

## 9-5 令和 7 年トカラ列島近海の地震活動における高周波エネルギー輻射量 High-frequency energy release from the seismic activity near the Tokara Islands in 2025

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

鹿児島大学

Kagoshima University

2025 年 6 月 21 日頃から、トカラ列島近海では活発な地震活動が継続している。特に活発な活動は最初の 1 か月間に集中したものの、2025 年 11 月末時点でも活動は沈静化していない。地震の多くは深さ 10km 以浅の上部地殻内で発生している。本稿では、地震活動が特に活発であった 6 月 21 日ー7 月 31 日までの期間を対象として、連続地震波形エンベロープ解析に基づき得られた 4-20Hz 帯域のエネルギー輻射量推定結果を報告する。

解析に先立ち、第 1 図に示す各地震観測点の速度波形記録に 4-20 Hz のバンドパスフィルタを適用し、3 成分波形の 2 乗和を 1 秒ごとに平均し、密度  $2800 \text{ kg/m}^3$  を乗じることで、エネルギー密度の次元をもつエンベロープを作成した。また、コーダ波規格化法<sup>1)</sup>を用いて、N.TOAF 観測点を基準としたサイト増幅補正を行った。ただし、N.TOAF の表層における平均 S 波速度を  $1000 \text{ m/s}$  と仮定した。得られた地震波形エンベロープにエンベロープインバージョン解析<sup>2)</sup>を適用し、高周波エネルギー輻射量の時間変化を推定した。

震源分布からは東西に分かれた活動クラスターが確認されるが、観測点数の制約により、それぞれのクラスター別にエネルギー輻射量を分離推定することは困難であった。このため、エネルギー輻射点は地震活動の中心付近（第 1 図赤丸の中心）に設定した。解析に使用したパラメータは、 $V_p = 6.00 \text{ km/s}$ 、 $V_s = 3.30 \text{ km/s}$ 、散乱係数  $g_0 = 1.5 \times 10^{-2} \text{ km}^{-1}$ 、内部減衰  $Q_i^{-1} = 1.6 \times 10^{-3}$ 、ガウス型ランダム不均質媒質の速度揺らぎ強度  $\varepsilon = 0.12$ 、相関距離  $a = 5 \text{ km}$  と設定した。

第 2 図 a に、4-20 Hz 帯域における日ごとのエネルギー輻射量の推移と、Hi-net マグニチュードに基づく M-T 図を示す。6 月 21 日ー7 月 31 日の 41 日間に、この帯域の地震波エネルギーは  $3.1 \times 10^{13} \text{ J}$  ( $M_{\text{Hi}}6.3$  相当) 放出されていた。これは、ほぼ同じ領域で 2021 年 4 月に生じた地震活動に伴う地震波エネルギーの約 13 倍に相当する。エネルギー輻射量が顕著に多かったのは 6 月 21 日ー25 日、6 月 29 日ー7 月 7 日、7 月 11 日ー16 日の各期間であり、とりわけ 6 月 29 日ー7 月 7 日の期間には、解析期間全体の約 70% のエネルギーが放出されていた。期間中に発生した最大地震は  $M_{\text{Hi}}5.2$  であり、7 月 3 日 16 時 13 分、7 月 5 日 6 時 29 分、7 月 6 日 14 時 7 分にそれぞれ発生した。また、 $M_{\text{Hi}}5.0$  以上の地震は期間中に 10 個発生し、そのうち 9 個が 6 月 29 日ー7 月 7 日に集中していた。7/17 以降はエネルギー輻射が低調となり、解析期間以降も 11 月末まで、 $M_{\text{Hi}}5.0$  以上の地震は発生していない。

(澤崎 郁・浅野 陽一・八木 原寛・平野 舟一郎)

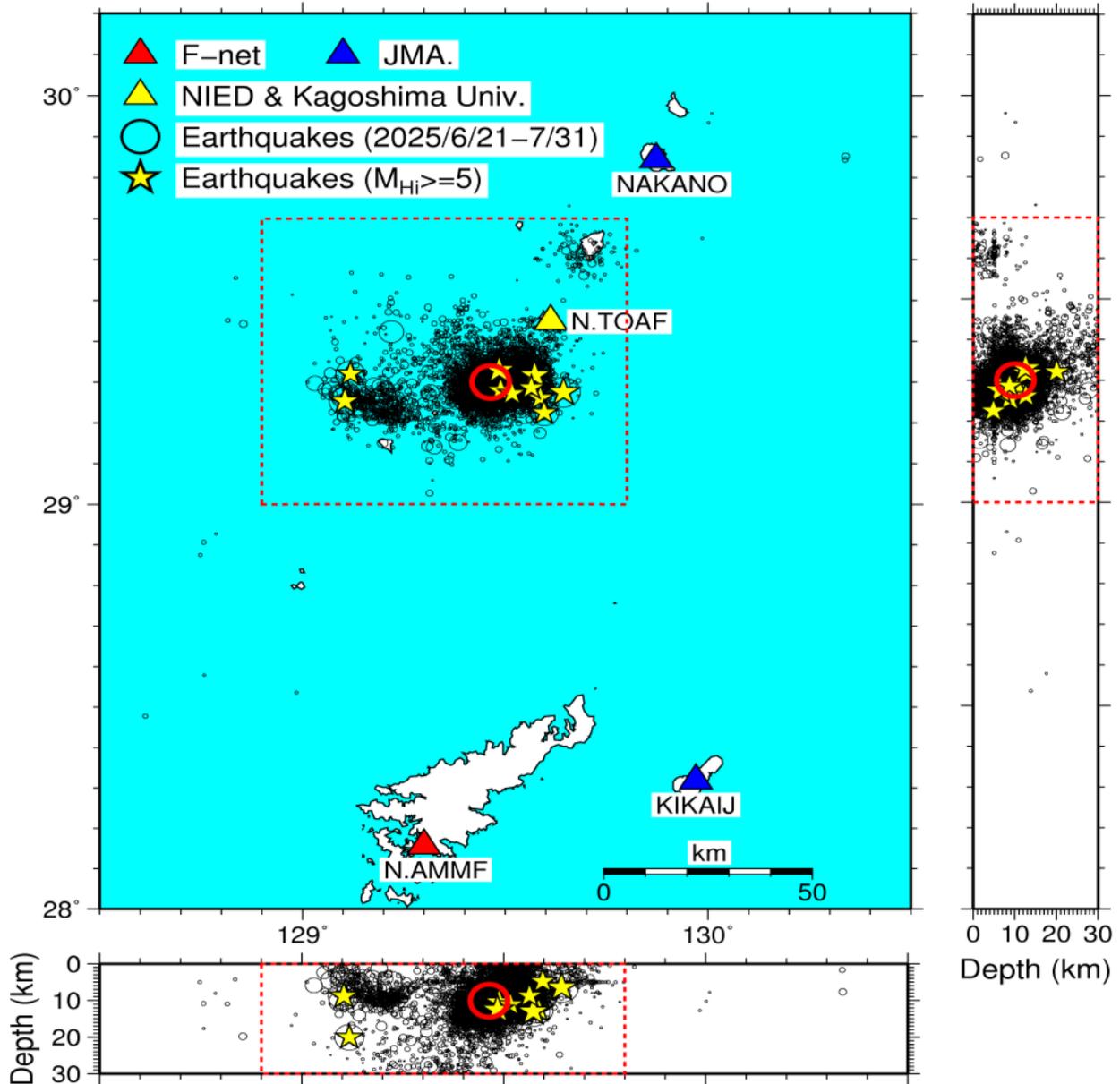
SAWAZAKI Kaoru, ASANO Yoichi, YAGIWARA Hiroshi, HIRANO Shuichirou

## 謝辞

解析には気象庁地震観測点の記録を使用しました。震源決定には気象庁，京都大学，および九州大学の観測記録も使用しました。一部の観測点では東京大学地震研究所共同研究プログラムの援助による衛星通信機器を使用しています。ここに記して感謝いたします。

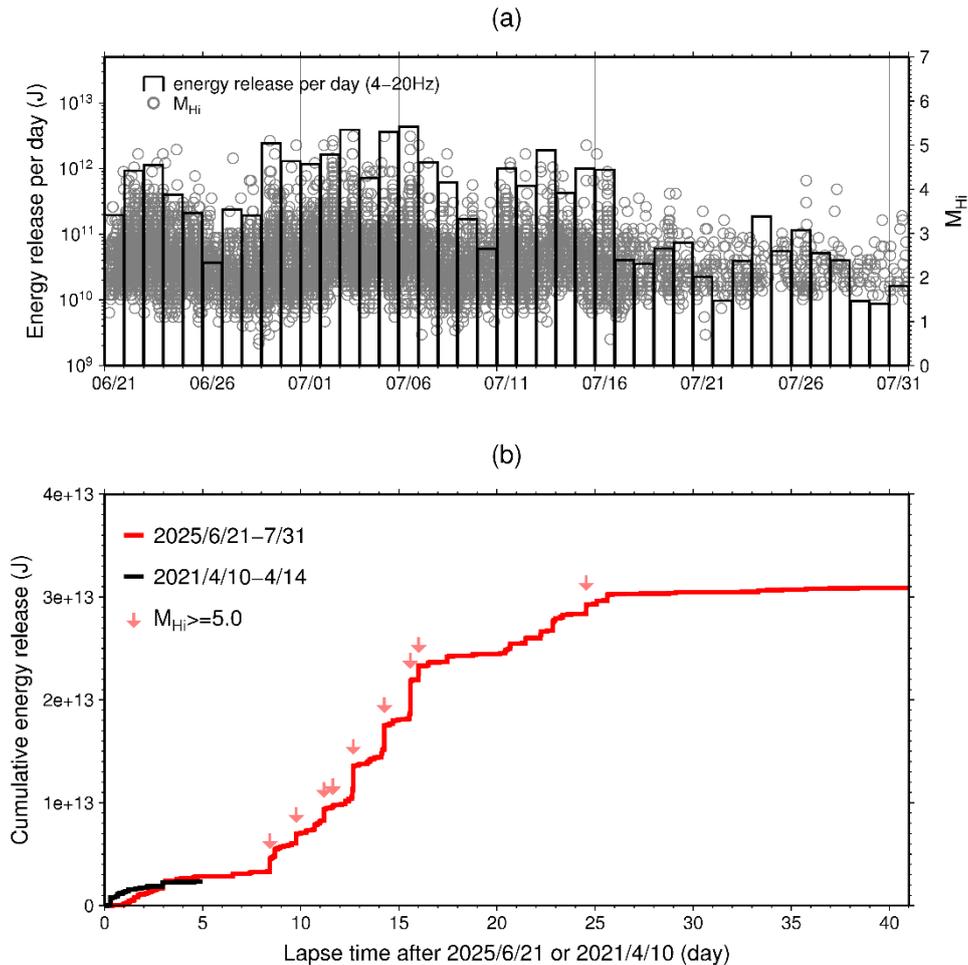
## 参考文献

- 1) Phillips, W., and K. Aki (1986), *Bull. Seism. Soc. Am.*, **76**(3), 627-648,  
<https://doi.org/10.1785/BSSA0760030627>.
- 2) Sawazaki, K., H. Nakahara, and K. Shiomi (2016), *Earth Planets Space*, **68**(1), 183,  
<https://doi.org/10.1186/s40623-016-0557-3>.



第 1 図 Hi-net 震源に基づくトカラ列島近海の地震活動の震源分布。星印と黒丸は、それぞれ  $M_{Hi} \geq 5.0$  以上及び 5.0 未満の震源を表す。赤、黄色、青の三角は、それぞれ F-net、防災科学技術研究所と鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所との合同による臨時広帯域地震観測点、および気象庁の地震観測点を表す。赤丸は高周波エネルギー輻射量推定において仮定したエネルギー輻射点の位置を示す。

Fig. 1 Location of Hi-net earthquake hypocenters associated with the seismic activity near the Tokara Islands. Stars and black circles denote hypocenters of earthquakes with  $M_{Hi} \geq 5.0$  and  $M_{Hi} < 5.0$ , respectively. Red, yellow, and blue triangles indicate seismic stations of F-net, joint observation stations operated by NIED and Kagoshima University, and Japan Meteorological Agency, respectively. Red circle shows the assumed location of high-frequency energy radiation used for estimating radiated energy.



第 2 図 6 月 21 日ー 7 月 31 日の 1 日ごとの 4ー 20Hz 帯域エネルギー輻射量の推移 (棒グラフ, 左縦軸), および Hi-net マグニチュードに基づく M-T 図 (灰色丸, 右縦軸). (b) 同じ期間中の 4ー 20 Hz 帯域の積算エネルギー輻射量の推移. 赤, 黒の線はそれぞれ今回の地震活動, および 2021 年 4 月 10 日ー 4 月 14 日にほぼ同じ領域で発生した地震活動による積算エネルギー輻射量を表す. 矢印は  $M_{Hi} \geq 5.0$  以上の地震の発生時刻を表す.

Fig. 2 Daily variation of radiated energy in the 4–20 Hz frequency band (bar graph, left vertical axis) and M–T plot based on Hi-net magnitudes (grey circles, right vertical axis) from 21 June to 31 July. (b) Cumulative radiated energy in the 4–20 Hz band over the same period. The red and black lines represent the cumulative radiated energy for the present seismic activity (2025) and for the seismic activity that occurred in nearly the same area from 10 to 14 April 2021, respectively. Arrows indicate the occurrence times of earthquakes with  $M_{Hi} \geq 5.0$ .