/06/09 00:00 -2023/06/18 00:00 (JST)).気象庁カタログによる. (観測点名) ANO: 津安濃, ITA: 松阪飯高, ICU: 熊野磯崎, HGM: 田辺本宮, KST: 串本津荷



第41図 紀伊半島における歪観測結果(2023/05/30 00:00 - 2023/06/21 00:00 (JST))

[A] 2023/06/12-14AM



(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

第42図 2023/06/12-14AMの歪変化(第41図[A])を説明する断層モデル.

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべ り量を選んだときの、対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置. (b1)(a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/05/28-30 (Mw5.8), 2: 2022/12/30PM-31AM (Mw5.3), 3: 2023/03/07PM-09AM (Mw5.4), 4: 2023/05/03-05(M5.5): 今回の断層面と同位置



第43図 四国地方における低周波地震の時空間分布図(2023/06/18 00:00 - 2023/06/29 00:00 (JST)). 気象庁カタログによる. (観測点名) UWA: 西予宇和, MAT: 松山南江戸, NHK: 新居浜黒島, ANK: 阿南桑野, TSS: 土佐清水松尾, SSK: 須崎大谷, KOC: 高知五台山, MUR: 室戸岬



第44図 四国地方における歪・傾斜観測結果(2023/06/07 00:00 - 2023/07/01 00:00 (JST))

[A] 2023/06/21PM-24AM

(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



第45図 2023/06/21PM-24AMの歪・傾斜変化(第44図[A])を説明する断層モデル.

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 km の矩形断層面を移動させ,各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの,対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.

- (b1) (a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.
- 1: 2022/08/15-19 (Mw5.7), 2: 2022/10/18-20 (Mw5.5), 3: 2022/10/21-23 (Mw5.5), 4: 2023/04/01PM-04AM (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.



第46図 四国地方における低周波地震の時空間分布図(2023/06/18 00:00 -2023/07/13 00:00 (JST)). 気象庁カタログによる. (観測点名) UWA: 西予宇和, MAT: 松山南江戸, NHK: 新居浜黒島, ANK: 阿南桑野, TSS: 土佐清水松尾, SSK: 須崎大谷, KOC: 高知五台山, MUR: 室戸岬



[A] 2023/06/21PM-24AM

(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



第48図 2023/06/21PM-24AMの歪・傾斜変化(第47図[A])を説明する断層モデル.

- (a) プレート境界面に沿って20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.
- (b1) (a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/08/15-19 (Mw5.7), 2: 2022/09/04-05 (Mw5.7), 3: 2022/09/06-07 (Mw5.8), 4: 2022/10/18-20 (Mw5.5), 5: 2022/10/21-23 (Mw5.5), 6: 2022/11/17-18AM (Mw5.6), 7: 2022/11/18PM-20 (Mw5.9), 8: 2022/11/21-24AM (Mw5.8), 9: 2022/11/24PM-26 (Mw5.6), 10: 2023/04/01PM-04AM (Mw5.6)

[B] 2023/06/24PM-30AM

132.0

132.5

133.0



(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

第49図 2023/06/24PM-30AMの歪・傾斜変化(第47図[B])を説明する断層モデル.

134.0

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべ り量を選んだときの,対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.

134.5

(b1) (a)の低残差・微動発生領域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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/08/15-19 (Mw5.7), 2: 2022/09/04-05 (Mw5.7), 3: 2022/09/06-07 (Mw5.8), 4: 2022/10/18-20 (Mw5.5), 5: 2022/10/21-23 (Mw5.5), 6: 2022/11/17-18AM (Mw5.6), 7: 2022/11/18PM-20 (Mw5.9), 8: 2022/11/21-24AM (Mw5.8), 9: 2022/11/24PM-26 (Mw5.6), 10: 2023/04/01PM-04AM (Mw5.6), A: 2023/06/21PM-24AM (Mw5.8)

(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.

133.5

[C] 2023/07/01PM-05AM



(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



第50図 2023/07/01PM-05AMの歪・傾斜変化(第47図[C])を説明する断層モデル.

- (a) プレート境界面に沿って20 x 20 km の矩形断層面を移動させ,各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの,対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.
- (b1) (a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.
 1: 2022/08/15-19 (Mw5.7), 2: 2022/09/04-05 (Mw5.7),3: 2022/09/06-07 (Mw5.8), 4: 2022/10/18-20 (Mw5.5), 5: 2022/10/21-23 (Mw5.5), 6: 2022/11/17-18AM (Mw5.6), 7: 2022/11/18PM-20 (Mw5.9), 8: 2022/11/21-24AM (Mw5.8), 9: 2022/11/24PM-26 (Mw5.6), 10: 2023/04/01PM-04AM (Mw5.6), A: 2023/06/21PM-24AM (Mw5.8), B: 2023/06/24PM-30AM (Mw5.4)
- (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.

[D] 2023/07/05PM-10AM



(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

34.0 SSK \cap 33.5 UWA SK Tilt 1x10⁻⁷ rad 33.0 Obs. 2.0 x 10⁻⁸ strain Calc. Expansion Lat. 33.51 Lon. 133.43 Dep. 24 km Len. 42 km Wid. 36 km Strike 240 Dip 12 Rake 115 Slip 10 mm Mw 5.8 Contraction 132.0 132.5 133.0 133.5 134.0 134.5

第51図 2023/07/05PM-10AMの歪・傾斜変化(第47図[D])を説明する断層モデル.

- (a) プレート境界面に沿って20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべ り量を選んだときの,対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.
- (b1)(a)の断層面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短期的SSEの推定断層面. 1: 2022/08/15-19 (Mw5.7), 2: 2022/09/04-05 (Mw5.7), 3: 2022/09/06-07 (Mw5.8), 4: 2022/10/18-20 (Mw5.5), 5: 2022/10/21-23 (Mw5.5), 6: 2022/11/17-18AM (Mw5.6), 7: 2022/11/18PM-20 (Mw5.9), 8: 2022/11/21-24AM (Mw5.8),

9: 2022/11/24PM-26 (Mw5.6), 10: 2023/04/01PM-04AM (Mw5.6), A: 2023/06/21PM-24AM (Mw5.8), B: 2023/06/24PM-30AM (Mw5.4), C: 2023/07/01PM-05AM (Mw5.9)



第52図 紀伊半島における低周波地震の時空間分布図(2023/07/15 00:00 - 2023/07/25 00:00 (JST)). 気象庁カタログによる. (観測点名) NSZ: 西尾善明, ANO: 津安濃, ITA: 松阪飯高, ICU: 熊野磯崎, HGM: 田辺本宮, KST: 串本津荷



第53図 紀伊半島における歪・傾斜・地下水観測結果(2023/07/02 00:00 - 2023/07/30 00:00 (JST))

[A] 2023/07/16-18AM



(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

第54図 2023/07/16-18AMの歪・傾斜変化(第53図[A])を説明する断層モデル.

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべ り量を選んだときの、対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.

(b1) (a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/05/28-30 (Mw5.8), 2: 2022/12/30PM-31AM (Mw5.3), 3: 2023/03/07PM-09AM (Mw5.4), 4: 2023/03/26-28 (Mw5.5), 5: 2023/03/29-31 (Mw5.9), 6: 2023/04/01-04 (Mw5.6), 7: 2023/04/05-07 (Mw5.3), 8: 2023/04/21PM-24AM (Mw5.7), 9: 2023/06/12-14AM (Mw5.3)

[Bsw] 2023/07/18PM-20AM



(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

第55図 2023/07/18PM-20AMの歪変化(第53図[Bsw])を説明する断層モデル.

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべ り量を選んだときの、対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.

(b1)(a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/05/28-30 (Mw5.8), 2: 2022/12/30PM-31AM (Mw5.3), 3: 2023/03/07PM-09AM (Mw5.4), 4: 2023/03/26-28 (Mw5.5), 5: 2023/03/29-31 (Mw5.9), 6: 2023/04/01-04 (Mw5.6), 7: 2023/04/05-07 (Mw5.3), 8: 2023/04/21PM-24AM (Mw5.7), 9: 2023/06/12-14AM (Mw5.3), A: 2023/07/16-18AM (Mw5.6)

[Csw] 2023/07/20PM-22AM



(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

第56図 2023/07/20PM-22AMの歪変化(第53図[Csw])を説明する断層モデル.

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべ り量を選んだときの、対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.

(b1)(a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/05/28-30 (Mw5.8), 2: 2022/12/30PM-31AM (Mw5.3), 3: 2023/03/07PM-09AM (Mw5.4), 4: 2023/03/26-28 (Mw5.5), 5: 2023/03/29-31 (Mw5.9), 6: 2023/04/01-04 (Mw5.6), 7: 2023/04/05-07 (Mw5.3), 8: 2023/04/21PM-24AM (Mw5.7), 9: 2023/06/12-14AM (Mw5.3), A: 2023/07/16-18AM (Mw5.6), Bsw: 2023/07/18PM-20AM (Mw5.9)

[Bne] 2023/07/19-22AM



(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

第57図 2023/07/19-22AMの歪・傾斜・地下水変化(第53図[Bne])を説明する断層モデル. (a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべ

り量を選んだときの、対応する残差の総和の分布.赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.

(b1) (a)の断層面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短期的SSEの推定断層面.

1: 2022/05/28-30 (Mw5.8), 2: 2022/12/30PM-31AM (Mw5.3), 3: 2023/03/07PM-09AM (Mw5.4), 4: 2023/03/26-28 (Mw5.5), 5: 2023/03/29-31 (Mw5.9), 6: 2023/04/01-04 (Mw5.6), 7: 2023/04/05-07 (Mw5.3), 8: 2023/04/21PM-24AM (Mw5.7), 9: 2023/06/12-14AM (Mw5.3), A: 2023/07/16-18AM (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(地下水圧から換算)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(2023年5月~2023年7月)

產業技術総合研究所

2023年5月~2023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12点(観測井は14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。

第2~5図には、2023年2月~2023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日以降のデータは水位計の異常のためと思われる(第2図)。yst3の地下水位の2021年6月2日以降の故障は水位計本体の故障である(第2図)。tkzの歪の2023年7月3日以降の 故障は歪計地上装置の故障と思われる(第3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)。gojの地下水位の2020年6月4日以降の故障は水位計本体の故障であ る(第4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・矢部優)



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。



Fig.2





Fig.4

産業技術総合研究所資料


岐阜県東部・長野県西部における地殻活動観測結果 (2023 年 5 月~2023 年 7 月)

Observation of Tectonic Activities in Eastern Gifu and Western Nagano Regions (May, 2023~July, 2023)

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岐阜県東部の宮川及び長野県西部の王滝において地殻活動総合観測設備を設置している(第1図). 宮川では深度約 300m の孔井を掘削し,深度 256.78~267.66m の滞水層の 地下水位の計測を行なっており,王滝では深度約 815m の孔井を掘削し,深度 645.24~663.35m の 滞水層の地下水位の計測を行なっている.

2. 観測結果概要

宮川・王滝の水位(第2図、第3図) :

潮汐変化を書く. 宮川では降雨の影響が大きい. 2023 年 5 月 5 日石川県能登地方の地震 Mw6.2 及び 5 月 26 日千葉県東方沖の地震 Mw6.2 では地下水位の変化は見られない.



第1図 岐阜県東部の宮川及び長野県西部の王滝の観測点位置Fig.1 Location map of the observation boreholes at Miyagawa and Outaki.



神奈川県西部地域の地下水位観測(2023年5月~2023年7月)

神奈川県温泉地学研究所·產業技術総合研究所

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。2023年5月~2023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)では、2023年5月~2023年7月に深さ30km以浅 でM4以上の地震はない。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がある地震は第2 表に示した2個である。同期間では、5月5日の能登半島沖の地震(M6.5, 第3表)、5月11日の千葉県南 部の地震(M5.2, 第2表)と、5月26日の千葉県東方沖の地震(M6.2, 第2表)の際に、大井観測点にお いてそれぞれ6cm程度、2cm程度、1cm程度のコサイスミックと見られる水位の上昇が観測された。



参考論文

(板寺一洋·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.

第1表 観測点の情報

組 測占	標高	井戸深さ	スクリーン	センサー
电几次1 示	(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

●1:大井,●2:小田原,●3:南足柄,●4:湯本,

●5:真鶴,●6:二宮.

第2表	観測点に震度2以上の揺れを与えたと推定される地震

加上に書店のローを伝えるときしましょうから

No.	地震発生日時	震央地名	М	深さ	観測点最 大震度
1	2023/5/11 4:16	千葉県南部	5.2	40 km	2
2	2023/5/26 19:03	千葉県東方沖	6.2	50 km	3

第3表 第2表の地震以外で大井観測点にコサイスミックとみられる水位上昇をもたらした地震

No.	地震発生日時	震央地名	М	深さ	観測点最 大震度
1	2023/5/5 14:42	能登半島沖	6.5	12 km	_



神奈川県温泉地学研究所·産業技術総合研究所 資料



資料

鳥取県における温泉水・地下水変化(2023年2月~2023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3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(https://onsen-network.tank.jp/)。2020年秋 から新しいURLへ変更した。

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)。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図)

結果(原則として1時間値)を第2図に示す。気圧や気温の記録は、鳥取の気象台の測定値を用いている。鳥取温泉の水位は測定範囲の下限値を超えていたため、2022年2月1日に水位計の位置を2m下げたが、2022年5月以降測定範囲の上限まで度々上昇している。

2022年11月~2023年4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, なかった。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, なかった。

(野口竜也・香川敬生・西田良平・北川有一)



