

神奈川県西部地域における 2024 (令和 6) 年の地殻変動観測結果

本多 亮・板寺一洋・栗原 亮 (神奈川県温泉地学研究所)

はじめに

温泉地学研究所 (以下当所) では神奈川県西部地震に対する調査研究の一環として、また箱根火山の火山活動をモニタリングするため、県西部地域に地震・地殻変動観測網を展開しています。地殻変動観測には、傾斜観測 (7 観測点)・GNSS 測量 (8 観測点、臨時観測 6 観測点)・光波測量 (1 観測網・8 基線)・地下水水位観測 (6 観測点) があり、当所とオンラインで結んだ連続観測を行っています (図 1)。ここでは、2024 (令和 6) 年に観測されたこれらの地殻変動観測結果について報告します。前年の観測結果については、本多ほか (2024) をご覧ください。また、地震活動については、栗原ほか (2024,2025) をご覧ください。

傾斜観測結果

傾斜観測点は箱根カルデラ内にある駒ヶ岳、小塚山、湖尻をはじめ、塔の峰、裾野、岩倉、寄と県西部地域の広範囲に設置しています (図 1 の□印)。各観測点では、深度約 100 m の観測井内に傾斜計を設置し、南北方向および東西方向の傾斜変化を観測しています。2008 年以

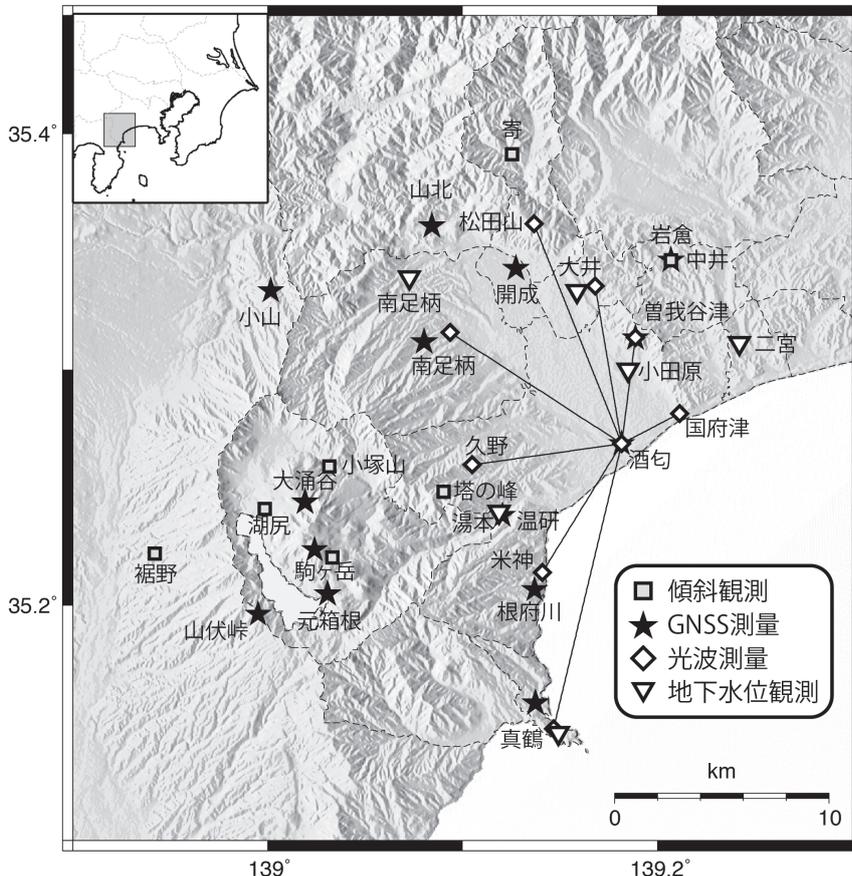


図 1 地殻変動観測点分布図

降、センサーとテレメータの更新を順次実施しており、2023 (令和 5) 年度までに岩倉観測点を除く観測点が更新済みとなっています。

図 2 に 2024 (令和 6) 年 1 月から 12 月における傾斜観測結果 (日

値) を示します。図には各観測点における傾斜の南北成分の変化、東西成分の変化を示すとともに、箱根町芦ノ湯 (気象庁によるアメダス観測所) における降水量 (時間値) も示してあります。傾斜の方向は、図中

表 1 2024 年にステップ補正をした観測点と実施日

| 日付 | 理由 | 岩倉 | 寄 | 駒ヶ岳 | 湖尻 | 小塚山 | 塔の峰 | 裾野 |
|-------|-----------|----|---|-----|----|-----|-----|----|
| 1月1日 | 能登半島地震 | ○ | | | | | | |
| 3月14日 | センサー更新作業 | | ○ | | | | | |
| 3月21日 | 遠地の地震 | | | | | | ○ | |
| 5月26日 | 遠地の地震 | | | | | | ○ | |
| 7月4日 | 遠地の地震 | | | | | | ○ | |
| 8月8日 | 遠地の地震 | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 8月9日 | 神奈川県西部の地震 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 9月1日 | 山梨県東部の地震 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

の下向きの変化が南北成分では地盤の南下がり、東西成分では地盤の西下がりを示します。

なお、遠地の地震による揺れや工事などによってステップ的な変動が記録されることがありますが、これらは実際の地殻変動ではないため除去しています。本稿で示した図は除去した後のものです。除去したス

テップのうち絶対値が1マイクロラジアン以上のものを表1に示しました。地震動による機械的なステップについては、本多(2019)をご覧ください。

GNSS 測量結果 (注)

GNSS 測量の観測点は神奈川県西部地震の想定震源域を取り囲むよう

に考慮し、1993(平成5)年から真鶴、箱根(2018(平成30)年1月に観測終了)、山北、中井において観測を開始しました(図1★)。以後、2008(平成20)、2015(平成27)、2016(平成28)年と少しずつ観測点を増やしてきました。観測機器の詳細は道家ほか(2023)を、GNSSによる観測方法の詳細に

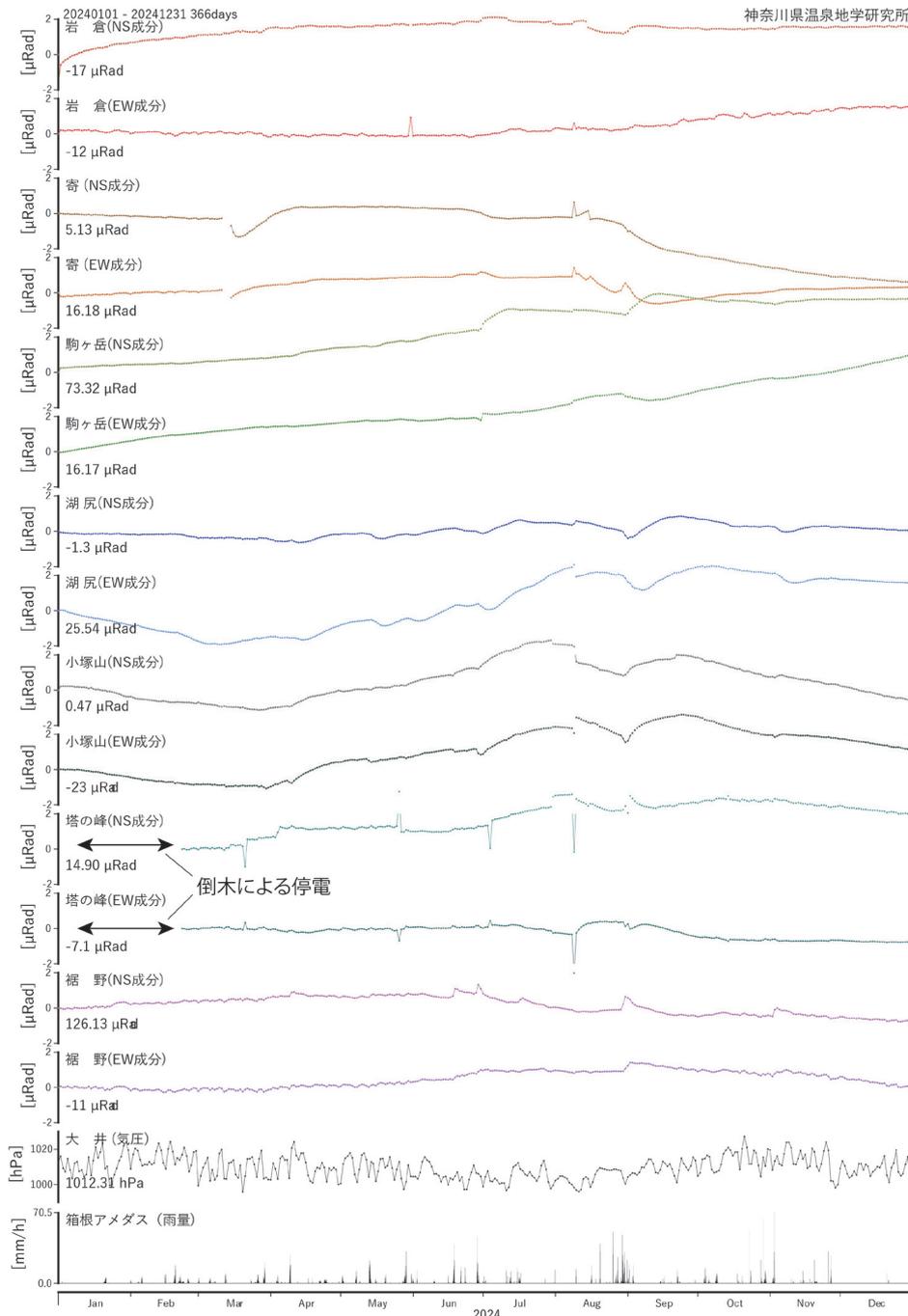


図2 2024(令和6)年の傾斜観測結果。図の下向きが南下がり・西下がりの変動を示す。

については、神奈川県温泉地学研究所 (1999) をご覧ください。また、データの解析手法については、道家ほか (2020) をご覧ください。

図 3 に 2024 (令和 6) 年 1 月から 12 月における GNSS 測量結果を示します。これらは、真鶴観測点および GEONET 裾野 2 観測点を基点とした各観測点間の基線長を 1 日

毎に解析し表示しています。昨年度の報告では東西に近い方向の基線長変化は山伏峠を基点として表示しましたが、山伏峠観測点が故障でデータが取れていないため、国土地理院 GEONET の裾野観測点を使用させていただきました。また、駒ヶ岳観測点も故障のためデータを表示していません。小山観測点は、3 月、

4 月下旬から 9 月にかけて停電や通信トラブル等により欠測しています。根府川観測点および大涌谷観測点については、通信機器の不具合により、11 月中旬から欠測しています。根府川観測点は、通信機器の不具合と日照不足によるソーラー発電の電力不足から、欠測がたびたび発生しています。温泉地学研究所観測

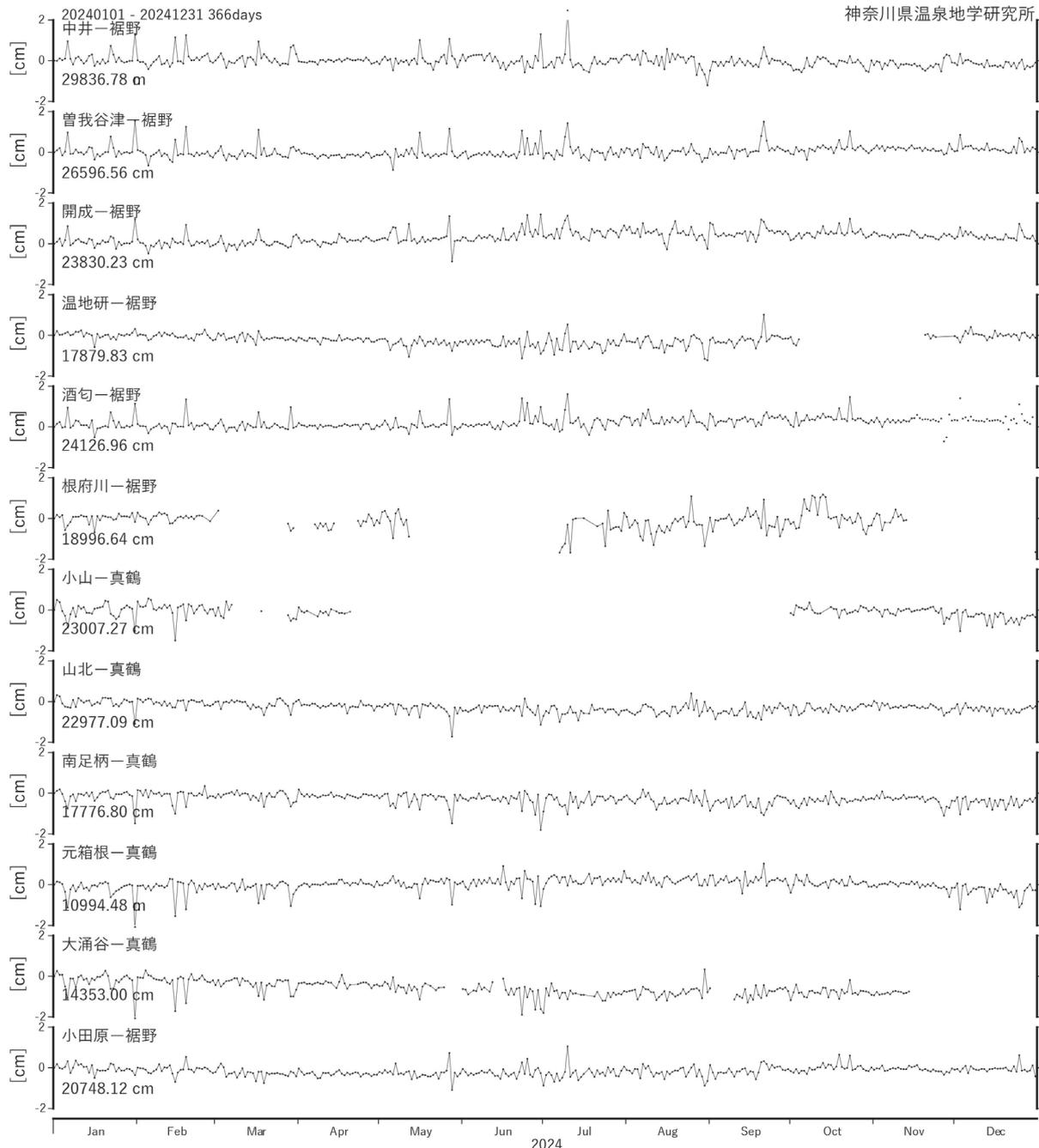


図 3 2024 (令和 6) 年の GNSS 測量結果 真鶴観測点および裾野 2 観測点を基点とした各観測点の基線長変化を示す。縦軸はデータの最初の日を基準にして、その相対変化量 (cm) で示している。また、数値は基準となる距離を示している。

Reference = 2024-01-01_2024-01-30

Observation = 2024-12-01_2024-12-30

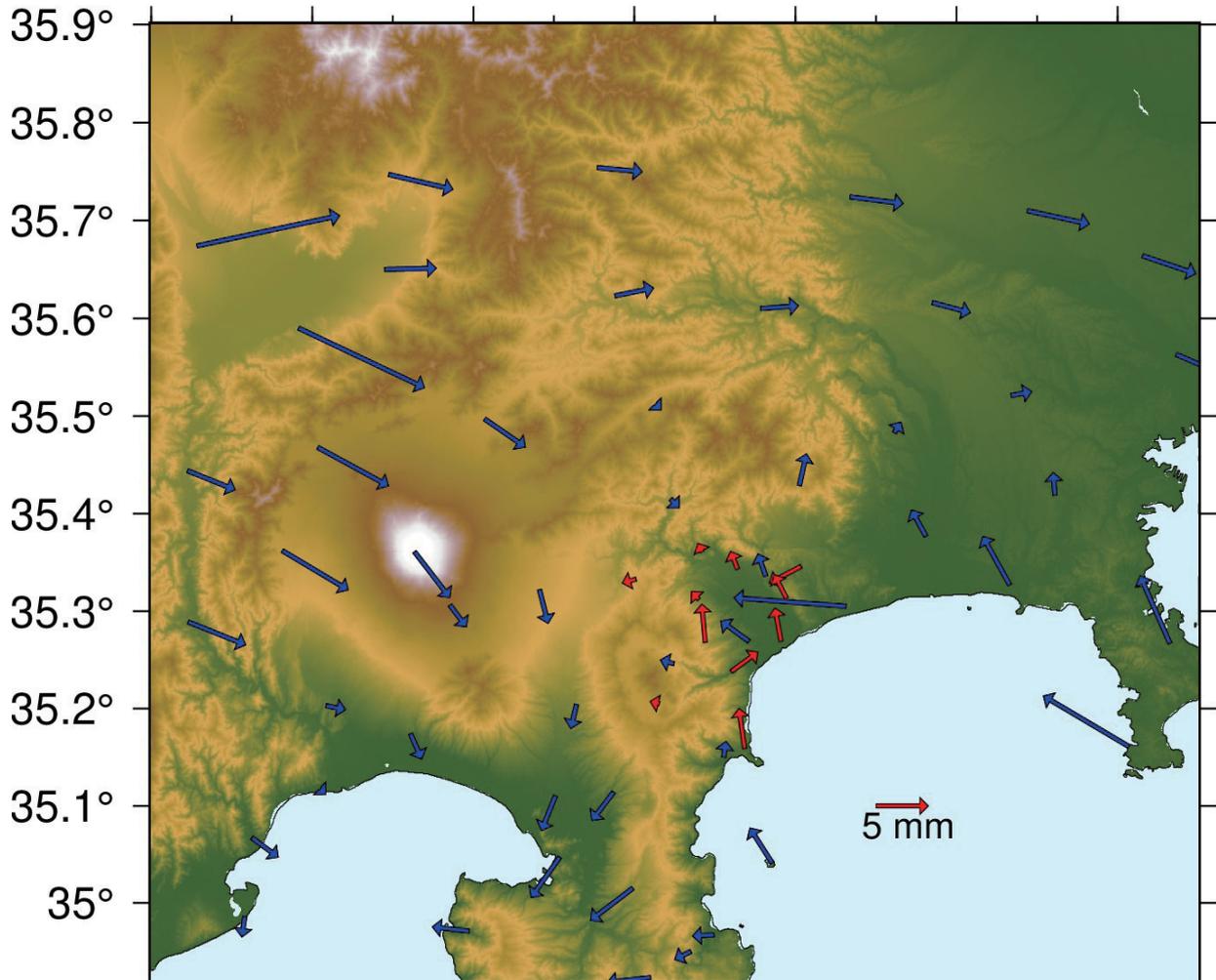


図4 箱根周辺のGNSS観測点の変動。当所の観測点の変動が赤矢印で、他機関の観測点の変動が青矢印で示してある。

点は、機器のトラブルにより10月から欠測しています。なお、酒匂観測点の12月下旬のステップは機器トラブルによるもので、地殻変動ではありません。

図3に示した時系列グラフでは、全体的には南北に近い基線（真鶴からの基線）も東西に近い基線（裾野からの基線）も年間での変化はほとんど見られません。図4に示したベクトル図からも、変化が少ないことがわかります。図5にGEONET裾野2とGEONET小田原のデータを用いて計算した、箱根を横断する基線長を示します。この図からは、ご

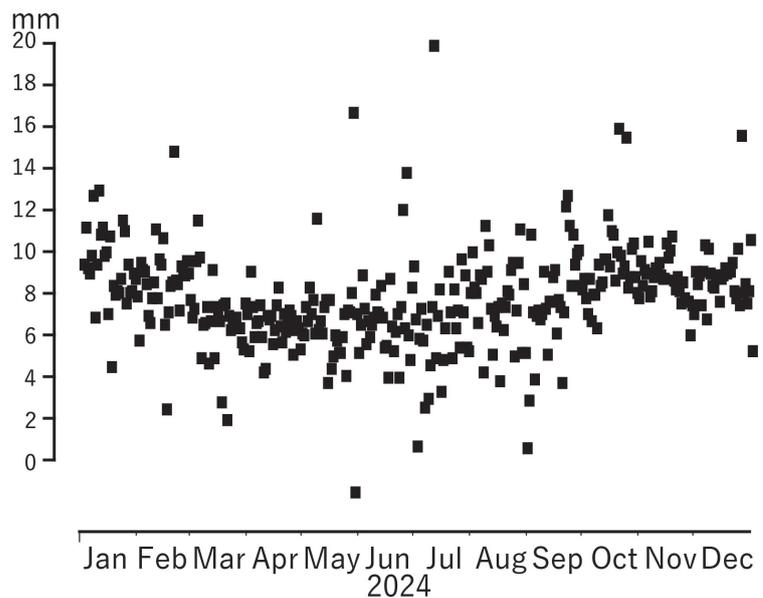


図5 GEONETの裾野2と小田原観測点間の基線長変化。

くわずかではありますが、基線長の変化を見ることができます。昨年は年間を通じておよそ1 cm 基線長が伸びましたが、今年の変化はそれを下回っています。地震活動（栗原ほか2025）や火山ガス（外山ほか2025）などほかの観測データからは連動するような変化はみられておりません。

上記以外の変化としては、大涌谷—真鶴基線において過去の定常時の観測結果と同傾向の短縮が認められます。これは大涌谷における局所的

な変位を見ているものと考えられます。6～9月には多くの観測点においてみられる変位の乱れは、大気遅延などの気象要素に起因するものと考えられます。

なお、R6年度から3年をかけてGNSS観測点の更新を行っております。詳細は、本多ほか（2025）をご覧ください。

光波測量結果

光波測量は、酒匂（小田原市）を基点とした小田原地域（8基線）で

行っています（図1◇）。観測方法の詳細やこれまでの観測結果については、神奈川県温泉地学研究所（1999）をご覧ください。図6に小田原地域における2024（令和6）年の光波測量結果を示します。全点で2月下旬と3月上旬にステップがみられますが、これは点検に伴うものです。国府津観測点と久野観測点で、7月から9月にかけて欠測があります。また、松田山でも11月以降、データが取れていません。これらは植生によって反射鏡が覆わ

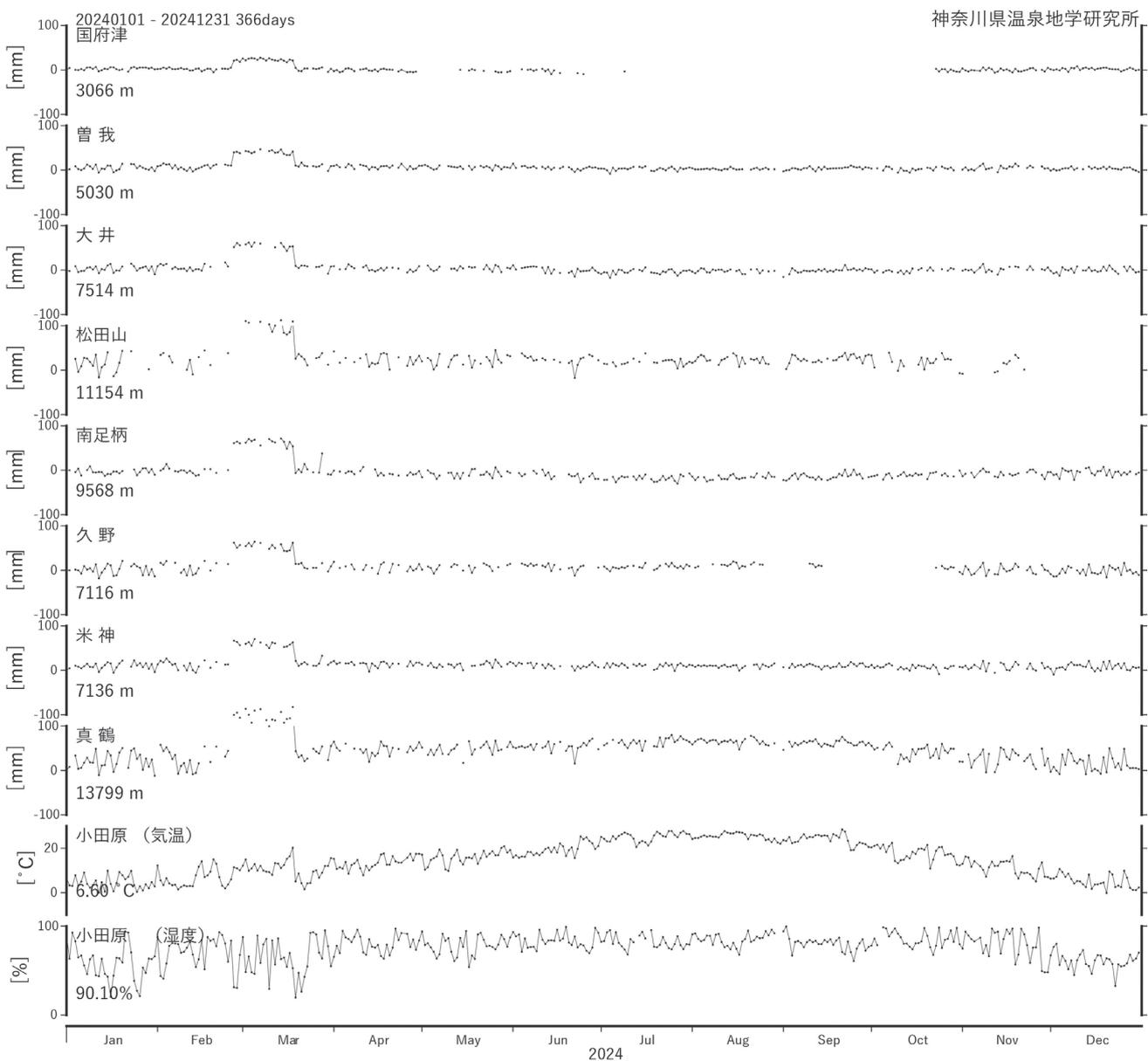


図6 2024年の光波測量結果（小田原観測網）縦軸は1月1日を基準にして、その相対変化量（mm）で示している。また、数値は基準となる距離（0mmにおける絶対値）を示している。

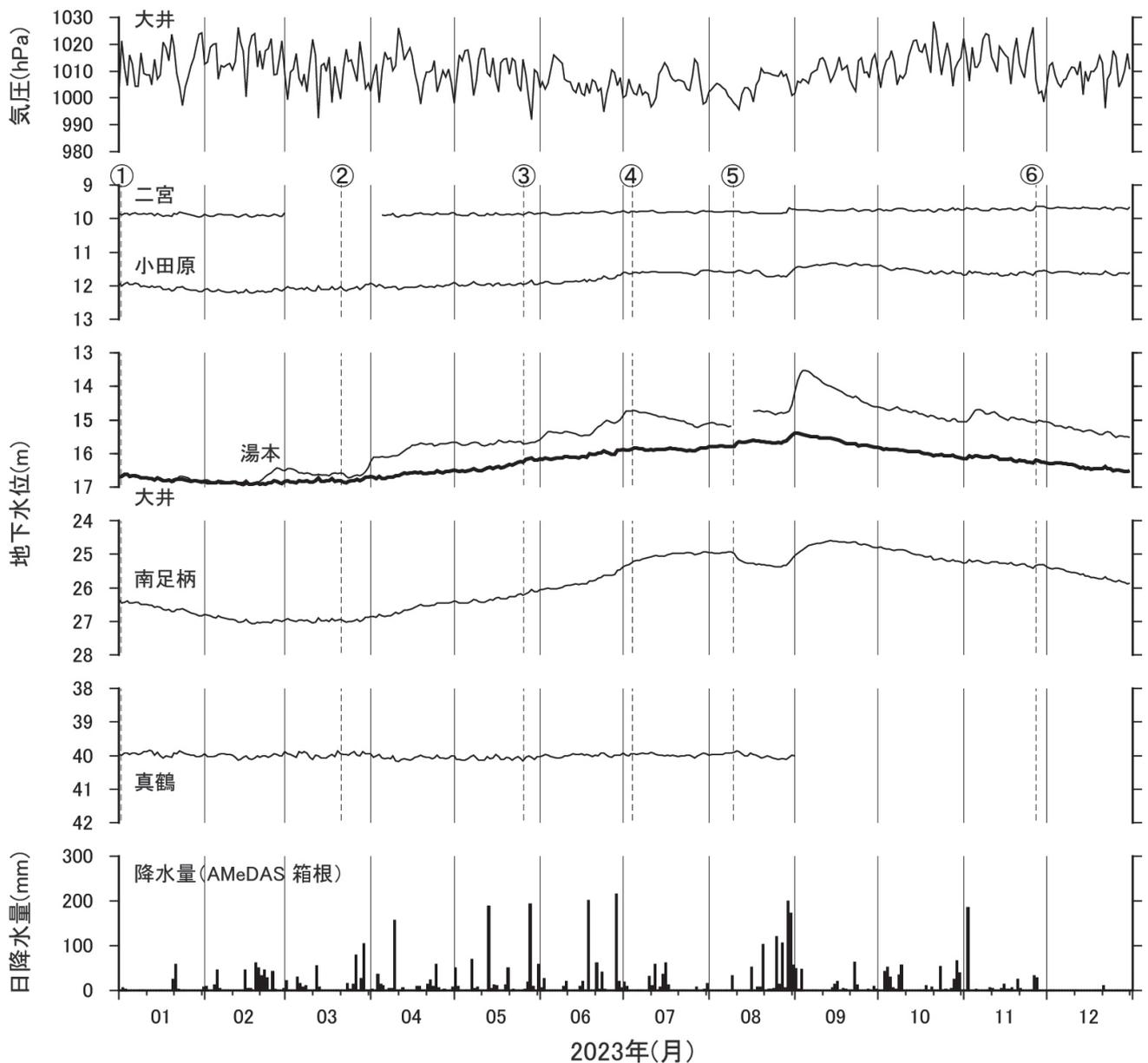


図7 2024（令和6）年の地下水位観測結果。地下水位は地表面からの深さで表示している。図上の数字は、表1に掲げた番号の地震発生日時を示す。

れたことによります。全体としては、冬期の基線長のバラつきが大きくなっています。また、日周変化や年周変化も見られます。これらは気温・気圧・湿度の変動の影響による結果だと考えられます。

地下水位観測結果

地下水位観測は図1（▼）に示した6ヶ所で行っています。各観測点の詳細については横山ほか（1995）を参照してください。2024（令和6）年は、二宮観測点で3月～4月始め

にかけてデータを収録するサーバの不具合などにより、また、湯本観測点で8月中旬に停電の影響により、それぞれ欠測があったほか、水位計そのものの故障により、真鶴観測点で9月以降、欠測が続いています。

図7に1年間の気圧、地下水位、雨量の推移を示します。気圧は大井観測点における毎日0時の観測値を、雨量は大井観測点における日雨量の値をそれぞれ用いました。地下水位は、潮汐の影響が強く現れる真鶴観測点と二宮観測点については日

平均値、それ以外の観測点については毎日0時の観測結果をもとに地表面からの水面の深さに換算し、観測点どうしの比較がしやすいように同じスケールで示してあります。

年間を通した地下水位の変化についてみると、大井、南足柄、湯本の各観測点では、春先に最低水位、夏から秋にかけて最高水位となる年周変化（板寺、1999）に加えて、日雨量100mmを超えるような大雨の影響とみられる変化が観測されています。中でも、8月末に関東地方

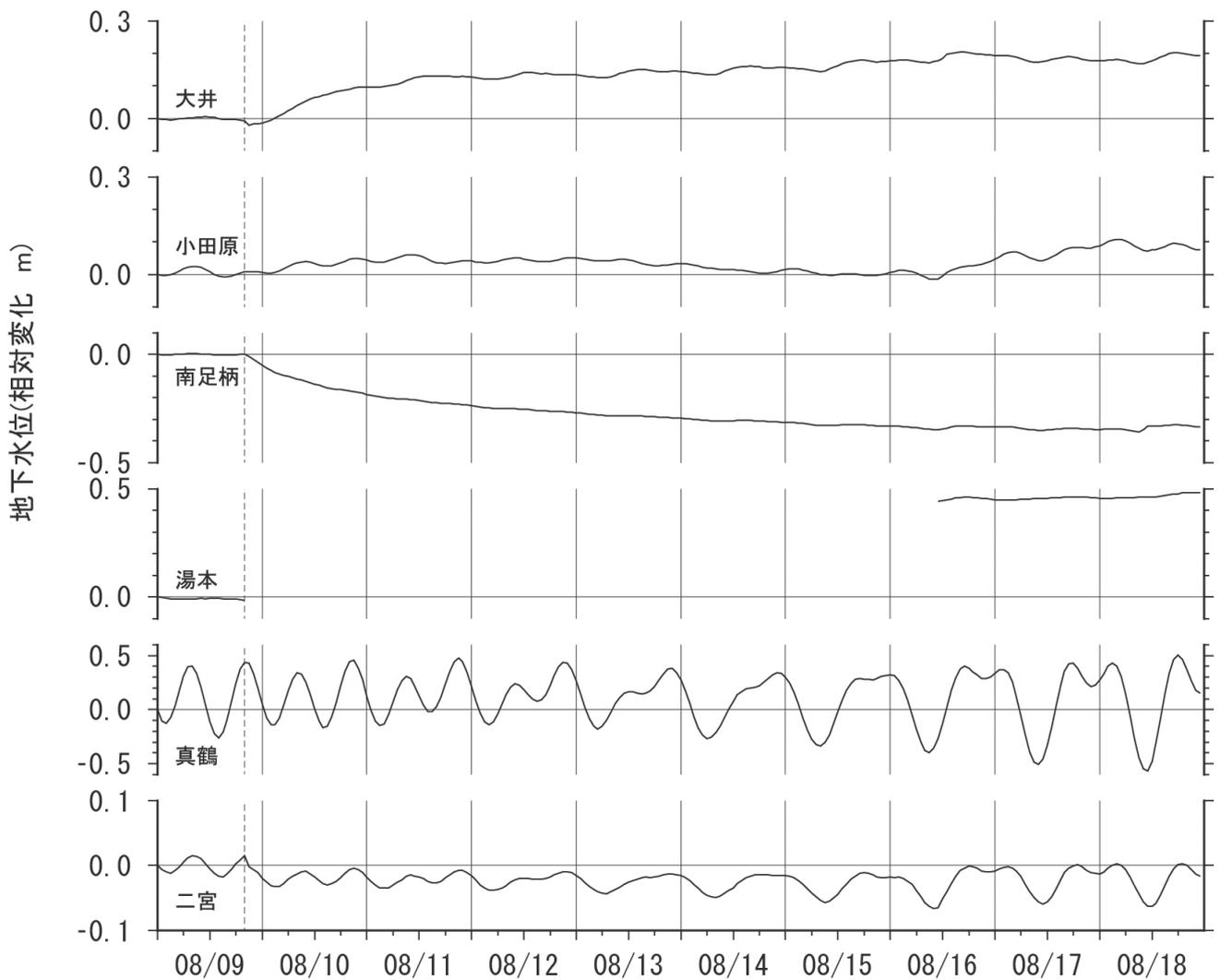


図8 2024（令和6）年8月9日から18日の地下水位変化（8月9日0時の水位を基準とする相対変化）

に最接近した令和6年台風10号(以下、台風10号)にともなう大雨の影響による水位の上昇は顕著で、それぞれの観測点で年間の最高水位を記録しました。このとき観測された水位上昇の大きさや速さ、低下に転ずるまでの時間は地点ごとに異なっており、それぞれの観測井が対象としている帯水層の空間的な広がりや特性の違いを反映していると見られ

ます。

小田原では平野部で操業する事業所による地下水の汲み上げの影響による水位変化が特徴的である(板寺、1999)とされてきましたが、多くの事業所が休業するとみられるゴールデンウィークや夏休み期間に明瞭な水位上昇は認められず、むしろ、上述した大井ほかの観測点のみられた年周変化に近い変化をしていた

ほか、台風10号による大雨にともなう水位上昇も認めることができます。

二宮と真鶴の水位は、気圧の影響を受けて細かに変動しながら年間を通して概ね横ばい傾向にありますが、台風10号の大雨による水位の上昇は認めることができます。

コサイスマックな水位の変化は表2に示した6回の地震の際に確認さ

表2 2024（令和6）年に観測された地震発生後のコサイスマックな地下水位変化。

| | 地震発生日 | 時刻 | 震央地名 | 深さ (km) | M | コサイスマックな地下水位変化 (cm) | | | | | |
|---|------------|-------|---------|---------|-----|---------------------|-----|------|----|----|-----|
| | | | | | | 大井 | 小田原 | 南足柄 | 湯本 | 真鶴 | 二宮 |
| ① | 2024/01/01 | 16:10 | 石川県能登地方 | 16 | 7.6 | 8 ↑ | 2 ↓ | 1 ↓ | | | 2 ↓ |
| ② | 2024/03/21 | 09:08 | 茨城県南部 | 46 | 5.3 | 2 ↑ | | | | | |
| ③ | 2024/05/26 | 00:55 | 茨城県南部 | 66 | 4.7 | 2 ↑ | | | | | |
| ④ | 2024/07/04 | 12:12 | 千葉県東方沖 | 49 | 5.2 | 4 ↑ | | | | | |
| ⑤ | 2024/08/09 | 19:57 | 神奈川県西部 | 13 | 5.3 | 1 ↓ | | 30 ↓ | | | 1 ↓ |
| ⑥ | 2024/11/26 | 22:47 | 石川県西方沖 | 7 | 6.6 | 2 ↑ | | | | | |

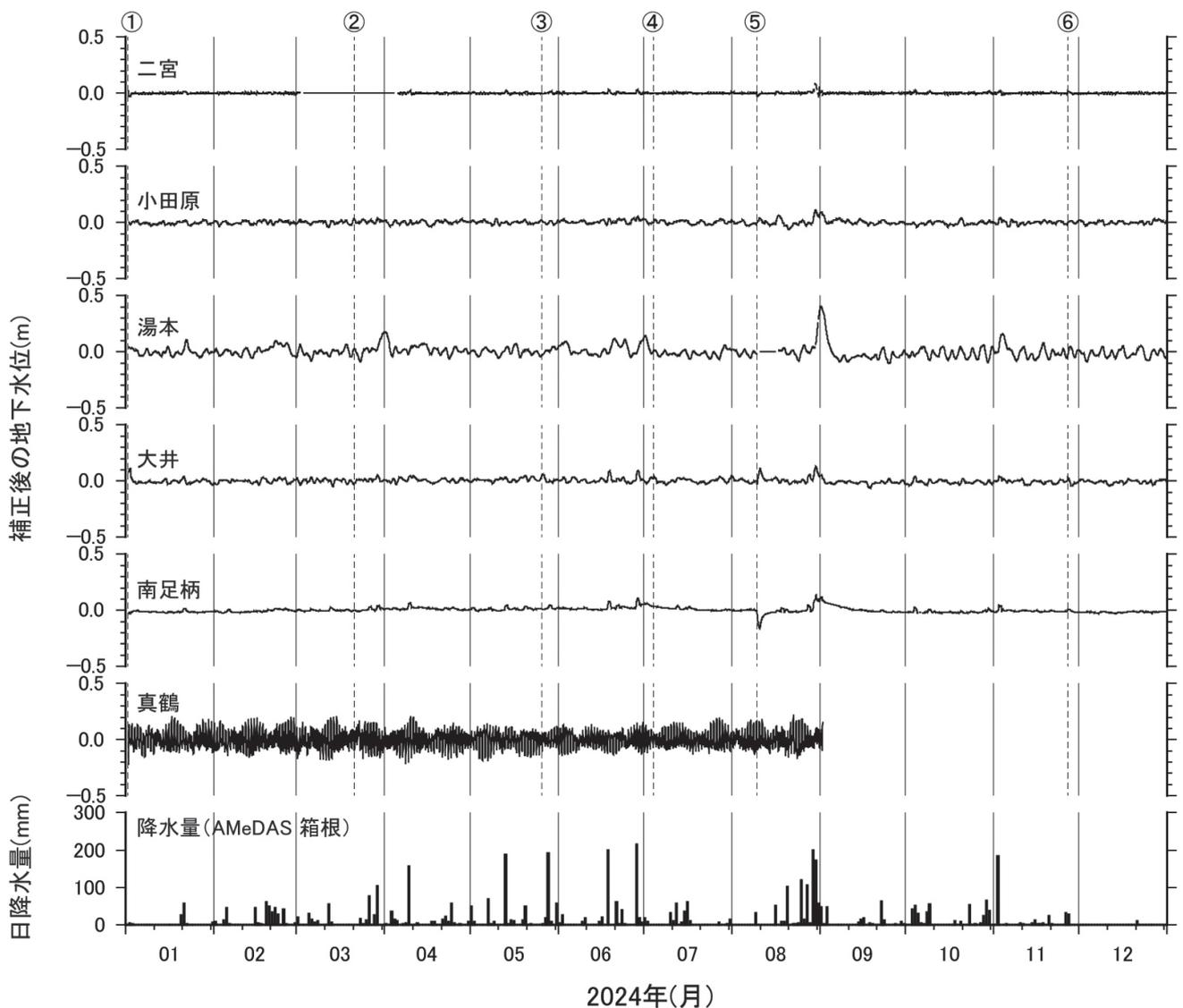


図9 簡易な気圧・潮汐補正後の地下水位変化（2024年1月1日0時の水位を基準とする）。図上の数字は、表2に掲げた番号の地震発生日時を示す。

れました。このうち1月1日に発生した石川県能登地方の地震（令和6年能登半島地震 M7.6）に際して大井で8cmほどの水位上昇が観測されたほか、複数の観測点で水位の低下がみられました。また、8月9日に神奈川県西部で発生した地震（M5.3）の際には南足柄で約30cmの水位低下が、大井と二宮でいずれも1cm程度の水位低下が観測されました。図7に神奈川県西部の地震の発生した8月9日から10日間の水位変化の様子を示しました。それぞれの観測点で観測されるコサイスマミックな水位変化は、地震波の到達とほぼ同時に比較的短時

間で上昇または低下するパターンが大半ですが、図8から、南足柄で見られた大きな水位低下は数日間続いていたことが見てとれます。また、大井ではいったんわずかに水位低下した後、上昇に転じています。同様の変化は2011（平成23）年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（M9.0）の際にも観測されています（原田・板寺、2012）。8月9日の地震発生後、湯本では地震発生と前後して停電が起こったため水位変化の詳細は不明ですが、停電前と復旧後とは50cmほどの水位差が認められます。湯本では東北地方太平洋沖地震（M9.0）の発生後、

3日ほどかけて1m程度水位が上昇しており、8月9日の地震後に同様の変化が生じていた可能性が考えられます。

図9は各観測点における2024（令和6）年の観測データ（時間値）について簡易的な気圧補正を行った結果を示しています。補正方法の詳細については板寺（2003）を参照してください。補正後水位は観測点ごとに2024（令和6）年1月1日午前0時の値を基準とした相対的な変化を表示しています。補正後の水位によれば、能登半島地震（M7.6）の影響（大井）や、8月9日の神奈川県西部の地震による影響（大井、

南足柄)を明瞭に見て取ることができます。そのほかは観測点ごとにばらつきの大きさに違いはあるものの年間を通してほぼ一定の状況にありました。

以上のような検討の結果、2024年一年間を通して地震発生に先行するような異常な地下水位の変化は観測されなかったとみられます。

おわりに

2024(令和6)年の地殻変動観測結果では、GNSS・傾斜変動・光波測量・地下水位には火山活動に関係するような特段の変化はみられず、全体としてはおおむね静穏な状態で推移しました。箱根を横断するGEONET観測点のデータからは、ごくわずかに基線長の変化が観測されていますが、地震活動などとの連動はみられません。また、火山性ガスの濃度は2023(令和5)年から引き続き高い状態が継続していますが、地殻変動との相関は見られていません。

謝辞

観測装置を設置させていただいている関係機関の方々に、この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

道家涼介・原田昌武・板寺一洋・加藤照之・中村康弘(2020)温泉地学研究所における新たなGNSS解析戦略について、神奈

川県温泉地学研究所報告, 52, 63-68.

道家涼介・本多 亮・板寺一洋(2023)神奈川県西部地域における2022(令和4)年の地殻変動観測結果, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 73, 47-54.

原田昌武・板寺一洋(2012)神奈川県西部地域における2011(平成23)年の地殻変動観測結果, 観測だより, 62, 53-62.

本多亮(2019)箱根周辺で観測された地震時の傾斜ステップに関する考察, 温地研報告, 51, 17-23.

本多 亮・板寺一洋・栗原亮(2024)神奈川県西部地域における2023(令和5)年の地殻変動観測結果, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 74, 75-82.

本多亮・安部祐希・栗原亮(2025)温泉地学研究所観測点の更新について(仮), 75, PP-PP.

板寺一洋(1999)温泉地学研究所の観測井における地下水位変化の特徴とその補正について, 温地研報告, 29(1・2), 57-64.

板寺一洋(2003)地下水位データの簡易な補正法と異常判定の基準について, 神奈川県温泉地学研究所報告, 35, 47-52.

神奈川県温泉地学研究所(1999)温泉地学研究所における「神奈川県西部地震」の取り組み,

神奈川県温泉地学研究所報告, 29, 3-40.

栗原亮・安部祐希・本多亮(2024)神奈川県内およびその周辺における2023(令和5)年の地震活動, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 74, 83-88.

栗原亮・安部祐希・本多亮(2025)神奈川県内およびその周辺における2024(令和6)年の地震活動, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 75, PP-PP.

二宮ほか,(2025),, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 75, PP-PP.

外山浩太郎・萬年一剛・二宮良太・宮下雄次(2024)箱根火山大涌谷周辺における2023(令和5)年の火山ガス及び温泉の定期調査結果, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 74, 89-92.

横山尚秀、小鷹滋郎、板寺一洋、長瀬和雄、杉山茂夫(1995)神奈川県西部地震予知研究のための地下水位観測施設と地下水位解析, 神奈川県温泉地学研究所報告, 26, 1・2 合併号, 21-36.

(注)GNSSは、アメリカ合衆国が運用するGPSや、ロシア航空宇宙軍が運用するGLONASSなどの衛星測位システムの総称です。

