第231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】

表紙
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] 地下水・沈下;長期
4-c. 東海地域南部 [掛川] 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,大室山北,冷川南] 地下水;中期
8. 伊豆半島東部 [松原174,大室山北,冷川南] 地下水;長期
9. 関東地域[つくば1] 地下水;中期
10. 関東地域 [つくば1] 地下水;長期
11-a.榛原・浜岡の降雨グラフ;中期
11-b.榛原・浜岡の降雨グラフ;長期















東海地域西部(豊橋多米 歪)中期 (時間値) (2021/02/01 00:00 - 2021/05/01 00:00 (JST))



東海地域西部 中期

産業技術総合研究所 資料-5b





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日と2020年9月18日に交換した.
松原174の水位は2020年7月5日~8月21日頃まで 断続的に管頭から水があふれた.





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日と2020年9月18日に交換した. 松原174の水位は2020年7月5日~8月21日頃まで 断続的に管頭から水があふれた.







関東地域 長期



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(2021年2月~2021年4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(2021年2月~2021年4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.

第2~36図には、2021年2月~2021年4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.

2021年02月14日から28日にかけて,愛知県・長野県・静岡県において深部低周波地震活動が観測された (第37図).第38,39,40図は愛知県・長野県・静岡県の産総研・気象庁・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,2021年02月05日から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41,42図は第38,39,40図 [A]-[B]の変化を説明する短期的SSEの推定結果(順に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、2020年09月04日(Mw 5.6;第41,42図の灰色矩形1)、2020年08月05日から07日(Mw 5.6;同2)、2020年06月30日から08日午前(Mw 6.1,5.9;同3,4)、2020年01月12日から14日午前(Mw 5.3,5.3;同5,6)である.

2021年02月23日から26日にかけて、和歌山県・奈良県において深部低周波地震活動が観測された(第43 図).第44図は和歌山県・三重県の産総研の観測点における歪・地下水の観測結果である.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、2021年02月12日から18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45図は第44図 [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,2020年10月13日午後から16日午前(Mw 5.7,5.6;第45図の灰色矩形1,2),2020 年10月03日午後から04日(Mw 5.2;同3),2020年08月23日から26日(Mw 5.8;同4),2020年05月04日から05日 午前(Mw 5.4;同5)である.

2021年03月16日から17日にかけて、和歌山県において深部低周波地震活動が観測された(第46図).第47 図は和歌山県・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、2021年03月06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.

第48図は第47図 [A]の変化を説明する短期的SSEの推定結果(Mw 5.4)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,2021年02月23日午後から26日午前(Mw 5.8;第48図の灰色矩形1),2020年10月 13日午後から16日午前(Mw 5.7,5.6;同2,3),2020年10月03日午後から04日(Mw 5.2;同4),2020年08月23日 から26日(Mw 5.8;同5),2020年05月04日から05日午前(Mw 5.4;同6)である.

2021年03月23日から28日にかけて、愛媛県において深部低周波地震活動が観測された(第49図). 第50図 は愛媛県・大分県の産総研・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, 2021年03月12日から18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51図は第50図 [A]の変化を説明する短期的SSEの推定結果(Mw 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, 2021年01月11日から28日午前(Mw 5.8, 5.7, 5.8, 5.6;第51図の灰色矩形1, 2, 3, 4) である.

2021年04月09日から11日にかけて、愛媛県・高知県において深部低周波地震活動が観測された(第52図). 第53図は愛媛県・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、2021年03月29日から04月05 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図は第53図 [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,2020年12月15日午後から18日午前(Mw 5.6;第54図の灰色矩形1),2020年07月 27日午後から08月03日(Mw 5.8, 5.7, 5.6;同2, 3, 4)である.

2021年04月27日から05月05日にかけて、三重県・奈良県・和歌山県において深部低周波地震活動が観測された(第55図). 第56図は三重県・奈良県・和歌山県の産総研・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、2021年04月10日から16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57図は第56図 [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,2021年03月16日午後から17日午前(Mw 5.4;第57図の灰色矩形1),2021年02月 23日午後から26日午前(Mw5.8; 同2),2021年01月13日午後から16日午前(Mw5.7,5.6; 同3,4)である.

2021年04月30日から05月05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(第58図).第 59,60図は三重県・愛知県・静岡県・長野県の産総研・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,2021年04月10日から16 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61図は第59,60図 [A]の変化を説明する短期的SSEの推定結果(Mw 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、2021年02月18日午後から28日午前(Mw 5.7,5.6;第61図の灰色矩形1,2)、2020年09月04日(Mw 5.6;同3)、2020年06月30日午後から07月08日午前(Mw 6.1,5.9;同4,5)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: tiltは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、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









第37図 東海地方における深部低周波地震の時空間分布図。 (2021/02/05 00:00 - 2021/03/01 00:00 (JST)) 気象庁カタログによる。

(観測点) NSZ: 西尾善明, TYS: 豊田神殿



第38図 歪の時間変化(2021/02/05 00:00 - 2021/03/01 00:00 (JST))



第39図 歪の時間変化(2021/02/05 00:00 - 2021/03/01 00:00 (JST))



第40図 歪・傾斜の時間変化(2021/02/05 00:00 - 2021/03/01 00:00 (JST))

[A]2021/02/18PM-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41図 2021/02/18PM - 21AM の歪・傾斜変化(第38-40図[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: 2020/09/04 (Mw5.6), 2: 2020/08/05-07 (Mw5.6), 3: 2020/06/30PM-07/03 (Mw6.1)

4: 2020/07/06-08AM (Mw5.9), 5: 2020/01/12 (Mw5.3), 6: 2020/01/13-14AM (Mw5.3)

(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] 2021/02/23PM-28AM

(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 2021/02/23PM-28AMの歪・傾斜変化(第38-40図[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: 2020/09/04 (Mw5.6), 2: 2020/08/05-07 (Mw5.6), 3: 2020/06/30PM-07/03 (Mw6.1)

4: 2020/07/06-08AM (Mw5.9), 5: 2020/01/12 (Mw5.3), 6: 2020/01/13-14AM (Mw5.3), A: 2021/02/18PM-21AM (Mw 5.7) (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。



第43図 紀伊半島における深部低周波地震の時空間分布図。 (2021/02/12 00:00 - 2021/03/01 00:00 (JST)) 気象庁カタログによる。

(観測点) KST: 串本津荷, HGM: 田宮本宮, ICU: 熊野磯崎, MYM: 紀北海山



第44図 歪・地下水の時間変化(2021/02/12 00:00 - 2021/03/01 00:00 (JST))

[A]2021/02/23PM-26AM

(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 2021/02/23PM - 26AM 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: 2020/10/13PM-15AM (Mw5.7), 2: 2020/10/15PM-16AM (Mw5.6), 3: 2020/10/03PM-04 (Mw5.2)

4: 2020/08/23-26 (Mw5.8), 5: 2020/05/04-05AM (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。

(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。



第46図 紀伊半島における深部低周波地震の時空間分布図。 (2021/03/06 00:00 - 2021/03/25 00:00 (JST)) 気象庁カタログによる。

(観測点) HGM: 田辺本宮, KST: 串本津荷, ICU: 熊野磯崎, MYM: 紀北海山



第47図 歪・傾斜の時間変化(2021/03/06 00:00 - 2021/03/25 00:00 (JST))

[A]2021/03/16PM-17AM

(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 2021/03/16PM - 17AM 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: 2021/02/23PM-26AM (Mw5.8), 2: 2020/10/13PM-15AM (Mw5.7), 3: 2020/10/15PM-16AM (Mw5.6),

4: 2020/10/03PM-04 (Mw5.2), 5: 2020/08/23-26 (Mw5.8), 6: 2020/05/04-05AM (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。



第49図 四国における深部低周波地震の時空間分布図。 (2021/03/12 00:00 - 2021/03/30 00:00 (JST)) 気象庁カタログによる。

(観測点) UWA: 西予宇和, MAT: 松山南江戸, TSS: 土佐清水松尾



第50図 歪・傾斜の時間変化(2021/03/12 00:00 - 2021/03/30 00:00 (JST))



第51図 2021/03/23 - 24 の歪・傾斜変化(第50図[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: 2021/01/11-18 (Mw5.8), 2: 2021/01/19-21AM (Mw5.7), 3: 2021/01/21PM-23 (Mw5.8),

4: 2021/01/24-28AM (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。




(観測点) UWA: 西予宇和, TSS: 土佐清水松尾, MAT: 松山南江戸 NHK: 新居浜黒島, SSK: 須崎大谷, KOC: 高知五台山



第53図 歪・傾斜の時間変化(2021/03/29 00:00 - 2021/04/16 00:00 (JST))

[A]2021/04/09-11AM

(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 2021/04/09 - 11AM 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: 2020/12/15PM-18AM (Mw5.6), 2: 2020/07/27PM-29AM (Mw5.8), 3: 2020/07/29PM-31AM (Mw5.7),

4: 2020/07/31PM-08/03 (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55図 紀伊半島における深部低周波地震の時空間分布図。 (2021/04/10 00:00 - 2021/05/06 00:00 (JST)) 気象庁カタログによる。

(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



[A]2021/04/29PM-05/02

(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 2021/04/29PM - 05/02 の歪・傾斜変化(第56図[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: 2021/03/16PM-17AM (Mw5.4), 2: 2021/02/23PM-26AM (Mw5.8), 3: 2021/01/13PM-15AM (Mw5.7),

4: 2021/01/15PM-16AM (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58図 東海地方における深部低周波地震の時空間分布図。 (2021/04/10 00:00 - 2021/05/06 00:00 (JST)) 気象庁カタログによる。

(観測点) ANO: 津安濃, ITA: 松阪飯高, NSZ: 西尾善明, TYS: 豊田神殿



第59図 歪の時間変化(2021/04/10 00:00 - 2021/05/06 00:00 (JST))



第60図 歪の時間変化(2021/04/10 00:00 - 2021/05/06 00:00 (JST))

[A]2021/04/30PM-05/04

(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61図 2021/04/30PM - 05/04 の歪・傾斜変化(第59, 60図 [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: 2021/02/18PM-21AM (Mw5.7), 2: 2021/02/23PM-28AM (Mw5.6), 3: 2020/09/04 (Mw5.6),

4: 2020/06/30PM-07/03 (Mw6.1), 5: 2020/07/06-08AM (Mw 5.9)

(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。

(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。

近畿地域の地下水位・歪観測結果(2021年2月~2021年4月)

產業技術総合研究所

2021年2月~2021年4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、2021年2月1日23時30分頃に発生し た徳島県北部の地震(M4.0, 深さ7km)、2021年2月15日13時28分頃に発生した和歌山県北部の地震 (M4.0, 深さ4km)、2021年3月15日00時25分頃に発生した和歌山県北部の地震(M4.6, 深さ4km)であ る。

2020年2月の回の資料から、ikdを外した(2019年9月で観測終了)。その結果、この資料で報告する観 測点の数は1点減り、観測井の数は1本減った。

第2~5図には、2020年11月~2021年4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2020年2月16日から2021年3月23日までの故障は水位計本体の故障である(第2図)。tkzの歪の 2021年1月8日から2月20日までの故障は歪計の故障である(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)。ohrの地下水位・歪の2021年2月26日から3月4日までの欠測はデータ収録 装置の設定ミスのため(第5図)。hnoの地下水位・歪の2020年12月30日から2021年1月3日まで及び2021 年1月26日から3月22日までの故障は通信用の外部アンテナの接続ケーブル断線に伴うデータ収録装置の 動作異常のため(第5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。



産業技術総合研究所資料





Fig.4

産業技術総合研究所資料



Fig.5

産業技術総合研究所資料

岐阜県東部の活断層周辺における地殻活動観測結果 (2021 年 2 月〜2021 年 4 月)

Observation of Tectonic Activities around the Active Faults in Eastern Gifu Region (February, 2021~April, 2021)

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. 2021年2月13日福島県沖の地震 Mw7.1,3月5日ケルマディック諸島の地震 Mw8.1及び3月20日宮城県沖の地震 Mw7.0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.



神奈川県西部地域の地下水位観測(2021年2月~2021年4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。2021年2月~2021年4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, 2021年2月~2021年4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3個である。同期間では、2月13日に福島県沖で発生したM7.3の地震の際に、大井観測点で 13cm程度の水位上昇が観測された。

35.5 35.5 35.5 35.0 35.0 35.0 第1図 地下水観測点の分布 (●)^{10km}

●1:大井,●2:小田原,●3:南足柄,●4:湯本,

●5:真鶴,●6:二宮.

(板寺一洋・原田昌武・松本則夫)

参考論文 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
武 次] 示	(m)	(m)	深さ (m)	<u>深度(m)</u>
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

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

No.	地震発生日時	震央地名	М	深さ	観測点最大 震度
1	2021/2/13 23:07	福島県沖	7.3	55 km	4
2	2021/3/20 18:09	宮城県沖	6.9	59 km	3
3	2021/3/28 9:26	八丈島東方沖	5.6	55 km	2



神奈川県温泉地学研究所・産業技術総合研究所 資料



神奈川県温泉地学研究所・産業技術総合研究所 資料

鳥取県・岡山県・島根県における温泉水・地下水変化(2020年11月~2021年4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。なお、鷺の湯温泉の 水温は2020年10月6日以降、計器交換のため分解能:1/10℃での測定となっている。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,三朝温泉25m,奥津温泉130m等)。なお、鷺の湯温泉では2020年10月6日以降 は、9.8mの位置に設置している。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。

吉岡温泉(第1図の7)の観測を2021年4月28日に終了した。

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。吉岡温泉の水温はこれまで30~40℃の範囲で変化していたが、2019年11月から温泉 の汲み上げが停止する不具合が発生したため、水温は大きく低下していた。その後も、温泉の汲み上 げ状況に大きく影響されていると思われる。2020年4月中旬以降、岩井温泉の水位は測定範囲の上限 (2.0m)まで度々上昇している。2021年3月9日の鷺の湯温泉の水位のパルス状の変化は原因不明であ る。

2020年11月~2021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, 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, 無かった。

2021年2月13日に福島県沖で発生した地震(M7.3)後,岩井温泉の水温の上昇,湯谷温泉の水温の 上昇,奥津温泉の水温の上昇,鷺の湯温泉の水位の上昇が観測された。

(野口竜也・香川敬生・西田良平・北川有一)



第1図

鳥取気象台(□)と松江気象台(△) および温泉水・地下水観測点(●)の 分布。

- 1:鳥取温泉, 2:岩井温泉, 3:三朝温泉, 4:奥津温泉,
- 5: 鷺の湯温泉, 6: 湯谷温泉,

7:吉岡温泉





