

地下水位に検知されたカムチャツカ半島東方沖の地震 (M8.8) の津波

板寺一洋^{*1}

Tsunami, caused by 2025 Kamchatka Peninsula, Russia Earthquake (M8.8), detected in groundwater level monitoring

by

Kazuhiro ITADERA^{*1}

1. はじめに

2025年7月30日8時24分ごろ(日本時間)、カムチャツカ半島の東岸付近で巨大地震が発生した。気象庁(2025)によれば、太平洋プレートと北米プレートの境界で発生した北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型の地震で、震央は北緯52.5°、東経160.3°、震源の深さ35kmで、地震の規模を示すマグニチュード(M)は8.8とされている。

この地震により津波が発生し、国内でも太平洋沿岸を中心に各地で津波が観測されたが、その影響は温泉地学研究所が行っている地下水位観測結果にも認められた。本稿ではその概要について報告する。

2. カムチャツカ半島東方沖の地震にともなう水位の変化

図1にM8.8の震源位置とともに、温泉地学研究所の地下水位観測点および気象庁の潮位観測所(小田原、伊東、藤沢)の位置を示した。図2は地震発生時を含む2025年7月29日から30日(日本時間)の二日間の各観測点における観測結果(地下水位と潮位)の推移を示している。作図は、地下水位は分値により、また、小田原の潮位については15秒値をもとに計算した毎分の平均値により行った。図2によれば、破線で示した地震発生時から約5分後(8時29分ごろ)以降に大井で7cmほどの水位上昇が観測されたほか、小田原、南足柄、真鶴、二宮では僅かな水位の上下が観測されている。温泉地学研究所による地震観測によれば神奈川県西部エリアに地震波が到達したのが8時29分ごろであったことから、これらの変化はそれぞれの観測点に到達した地震波の影響によるものと考えられる。小田原や南足柄では、その後も数時間にわたってさらに小さな振幅で水位がわずかに上下していた状況を読み取ることができる。これ

らは表面波の影響を受けたものと考えられ、同様の変化は2004年スマトラ島西方沖の地震(M9.3)、2010年チリ中部沿岸地震(M8.6)、2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の後にもそれぞれ観測されている(板寺・伊東、2005、板寺、2011; 原田・板寺、2012)。

3. 津波の影響による地下水位の変化

気象庁(2025)によれば相模湾周辺では11時22分から24分にかけて津波の第一波が観測されている。図2においても11時台以降、真鶴と小田原で1~2時間程度の周期で地下水が上下に変動している様子が捉えられ

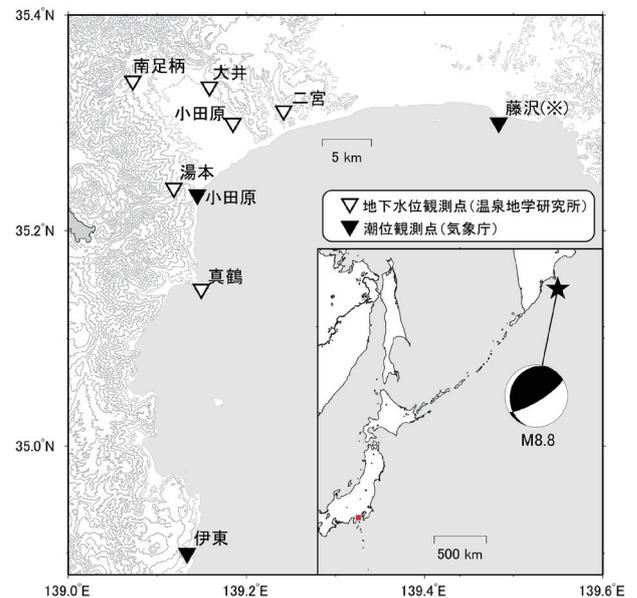


図1 地下水位および潮位の観測点配置とカムチャツカ半島東方沖の地震(2025年7月30日)の震央。(表示範囲を右下枠内の赤い四角で示した。地震の震央位置およびメカニズム解はUSGSの公開資料により作図した。※藤沢は潮位表が公開されている)

*1 神奈川県温泉地学研究所 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田586
報告, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第57巻, 43-48, 2025

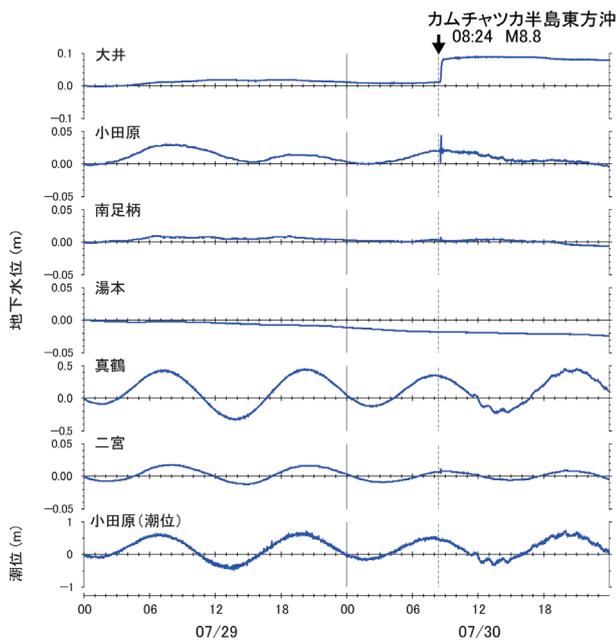


図2 カムチャツカ半島東方沖の地震の発生日を含む2日間(7/29～7/30)における地下水位および小田原潮位の推移。

ている。津波の影響とみられるこうした地下水位の変化は真鶴でより明瞭であり、振幅は0.1 m程度であった。真鶴観測点は、箱根の火山活動に由来する溶岩により形成された真鶴半島の先端部に位置している。観測対象となっている半島の地下水は溶岩中の亀裂を通じて周辺海水と水理学的に連続しているとみられる(横山ほか、1995)ため、津波による潮位変化の影響が顕著に現れたものと考えられる。

真鶴における津波の影響による地下水位の変化は過去にも報告があり、1996年ニューギニア地震(M8.0)や2006年千島列島東方の地震(M7.9)の際に1 cm程度、2010年チリ中部沿岸地震(M8.6)の際に0.1 m程度、2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の際に0.5 m程度と、事例は限られているものの概ね地震の規模が大きいほど変化が大きい傾向がある(板寺、1999;板寺・伊東、2007;板寺、2011;原田・板寺、2012)。

真鶴観測点の地下水位は、(海洋)潮汐のほか気圧の影響により変化することが知られている(横山ほか、1995;板寺、1999;板寺、2003)。図2に示した地下水位の変化にもそれらの影響が含まれており、津波の影響による地下水位の変化を見積もるためには気圧応答成分や潮汐応答成分を取り除く必要がある、そこで、BAYTAP-G(田村、1995)により、それぞれの観測点のデータから、気圧変化、潮汐変化にそれぞれ応答した成分を取り除き(補正)した。その詳細については板寺(2011)を参照されたい。なお、それらの計算には、産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・地震研究センターの運用するホームページ「地震に関する地下水データベース“Well Web”」(<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/gxwell/GSJ/index.shtml>)上で公開されているユーザデータ解析プログラムを用いた。

図3に、津波の影響が最も顕著であった真鶴の観測データ(7月29日～8月3日の分値)を補正した後の水位(補正後水位)の変化を示した。図3によれば、真鶴では津波の影響による水位の変動が7月30日の11時台から始まっていることや、その周期が1時間ほ

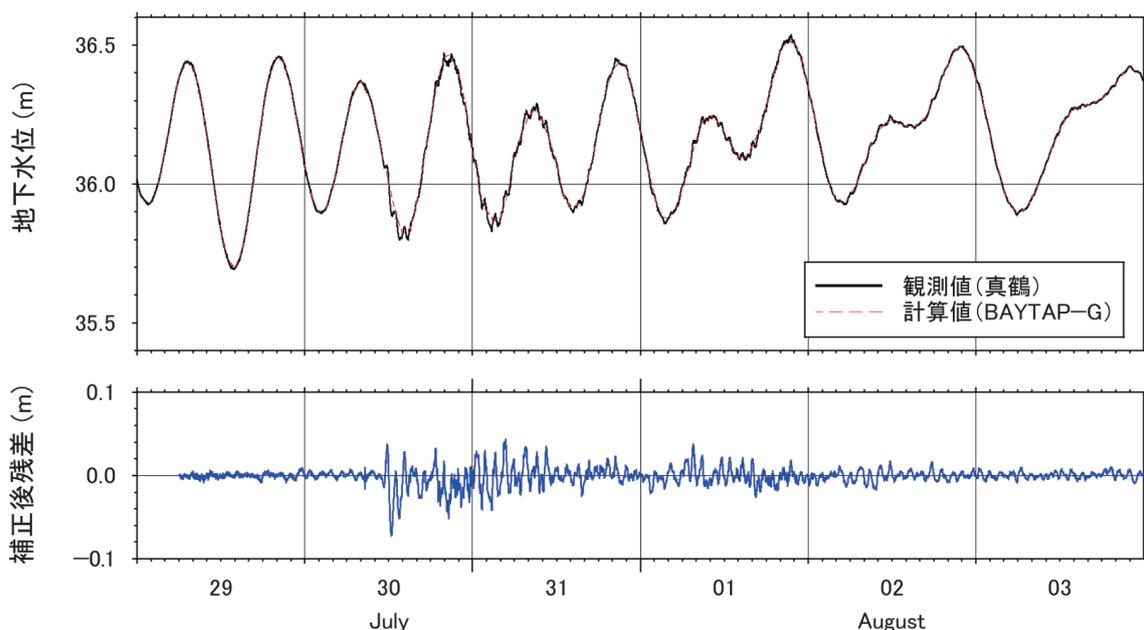


図3 真鶴における(上)地下水位と(下)潮汐応答等の補正処理後の水位(2025/07/29～08/03)。

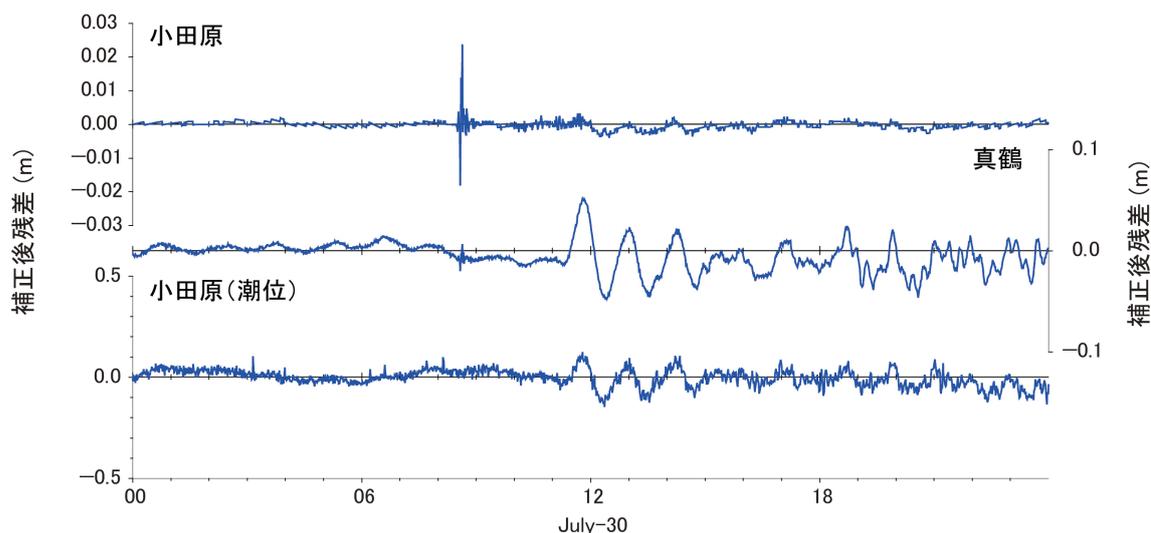


図4 2025年7月30日の観測結果について潮汐応答等の補正処理をした後の(上)小田原、(中)真鶴における地下水位および(下)小田原の潮位。

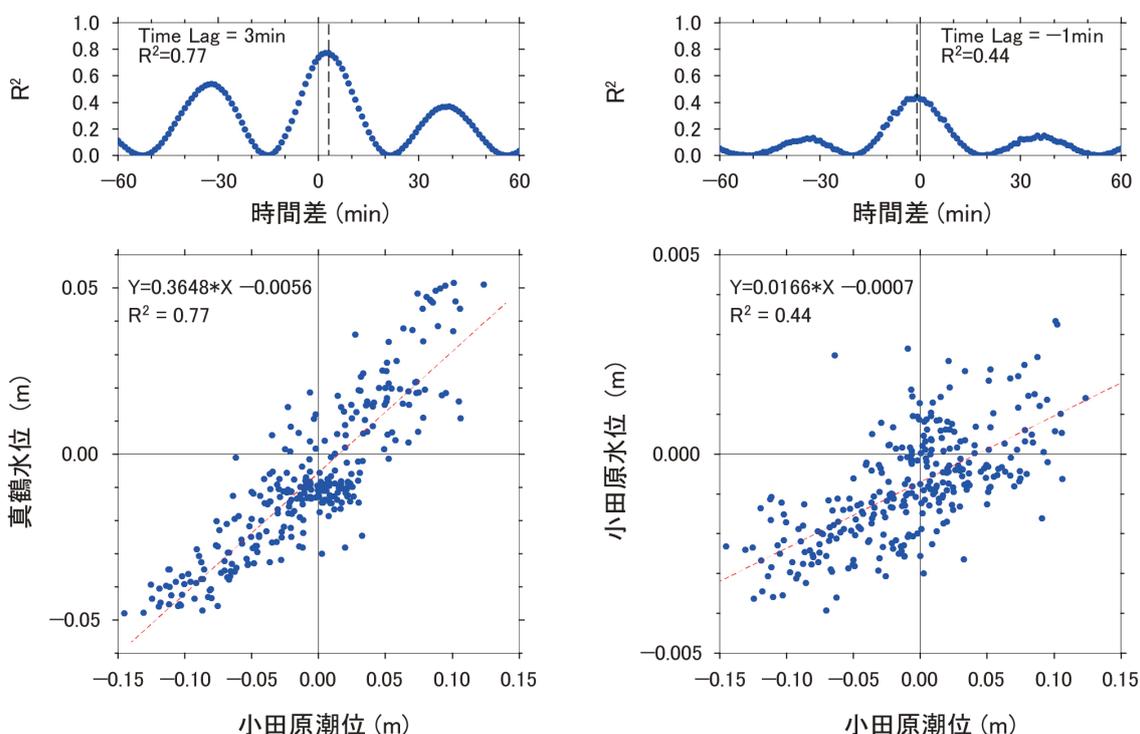


図5 (左) 真鶴の水位と小田原潮位、(右) 小田原の水位と小田原潮位のそれぞれの組み合わせについて、(上) 津波の影響とみられる水位変化と潮位変化の間の相関関係の時間差による変化と(下) 相関が最良となった時間差における両者の相関図。

どであることなどを明瞭に読み取ることができる。また、津波の影響は少なくとも津波第一波の到達から3日後の8月2日ごろまで続いていたとみられる。

図4は、地震が発生した7月30日について、小田原および小田原潮位の観測データ(分値)について同様の方法で補正した結果を真鶴の補正結果(図3)と併せて示している。津波の影響による地下水位の変化は11時

20分を過ぎたあたりから始まっており、津波の振幅が十数cm程度であったのに対して、その影響による水位変化の振幅は小田原で数mm程度、真鶴で5cm程度であった。

4. 津波の影響が伝わる時間

次に、津波の影響が観測点の地下水位に及ぶまでの時

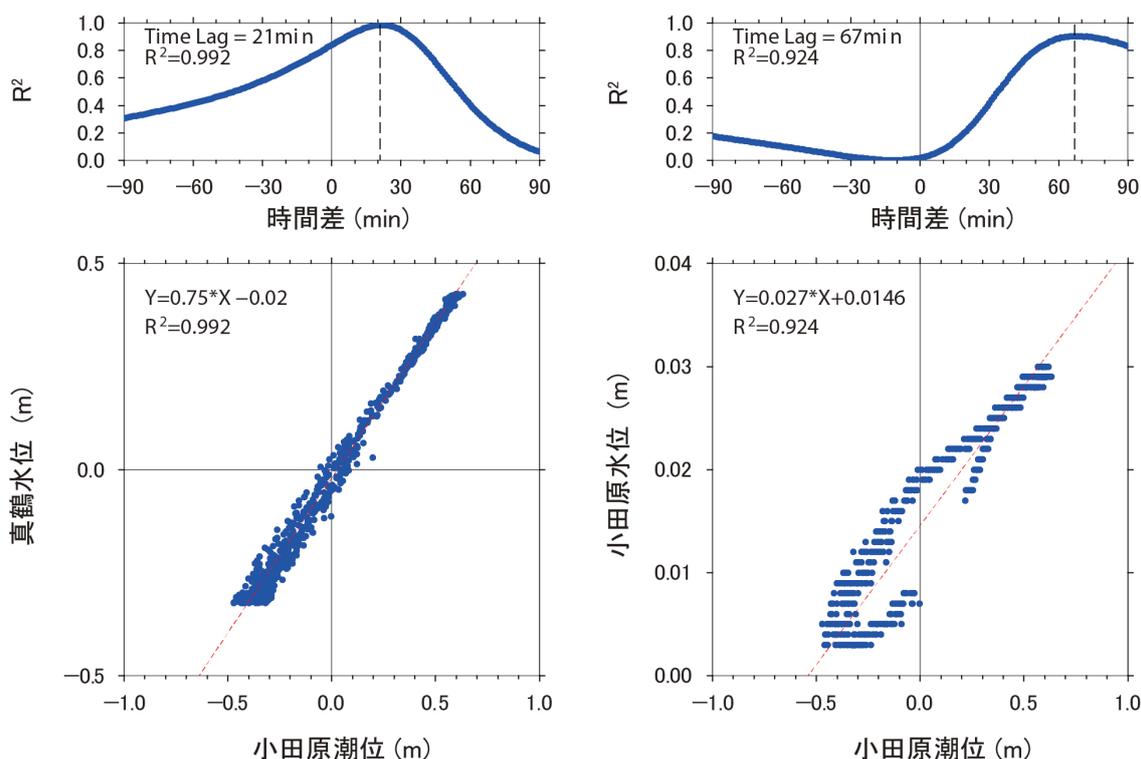


図6 (左) 真鶴の水位と小田原潮位、(右) 小田原の水位と小田原潮位のそれぞれの組み合わせについて、(上) 水位の潮汐応答と潮位変化の間の相関関係の時間差による変化と (下) 相関が最良となる時間差における両者の相関図。

間を見積もるため、小田原、真鶴のそれぞれにおいて津波の影響が顕著に認められた時間帯を含む補正後水位(7月30日10時から15時まで)について、時間をずらしながら、小田原潮位(補正後)との相関係数(決定係数)が最大となる時間差(位相差)を調べた。また、これと比較するため、前日の7月29日の小田原、真鶴の地下水位(図2)に見られた潮汐応答(午前5時から11時まで)についても、同様の検討を行った。それぞれの結果は図5、図6、表1に示したとおりである。

表1に示した通り、通常の潮汐応答については小田原で67分、真鶴で21分、それぞれ小田原潮位よりも遅かった。気象庁が公開している(<https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/index.php>) 同じ日の潮位データ(時間値)において、相模湾沿岸にある藤沢、小田原、伊東の各点における潮位変化には数時間に及ぶような位相のズレは見られなかった(図7)ことから、汀線付近における潮位変化の影響が観測点に伝搬するのに要する時間は小田原で1時間程度、真鶴では20分程度であると見積もることができる。

白旗ほか(2014)は、沖縄県多良間島において琉球石灰岩を帯水層とする複数の井戸の地下水位について調査した結果、海岸から約1km離れた内陸部の井戸では、海岸付近の井戸に比べて、潮汐の影響による水位変動の

山と谷が見かけ上数時間遅れて生じているとしており、その時間差などを基に帯水層の水頭拡散率が6~15 m²/sの範囲にあると推定している。小田原、真鶴の各観測点の海岸線までの距離はそれぞれ3km、百数十mほどである。帯水層の水頭拡散率として白旗ほか(2014)の推定値と同程度の10 m²/sからその10倍の100 m²/sを仮定した場合、水位変化が1km伝搬するのに要する時間はそれぞれ数十分~十数分程度となるから、それぞれの観測点の水位の潮汐応答と潮位変化の間に見られた時間差は、潮位変化が拡散現象によって帯水層中を伝搬する場合に要する時間と同程度であることがわかる。

一方、津波の影響による水位の変化は小田原では小田原潮位よりも1分早く、真鶴では逆に3分遅かった。今回の津波第一波が相模湾沿岸に到達した時刻は概ね11時21分から24分の範囲(国土交通省、2025)で、時間差が数分以内であったことを考慮すると、小田原、真鶴における津波の影響による水位変化と津波の時間差は最大でも数分程度であったことになる。この時間差は、すでに述べた通常の潮汐変化と各観測点の水位の潮汐応答との間の時間差に比べて著しく短く、今回の津波の影響は通常の潮汐応答に比べて極めて速く各観測点に伝搬したことになる。

相模湾から南東方向に続く相模トラフと湾岸との

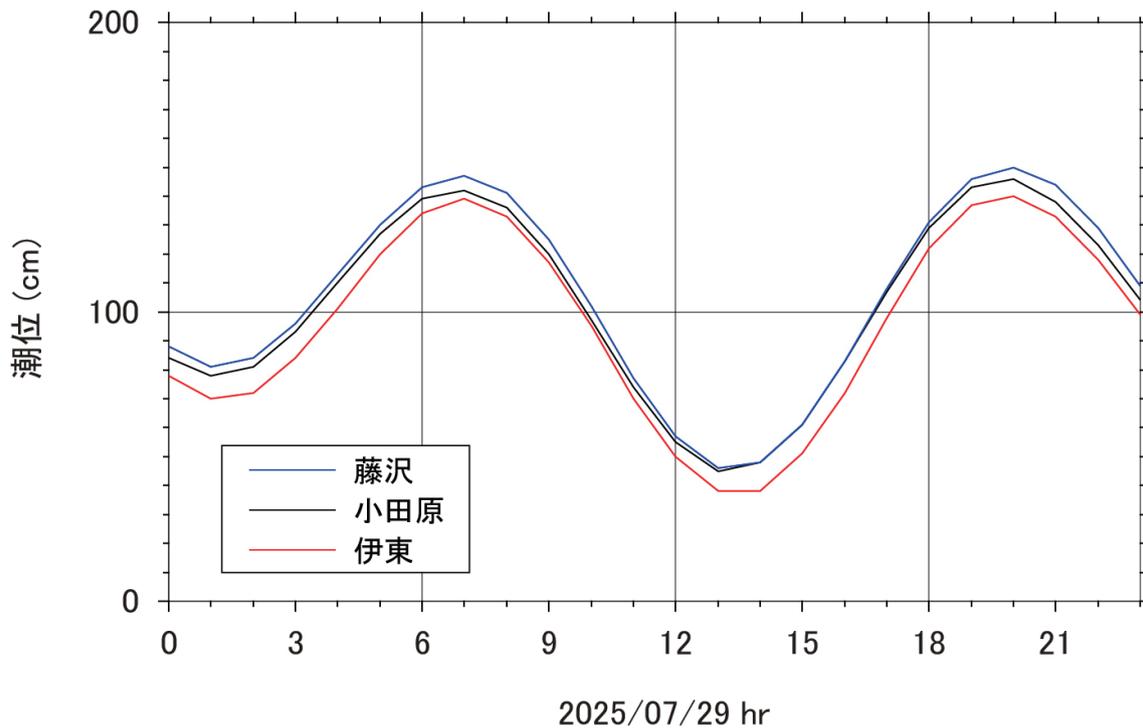


図7 相模湾沿岸の藤沢、小田原、伊東における潮位変化 (2025年7月29日)。

間には急斜面が形成されており (楠ほか、1991；丸山、2015)、津波はこの急斜面に到達した時点から急速に高さを増しながら沿岸に到達すると考えられる。一方、過去に実施された調査結果 (神奈川県、2002；Yamazaki,1992；板寺ほか、2004) によれば、小田原観測点が観測対象としている地下水の帯水層は厚さが1000 mを超えると見られ、この厚い帯水層中の地下水は、少なくとも海底斜面が深度1000 mに到達する5 kmほど沖合 (丸山、2015) から海水と接しているとみられる。このため、帯水層を介した津波による地下水への影響は、汀線付近に津波が到達した時点でなく、沖合で津波が高さを増した時点から始まっていた可能性がある。地下水に対する津波の影響と通常の潮汐応答との違いが見られた原因を明らかにするためには、津波の伝わり方のほか、このような海底地形や水文地質構造の特徴についても考慮する必要があると考えられる。

5. まとめ

温泉地学研究所の地下水位観測点において2025年7月30日のカムチャツカ半島東方沖の地震 (M8.8) による津波の影響による水位の変化が認められた。その振幅は小田原で数 mm 程度、真鶴で5 cm 程度であった。小田原潮位との時間差 (位相差) について検討したところ、小田原では1分早く、真鶴では逆に3分遅かった。こ

表1 小田原、真鶴における水位変化の小田原潮位に対する相関係数が最大となる時間差。

	通常の潮汐応答	津波の影響による変化
小田原	+67min	-1min
真鶴	+21min	+3min

れに対し、通常の潮汐変化と潮位変化の時間差は数十分から1時間程度であり、潮位変化が拡散現象によって伝搬するとした場合と同程度であった。今回の津波の影響は通常の潮汐変化に比べて極めて速く各観測点に伝搬しており、その原因を解明するためには、津波の伝わり方のほか、この地域の海底地形や水文地質構造の特徴についても考慮する必要があると考えられる。

謝辞

地下水位と比較検討した小田原の潮位データは気象庁大気海洋部環境・海洋気象課海洋気象情報室より提供いただきました。本稿をまとめるにあたり静岡大学防災センター客員教授の吉田明夫氏から有益な助言をいただきました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 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, 観測日より, 62, 53-62.
- 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, 57-64.
- 板寺一洋 (2003) 地下水位観測データの簡易な補正法と異常判定の基準について, 温地研報告, 35, 47-52.
- 板寺一洋 (2011) 地下水位に検知されたチリ中部沿岸地震 (M8.6) の地震動および津波, 観測日より 61, 13-16.
- 板寺一洋, 伊東博 (2005) 神奈川県西部地域における 2004 (平成 16) 年の地下水位観測結果, 観測日より, 55, 19-22.
- 板寺一洋, 伊東博 (2007) 神奈川県西部地域における 2006 (平成 18) 年の地下水位観測結果, 観測日より, 57, 19-24.
- 板寺一洋, 菊川城司, 代田寧 (2004) 足柄平野沿岸部の深部塩水の酸素・水素同位体比と水質組成, 温地研報告, 36, 43-47.
- 神奈川県 (2002) 平成 13 年度神奈川県地下構造調査成果報告書, 34p.
- 気象庁 (2025) 令和 7 年 7 月の地震活動及び火山活動について, 令和 7 年 8 月 8 日報道発表資料 (<https://www.jma.go.jp/jma/press/2508/08e/2507jishin.html>).
- 国土交通省 (2025) カムチャツカ半島付近を震源とする地震に伴う津波について (第 3 報), 災害・防災情報, <https://www.mlit.go.jp/common/001903411.pdf>.
- 楠勝浩, 菊池真一, 穀田昇一, 深江邦一 (1991) 相模湾北西海域における変動地形調査, 水路部研究報告, 27, 113-131.
- 丸山正 (2015) 相模湾北西部沿岸地域における高分解能音波探査, 活断層・古地震研究報告, 15, 179-209.
- 白旗克志, 石田聡, 吉本周平, 土原健雄 (2014) 地下水位の潮汐応答の分析による淡水レンズ帯水層の物理定数推定手法, 農工研技報, 215, 141~154.
- 田村良明 (1995) 地球潮汐データの解析, 時系列解析の実際 II (赤池・北川編), pp.150-165, 朝倉書店.
- Yamazaki, H. (1992) Tectonics of a plate collision along the northern margin of Izu Peninsula, central Japan, 地質調査所月報, 43(10), 603-657.
- 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, 温地研報告, 26, 21-36.