

トンガ沖大規模噴火に伴う潮位変動の海洋レーダ観測による検知性能検証

中部電力株式会社 正会員 ○鈴木 優人
中部電力株式会社 正会員 橋詰 正広

1. はじめに

中部電力株式会社浜岡原子力発電所では、前面海域の津波監視を強化するため、津波監視用の海洋レーダを設置している。津波を早期に検知し、浜岡原子力発電所に到達する津波高さや到達時間を即時予測することは、津波発生時の作業計画や避難計画を決定する上で重要である。

海洋レーダによる津波監視システムは、巨大地震により発生する津波第1波の予測を主目的として開発された。しかし、海底地滑りに代表される非地震性の事象を起因とする津波の検知についても、発電所の津波防災の観点から必要性は高い。

既往の研究²⁾により、海底地滑りによる津波が本システムにより検知可能であるか仮想津波観測実験を用いて検討を行っている。その結果、発生した津波が一定規模以上であった場合検知精度は高いことが分かった。一方で、小規模な津波においては、観測ノイズの影響を受けて検知精度が低下するという結果が得られた。

2022年1月15日13時ごろ（日本時間）に発生した、海底火山フンガ・トンガ-フンガ・ハアパイの噴火（以下、トンガ沖噴火とする）による潮位変動は、同日20時30分ごろ（日本時間）から日本列島の太平洋沖各地で観測された。³⁾本報告は、前述の既往研究の結果と、非地震性であるトンガ沖噴火による潮位変動の観測データから、その検知性能を検証する

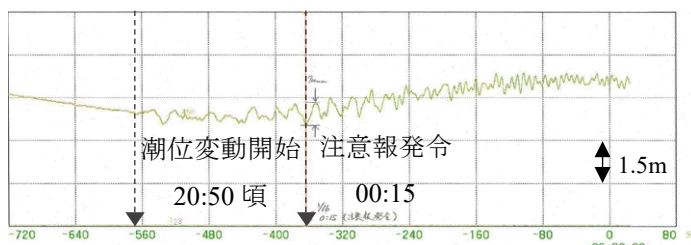


図1 5号取水槽の潮位監視記録

ものである。

2. トンガ沖噴火による潮位変動

前述の通り、トンガ沖噴火に伴う潮位変動は日本列島の太平洋沖各地で観測された。浜岡原子力発電所付近の御前崎観測点では、第1波が15日20時58分に到達し、最大波は翌16日0時16分に0.66mが観測された。また、国土交通省港湾局所属の静岡県御前崎沖観測点では、最大0.10mの潮位変動が15日23時25分に観測されている。⁴⁾浜岡原子力発電所においても、3~5号取水槽潮位計において0.35~0.45mの水位変動（全振幅0.7~0.9m）が図1のとおり観測された。（図示は5号機）

3. 海洋レーダによる観測結果

海洋レーダによる観測結果のうち、前章で記載した国土交通省港湾局所属の静岡県御前崎沖観測点付近のデータを図2に示す。ただし、当日は観測ノイズ影響が大きかったため、5点移動平均によりノイズ影響を低減している。海表面流速1m/s以上のピークが20時40分ごろ、22時50分ごろ、23時5分ごろ、23時30分ごろに現れた。20時40分ごろの海表面視線流速ピーク（以下、ピーク1とする）の出現時刻は、浜岡原子力発電所で潮位変動を開始した時刻と一定程度一致する。また、23時30分ごろのピーク（以下、ピーク2とする）は、静岡県御前崎沖観測

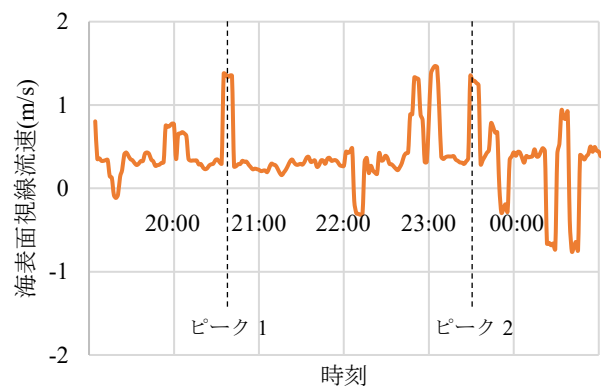


図2 海洋レーダの観測結果

キーワード 海洋レーダ、津波監視、トンガ沖大規模噴火

連絡先 〒437-1695 静岡県御前崎市佐倉 5561 (株) 中部電力 原子力安全技術研究所
TEL 0537-86-9155

点での最大潮位変動を観測した時刻とほぼ一致する。しかし、潮位変動前の19時ごろにも0.80m/sの海表面視線流速を観測しており、図2からトンガ沖噴火による潮位変動を観測できたとはいえない。ピーク1, ピーク2それぞれの観測結果から水位変動を算出する。

$$u = \frac{C\eta}{h} = \eta \sqrt{\frac{g}{h}} \quad (1)$$

ここに、 η ：津波による海面変動、 C ：波速、 h ：水深（図2観測点にて120m）、 g ：重力加速度である。式(1)より、ピーク1の水位変動が4.7m、ピーク2の水位変動が4.4mとなる。前述の通り、静岡県御前崎沖観測点にて最大0.10mのため、海洋レーダによる観測結果は潮位結果に比べて過大評価となった。

次に、海洋レーダにより得られた観測結果について高速フーリエ変換を行った。パワースペクトルを図3に示す。なお、高速フーリエ変換に用いたデータは5点移動平均により平滑化したものである。パワースペクトルに最も強く表れたピークのトップ10を周期に変換して表1に示す。最も強く現れた周期17時間の波は、各地での潮位観測データには存在しない。これは気象擾乱による影響等、観測ノイズにより励起されたものであると推察している。

既往の研究²⁾において、遠州灘沖（外縁隆起帯トラフ側斜面）での海底地滑りに伴う津波の検知性能評価を仮想津波観測実験により実施している。用意したシミュレーションデータに、実際の観測ノイズを合成した実験を行ったところ、ノイズの影響により検知精度が大幅に低下するという結果が得られた。合成したノイズ環境下では、少なくとも0.5m/s以上の海表面視線流速が必要であると結論付けている。今回の事象は、静岡県御前崎沖観測点での最大0.10m

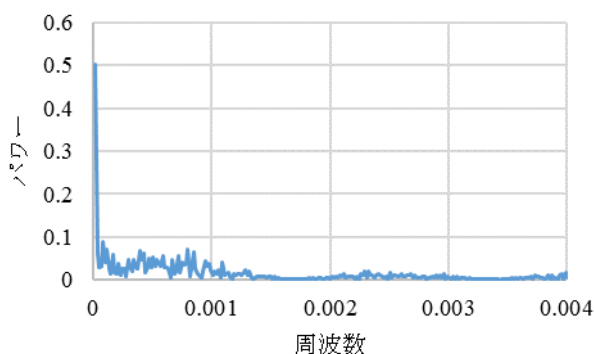


図3 観測データのFFT結果

表1 パワースペクトルが大きい波の周期

強度の 序列	周期	強度の 序列	周期
1	17時間	6	40分
2	3.5時間	7	2分
3	20分	8	19分
4	2.2分	9	2.1分
5	2.5時間	10	8.5時間

の潮位変動が観測されたことから、トンガ沖噴火による波の海表面流速は式(1)を用いて0.03(m/s)と想定される。これは、シミュレーション上必要とされる0.5m/sを大きく下回るため、海洋レーダによる監視では、今回のトンガ沖噴火による潮位変動を観測できなかったと結論付けている。

4. まとめ

浜岡原子力発電所では、海洋レーダを用いて前面海域の監視を行っている。浜岡原子力発電所3～5号取水槽潮位計を含め、各地でトンガ沖噴火による潮位変動を観測された。海洋レーダの観測により、潮位変動時の海表面視線流速を記録することができたが、観測データに含まれるノイズが支配的であり、本事象の潮位変動を検知することはできなかった。この結果は、既往の研究における、海洋レーダが津波検知をするために必要な流速条件と合致するものである。

海洋レーダによる津波監視および予測のシステムは、本来巨大津波の早期検知を目的として開発されたものであるが、発電所へ襲来する津波の監視強化という観点から、小規模の潮位変動に対しても検知できることが理想である。これらを検知できない要因は、観測ノイズであることが今回の観測結果および既往のシミュレーション結果から分かった。ノイズの効果的な低減方法の確立が今後の課題である。

参考文献

- 1) 森勇人, 上原史洋, 大平幸一郎(2015): 浜岡原子力発電所の津波早期検知・予測の取り組み, 電力土木, No.375, pp.69-73
- 2) 横洲弘武, 橋詰正広, 柳谷紗代(2021): 浜岡原子力発電所津波監視海洋レーダの観測性能評価, 土木学会第76回年次学術講演会, II-107
- 3) 「令和4年1月15日13時頃のトンガ諸島付近のフンガ・トンガ-フンガ・ハアパイ火山の大規模噴火に伴う潮位変化について(第2報)」, 気象庁
- 4) 「令和4年1月地震・火山月報(防災編)」, 気象庁