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

別紙
・榛原・浜岡の降雨グラフ
・豊橋多米の地殻歪の長期変化

東海地域中部（榛原・草薙）中期　（時間値）
(2015/02/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

榛原　気圧　[hPa]　　榛原　降水量　[mm]

1030　970　60　0

榛原　水位　[m]　　榛原　水位　(MR-AR)

[m]　1　@　ｽﾄﾚｰﾅ GL-71～154m

静岡栗原2(草薙2)　水位[m]　　静岡栗原2(草薙2)　水位(MR-AR)

[m]　1　@　15.04.25.
ネパールの地震
(M7.9)
ｽﾄﾚｰﾅ GL-224～235m

静岡栗原3(草薙3)　水位[m]　　静岡栗原3(草薙3)　水位(BAYTAP)

[m]　5　ｽﾄﾚｰﾅ GL-9～20m

静岡栗原1(草薙1)　水位[m]　　静岡栗原1(草薙1)　水位(BAYTAP)

[m]　1　雨　ｽﾄﾚｰﾅ GL-309～320m

01　08　15　22　01　08　15　22　29　05　12　19　26

2015/02　2015/03　2015/04

コメント：*;雨量補正不十分. $;保守.
@;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.

東海地域中部（榛原・草薙）長期　（時間値）
(2013/05/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

榛原　気圧　[hPa]　　榛原　降水量　[mm]

1050　950　100　0

榛原　水位　[m]　　榛原　水位　(MR-AR)

[m]　[m]　2　2　@

14.11.22.
長野県
北部の
地震
(M6.7)

静岡栗原2(草薙2)　水位[m]　　静岡栗原2(草薙2)　水位(MR-AR)

[m]　[m]　5　5　@

13.07.01.
静岡県中部
の地震
(M3.9)

13.10.26.
福島県沖
の地震
(M7.1)

14.05.05.
伊豆大島
近海の地震
(M6.0)

14.07.12.
福島県沖
の地震
(M6.8)

14.09.16.
茨城県
南部の
地震?
(M5.6)

14.11.22.
長野県
北部の
地震
(M6.7)

15.04.25.
ネパール
の地震
(M7.9)

05 06 07 08 09 10 11 12 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01 02 03 04

2013　2014　2015

コメント：*;雨量補正不十分．?;原因不明．
@;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．

東海地域南部 地下水観測結果　中期　（時間値）
(2015/02/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

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．
2014年12月12日に御前崎のガス流量計の調整を行い，
測定上限が従来の約3倍(約30L/h)となった．
ただし分解能が10倍(0.06L/h)になった．
2015年3月13日に再調整を行い分解能を
元に戻し(0.006L/h)，
測定上限は約100L/hになった．

東海地域南部 地下水観測結果　長期　（時間値）
(2013/05/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：
*;雨量補正不十分. $;保守.
@;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.
2011年9月21日に大東・小笠の井戸口の管を延長した.
2014年6月前半からガス量が変化してそれが
水位にも出ているように見える.
2014年12月12日と2015年3月13日にガス流量計の
調整を行いガス量の影響による見かけの
水位変化が出にくくなった.

浜岡沈下・水位　（時間値）
(2013/05/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守.
@;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.

東海地域南部　長期

産業技術総合研究所資料　資料-4b

掛川沈下・水位　（時間値）
(2013/05/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守.
?;原因不明.

東海地域南部　長期

産業技術総合研究所資料　資料-4c

東海地域西部（豊橋・豊橋多米）中期　（時間値）
(2015/02/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守. ?;原因不明.
ETSは東海地方周辺で深部低周波微動と
短期的ゆっくりすべりが起きている期間.

東海地域西部（豊橋多米　歪）中期　（時間値）
(2015/02/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守. ?;原因不明.
ETSは東海地方周辺で深部低周波微動と
短期的ゆっくりすべりが起きている期間.

東海地域西部（豊橋・豊橋多米）長期　（時間値）
(2013/05/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守. ?;原因不明.

東海地域西部（豊橋多米　歪）長期　（時間値）
(2013/05/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守. ?;原因不明.

伊豆半島東部 地下水位　中期　（時間値）
(2015/02/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守．?;原因不明．
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日に新たに水位計を設置して平行観測している．2015年3月5日に旧水位計を新しい水晶式水位計に更新した．

伊豆半島東部 地下水位　長期　（時間値）
(2013/05/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守．?;原因不明．
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日に新たに水位計を
設置して平行観測している．2015年3月5日に
旧水位計を新しい水晶式水位計に更新した．
観測データが蓄積した時点で
新水晶式水位計のデータを表示する．

関東地域 地下水観測結果　中期　（時間値）
(2015/02/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守.
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.

関東地域 地下水観測結果　長期　（時間値）
(2013/05/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

コメント：$;保守.
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.
2012年7月頃から不調だった孔4水位計は
2013年3月13日に交換した.
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.

榛原・浜岡観測井 直近3ヶ月の積算降雨量トレンド除去グラフ [mm]
(2015/02/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

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.

榛原・浜岡観測井　降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ [mm]
(2009/01/01 00:00 - 2015/05/01 00:00 (JST))

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．

豊橋多米の地殻歪の長期変化（日値）

（2009/09/01 00:00 - 2015/05/01 00:00）

近畿地域の地下水位・歪観測結果（2015年2月～2015年4月）

産業技術総合研究所

2015年2月～2015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、なかった。

第2～5図には、2014年11月～2015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，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。hksではケーシングを二重にして，外管で浅い方の地下水位（hks-o）を，内管で深い方の地下水位（hks-i）をそれぞれ測定していたが，今はhks-iのみ測定を行なっている。

前回から、歪グラフに記載しているdepth（深度）の数値を、より正確な深度（歪センサーの中心深度）へ更新した。

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）。tnnの2014年12月中旬以降の水位の欠測は測定範囲を超えたためであり、2015年2月10日に水位計を交換して測定を再開した（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・小泉尚嗣・高橋誠・佐藤努・松本則夫・板場智史・落唯史・桑原保人・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。

ATMOSPHERIC PRESSURE(yst)
RAINFALL(yst)
hPa
mm/h
1020
960
60
0
GROUNDWATER LEVEL
yst1
[m]
original
corrected
3
yst2
2
yst3
STRAIN
depth=286m
[x10-9]
保守
N355
N115
N235
2000
GROUNDWATER LEVEL
ysk
4
11
12
01
02
03
04
2014
2015

Fig.2

ATMOSPHERIC PRESSURE(tkz)
RAINFALL(tkz)
hPa
mm/h
1030
970
60
0
GROUNDWATER LEVEL
tkz
[m]
original
corrected
3
STRAIN
depth=295m
tkz
[xE-9]
N278
N38
N158
5000
GROUNDWATER LEVEL
hrb
8
sed
ikd
2
11
12
01
02
03
04
2014
2015

Fig.3

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

紀伊半島～四国の地下水・歪観測結果(2015年2月～2015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(2015年2月～2015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20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2～38図には，2014年11月～2015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．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．第39～44図には，産総研で決定した，エンベロープ相関法による深部低周波微動の震源の時空間分布および個数を示す．微動の地域分けについては，第39図(RT0～3)，第41図(RK0～4)，第43図(RS0～6)に示している．

東海全体(RT0～3)で微動の発生回数が50個/日以上の日を含む期間(その期間については，回数が20個/日以上で活動開始，20個/日未満で活動終了と判断する)については，第2～8図および第39～40図に灰色網掛けにてその期間を主な活動地域(RT0～3)と共に表示した．紀伊半島全体(RK0～4)で微動の発生回数が50個/日以上の日を含む期間(その期間については，回数が20個/日以上で活動開始，20個/日未満で活動終了と判断する)については，第8～21図および第41～42図に灰色網掛けにてその期間を主な活動地域(RK0～4)と共に表示した．四国東部(RS4～6)の合計で微動の発生回数が25個/日以上の日を含む期間(その期間については，回数が10個/日以上で活動開始，10個/日未満で活動終了と判断する)については，第22～30図，第37～38図および第43～44図に灰色網掛けにてその期間を主な活動地域(RS4～6)と共に表示した．四国西部(RS0～3)の合計で微動の発生回数が100個/日以上の日を含む期間(その期間については，回数が20個/日以上で活動開始，20個/日未満で活動終了と判断する)については，第27～38図および第43～44図に灰色網掛けにてその期間を主な活動地域(RS0～3)と共に表示した．

歪・傾斜の変化から短期的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．

2015年3月14日午後から3月16日頃にかけて，和歌山県中部で深部低周波微動活動が観測された(第45図)．第46図は同時期の微動活動周辺の産総研の観測点における多成分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，さらに2015年3月1日から3月14日までのデータを用いて1次トレンドを除去したものである．

第46図の網掛け部分に示した変化をすべて使用し，短期的SSEの断層面を推定した結果を第47図に示す．モーメントマグニチュードはMw 5.3と推定された．

今回の活動域付近における最近の短期的SSEには，同領域で2014年11月2日頃から4日頃にかけて発生したイベント (Mw 5.4; 第47図の灰色矩形1)，隣接する領域で2015年1月7日頃から10日頃にかけて発生したイベント (Mw 5.8; 第47図の灰色矩形2) がある．

2015年3月24日午後から3月27日頃にかけて，四国西部から豊後水道の領域で深部低周波微動活動が観測された(第48図)．第49図は同時期の微動活動周辺の産総研・防災科研の観測点における多成分歪・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，さらに2015年3月11日から3月23日までのデータを用いて1次トレンドを除去したものである．

第49図に示した観測値の変化の状況から期間を[A]2015年3月24日午後～3月26日午前と3月26日午後～3月27日に分け，網掛け部分に示した変化をすべて使用して短期的SSEの断層面を推定した結果を第50図，第51図に示す．モーメントマグニチュードは順にMw 5.8, 5.3と推定された．

今回の活動域付近における最近の短期的SSEには，2014年10月17日頃から10月25日頃にかけて発生したイベント(発生順にMw 5.8, 5.4, 5.5; 第50図，第51図の灰色矩形1A-1C)，2014年12月26日頃から2015年1月12日頃にかけて発生したイベント(発生順にMw 6.1, 5.8, 5.9; 第50図，第51図の灰色矩形2A-2C)

がある.

2015年4月4日午後から4月8日日頃と4月14日午後から4月18日頃にかけて，それぞれ愛知県西部と愛知県中～東部において深部低周波微動活動が観測された(第52図). 第53図は同時期の微動活動周辺の産総研・気象庁・防災科研の観測点における多成分歪・体積歪・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，さらに2015年3月21日から4月4日正午までのデータを用いて1次トレンドを除去したものである.

第53図に示した変化の状況と微動活動の推移から，期間を[A]2015年4月4日午後～4月8日，[B1]4月14日午後～4月15日，[B2]4月16日～4月17日および[B3]4月18日に分け，網掛け部分に示した変化をすべて使用して短期的SSEの断層面を推定した結果を第54図～第57図に示す. モーメントマグニチュードは順にMw 5.8, 5.7, 5.7, 5.3と推定された.

今回の活動域付近における最近の短期的SSEには，愛知県東部で2014年7月27日頃から8月1日頃に発生したイベント（Mw 5.7; 第54図～第57図の灰色矩形1)，愛知県西～中部の領域で2015年1月12日頃から18日頃に発生したイベント（発生順にMw 5.6, 5.2; 第54図～第57図の灰色矩形2A, 2B）がある.

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. 微動活動も参考にして，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.

深部低周波微動の検出・震源決定には，エンベロープ相関法を用いている.

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. 微動の解析には，防災科研Hi-net，気象庁，東京大学，京都大学，名古屋大学，高知大学，九州大学の地震波形記録を使用しました. 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.

(落唯史・北川有一・小泉尚嗣・板場智史・武田直人・松本則夫)

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.

Itaba, S., and R. Ando, A slow slip event triggered by teleseismic surface waves, *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L21306, doi:10.1029/2011GL049593, 2011.

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 45 図：2015/3/8 00:00 - 3/20 00:00 の紀伊半島周辺における深部低周波微動の時空間分布図。
エンベロープ相関法により決定。
（観測点名）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

第 46 図：紀伊半島における歪観測結果
(2015/03/01 00:00 - 2015/03/20 00:00 (JST))

2015/3/14PM-16

(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

(b1) 推定された断層モデル

(b2) 主歪の比較

第 47 図：2015/3/14PM-16 の多成分歪計の変化（第 46 図**網掛**）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 20x20 km（大きさ固定）の矩形断層面に対して，おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。

(b1) (a) の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面（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: 2014/11/2-4 (Mw 5.4), 2: 2015/1/7-10 (Mw 5.8)

(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。

第 48 図：2015/3/16 00:00 - 3/30 00:00 の四国西部における深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。

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

第 49 図：四国における歪・傾斜観測結果
(2015/03/11 00:00 - 2015/04/01 00:00 (JST))

[A] 2015/3/24PM-26AM
[B] 2015/3/26PM-27

[A] 2015/3/24PM-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

(b1) 推定された断層モデル

(b2) 主歪の比較

第 50 図：2015/3/24PM-26AM の多成分歪計・傾斜計の変化（第 49 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 20x20 km（大きさ固定）の矩形断層面に対して，おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。

(b1) (a) の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面（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。

1A: 2014/10/17-20 (Mw 5.8), 1B: 2014/10/21-22 (Mw 5.4), 1C: 2014/10/23-25 (Mw 5.5),
2A: 2014/12/26-31 (Mw 6.1), 2B: 2014/12/31-2015/1/3 (Mw 5.8), 2C: 2015/1/10-12 (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。

[B] 2015/3/26PM-3/27

(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

(b1) 推定された断層モデル

(b2) 主歪の比較

第 51 図：2015/3/26PM-27 の多成分歪計・傾斜計の変化（第 49 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 20x20 km（大きさ固定）の矩形断層面に対して，おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。

(b1) (a) の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面（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。

1A: 2014/10/17-20 (Mw 5.8), 1B: 2014/10/21-22 (Mw 5.4), 1C: 2014/10/23-25 (Mw 5.5),
2A: 2014/12/26-31 (Mw 6.1), 2B: 2014/12/31-2015/1/3 (Mw 5.8), 2C: 2015/1/10-12 (Mw 5.9), **3A: 2015/3/24PM-26AM**

(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 52 図：2015/4/2 0:00 - 4/22 0:00 の東海地方における深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。

（観測点名）ANO: 津安濃，**TYS:** 豊田神殿，**NSZ:** 西尾善明

第 53 図：東海地方における歪・地下水・傾斜観測結果
(2015/03/21 00:00 - 2015/04/22 00:00 (JST))

[A] 4/4PM-4/8
[B1] 4/14PM-4/15
[B2] 4/16-4/17
[B3] 4/18

[A] 2015/4/4PM-4/8

(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

(b1) 推定された断層モデル，傾斜の比較

(b2) 主歪の比較

(b3) 体積歪の比較

第 54 図：2015/4/4PM-4/8 の多成分歪計・傾斜計の変化（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 20x20 km（大きさ固定）の矩形断層面に対して，おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。

(b1) (a) の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。矢印は傾斜の観測値と計算値の比較。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: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2)

(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。

[B1] 2015/4/14PM-4/15

(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

(b1) 推定された断層モデル，傾斜の比較

(b2) 主歪の比較

(b3) 体積歪の比較

第 55 図：2015/4/14PM-4/15 の多成分歪計・傾斜計の変化（第 53 図 **[B1]**）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 20x20 km（大きさ固定）の矩形断層面に対して，おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。

(b1) (a) の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。矢印は傾斜の観測値と計算値の比較。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: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2),
3A: 2015/4/4-8 (Mw 5.8)

(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。

(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。

[B2] 2015/4/16-4/17

(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

(b1) 推定された断層モデル，傾斜の比較

(b2) 主歪の比較

(b3) 体積歪の比較

第 56 図：2015/4/16-4/17 の多成分歪計・傾斜計の変化（第 53 図 **[B2]**）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 20x20 km（大きさ固定）の矩形断層面に対して，おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。

(b1) (a) の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。矢印は傾斜の観測値と計算値の比較。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: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2),
3A: 2015/4/4-8 (Mw 5.8), 3B: 2015/4/14PM-15 (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。

(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。

[B3] 2015/4/18

(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

(b1) 推定された断層モデル，傾斜の比較

(b2) 主歪の比較

(b3) 体積歪の比較

第 57 図：2015/4/18 の多成分歪計・傾斜計の変化（第 53 図 **[B3]**）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 20x20 km（大きさ固定）の矩形断層面に対して，おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。

(b1) (a) の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。矢印は傾斜の観測値と計算値の比較。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: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2),
3A: 2015/4/4-8 (Mw 5.8), 3B: 2015/4/14PM-15 (Mw 5.7), 3C: 2015/4/16-17 (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。

(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。

神奈川県西部地域の地下水位観測（2015年2月～2015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箇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。2015年2月-2015年4月の期間に重点をおいた観測結果を報告する。

２．観測

第1図の６箇所の観測点では，地下水位の他，気圧･降水量も１分サンプリングで観測を行っている。得られたデータは，１日１回テレメータにて温泉地学研究所に送信される。

３．結果（第2～3図）

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,2015年2月～2015年4月に深さ30km以浅でM4以上の地震はない．同期間で,上記以外の地震で観測点周辺で震度2以上の揺れをもたらしたものは表2に示す1つである。4月25日のインド付近の地震（ネパールの地震）で，大井観測井戸（第1図の1）でコサイスミックな水位の上昇が観測された(第2図)（板寺一洋・原田昌武・小泉尚嗣）。

第１図　地下水観測点の分布（●）

●1：大井,●2：小田原,●3：南足柄,●4：湯本,
●5：真鶴,●6：二宮.

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.

表１　観測点の情報

観測点	標高 (m)	井戸深さ (m)	スクリーン深さ (m)	センサー深度 (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

No.	地震発生日時	地震名称	規模 (M)	深さ (km)	観測点震度
1	2015/2/17 8:06	三陸沖の地震	6.9	13	1-2

神奈川県西部地域の地下水位観測　中期(時間値)

2015/02/01 00:00-2015/04/30 23:00

コメント：特記事項なし

真鶴・二宮は潮汐の影響が大きいので日平均値を示している。他は一時間値(生データ)

神奈川県温泉地学研究所・産業技術総合研究所資料

神奈川県西部地域の地下水位観測　長期

2014/05/01 00:00-2015/04/30 23:00

コメント：特記事項なし

真鶴・二宮以外は毎正時の瞬時値を示している。

神奈川県温泉地学研究所・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
(2015 年 2 月～2015 年 4 月)

Observation of Tectonic Activities around the Active Faults in Eastern Gifu Region (February, 2015～April, 2015)

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・跡津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(1 Hz, 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と体積温度計の計測も行なっている. 跡津川は坑道内に深度約 50m の坑井を掘削し, 坑底に 3 成分ひずみ計を設置. 地下水位と体積温度計の計測も行っている.

2. 観測結果概要

宮川(第 2 図) :水位, 歪計は潮汐変化を書く. 降雨の影響が大きい. 2015 年 4 月 25 日ネパールの地震 Mw7.9 では, 歪計のステップ及び地下水位の変化は見られない.

跡津川(第 3 図):水位, 歪計は潮汐変化を書く. 降雨の影響が小さい. 2002 年 4 月初旬から数カ月周期の温度, 歪の不安定な変動が続いている. ネパールの地震 Mw7.9 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・跡津川における地殻活動総合観測点位置

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

第2図　宮川における歪観測結果(2年間)
Fig. 2　Results of strain meters at Miyagawa (for 2 years).

第3図　跡津川における歪観測結果(2年間).
Fig.3 Results of strain meters at Atotsugawa (for 2 years).

鳥取県・岡山県・島根県における温泉水・地下水変化（2014年11月～ 2015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，温泉水の時間変化を観測網を山陰地方（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，地震活動との関連を調べている。

2．観測

現在観測を行なっている地点は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いったん収録した後，観測センター（鳥取大学工学部）へ電話回線を利用して転送する。観測センターには，データの回収・記録・解析システムを設置し，温泉データを地震データ等と比較して関係を調べる。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年度からデータを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。吉岡温泉の水温は46～47℃と39～41℃を行き来する変化を以前から繰り返しているがその原因は不明である（第3図）。岩井温泉や鷺の湯温泉の水位は，降雨によって上昇することがある。温度計故障のため，2014年8月から鷺の湯温泉で，2015年2月8日から奥津温泉で水温が測定できていない。鷺ノ湯温泉では2015年3月25日以降，水位の測定もできていない。

2014年11月～2015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，2015年4月26日6時16分頃に発生した島根県西部の地震（M4.0，深さ17km）だけである（第1図）。観測点周辺に震度２以上の揺れをもたらした地震は，2015年2月6日の10時25分頃に発生した徳島県南部の地震（M5.1，深さ11km，観測点5:鷺の湯温泉周辺の震度は1-2）がある。これら地震前後に，観測点で特に異常な変化はない。また，2015年4月25日のネパールの地震（Mw7.8)で岩井温泉(図1の2)・湯谷温泉(図1の6)で地震後の水温上昇が認められた(第2,3図)。吉岡温泉の水温も変化しているように見えるが（第3図），4月27日からの変化なのでネパールの地震とは無関係と考えられる（野口竜也・香川敬生・西田良平・小泉尚嗣）。

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。★は，2015年4月26日の島根県西部の地震の震央.
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

鳥取大学工学部・産業技術総合研究所資料

第2図

鳥取大学工学部・産業技術総合研究所資料

第3図

鳥取大学工学部・産業技術総合研究所資料

第4図

鳥取大学工学部・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（2014年11月～ 2015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，温泉水の時間変化を観測網を山陰地方（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，地震活動との関連を調べている。

2．観測

現在観測を行なっている地点は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いったん収録した後，観測センター（鳥取大学工学部）へ電話回線を利用して転送する。観測センターには，データの回収・記録・解析システムを設置し，温泉データを地震データ等と比較して関係を調べる。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年度からデータを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。吉岡温泉の水温は46～47℃と39～41℃を行き来する変化を以前から繰り返しているがその原因は不明である（第3図）。岩井温泉や鷺の湯温泉の水位は，降雨によって上昇することがある。温度計故障のため，2014年8月から鷺の湯温泉で，2015年2月8日から奥津温泉で水温が測定できていない。鷺ノ湯温泉では2015年3月25日以降，水位の測定もできていない。

2014年11月～2015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，2015年4月26日6時16分頃に発生した島根県西部の地震（M4.0，深さ17km）だけである（第1図）。観測点周辺に震度２以上の揺れをもたらした地震は，2015年2月6日の10時25分頃に発生した徳島県南部の地震（M5.1，深さ11km，観測点5:鷺の湯温泉周辺の震度は1-2）がある。これら地震前後に，観測点で特に異常な変化はない。また，2015年4月25日のネパールの地震（Mw7.8)で岩井温泉(図1の2)・湯谷温泉(図1の6)で地震後の水温上昇が認められた(第2,3図)。吉岡温泉の水温も変化しているように見えるが（第3図），4月27日からの変化なのでネパールの地震とは無関係と考えられる（野口竜也・香川敬生・西田良平・小泉尚嗣）。

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。★は，2015年4月26日の島根県西部の地震の震央.
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

鳥取大学工学部・産業技術総合研究所資料

第2図

鳥取大学工学部・産業技術総合研究所資料

第3図

鳥取大学工学部・産業技術総合研究所資料

第4図

鳥取大学工学部・産業技術総合研究所資料