

8-3 2018年4月9日島根県西部の地震による高周波エネルギー輻射量 High-frequency energy release from the west of Shimane prefecture earthquake on April 9, 2018

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

2018年4月9日1時32分頃、島根県西部の深さ12km付近を震源とする $M_{JMA}6.1$ の地震が発生した。本稿では同地震発生後の地震活動の特徴と、連続地震波形エンベロープ解析から得られた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、図1に示すHi-net地震観測点(赤三角)の速度波形記録に4-20Hz帯域のバンドパスフィルタを施し、3成分波形を2乗和して1秒ごとに平均値をとり、密度 2800kg/m^3 をかけて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¹⁾を用いて、N.GOTH観測点を基準点とするサイト増幅補正を行った。N.OOCHとN.SDAH観測点では本震時に強震動による波形の飽和が見られたため、Hi-netのセンサに併設されているKiK-net地中強震計の加速度記録を積分して速度に変換し、Hi-net記録と同様の処理を行った。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²⁾を施し、エネルギー輻射量の時間変化を推定した。エネルギー輻射点は本震発生位置(図1中赤丸)の深さ12.1kmに固定した。解析に使用した各種パラメータは、 $V_p=5.1\text{km/s}$ 、 $V_s=3.0\text{km/s}$ 、散乱係数 $g_0=1.0\times 10^{-2}\text{km}^{-1}$ 、内部減衰 $Q_i^{-1}=1.2\times 10^{-3}$ 、ガウス型ランダム不均質媒質の速度揺らぎ強度 $\varepsilon=0.119$ 、相関距離5kmと定めた。

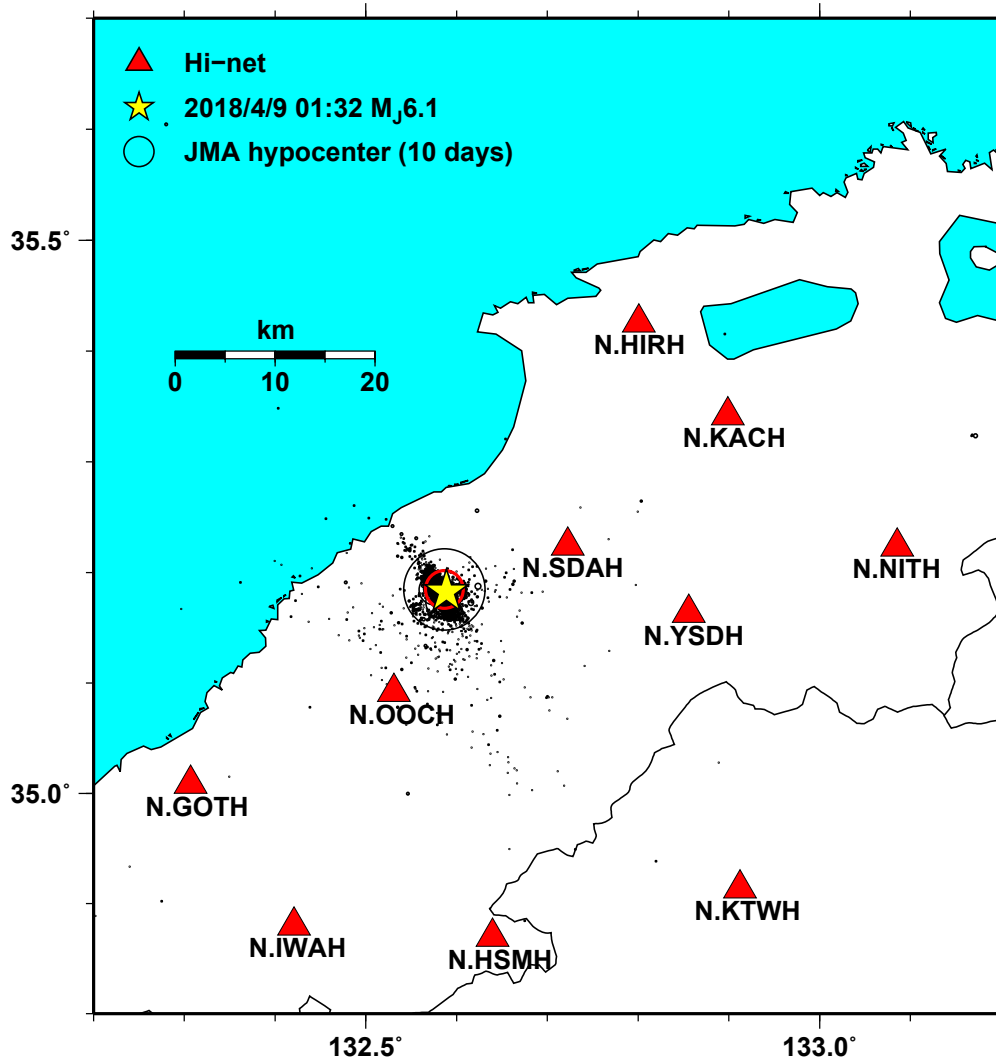
図2aに、4-20Hz帯域でのエネルギー輻射量の推移と気象庁マグニチュードに基づくM-T図を示す。本震発生から10日以内では $M_{JMA}4.5$ 以上の地震は4回発生しており、最大余震は本震の38分後に発生した $M_{JMA}4.9$ の地震である。本震に対する最大余震によるエネルギー輻射量の割合はおよそ2.8%である。図2b, cに、余震による積算エネルギー輻射量と、同量を本震によるエネルギー輻射量(島根県西部の地震の場合 $2.5\times 10^{12}\text{J}$)で規格化した値(NCER)の推移をそれぞれ示す。本震発生から10日後までの余震による積算エネルギー輻射量は本震のエネルギー輻射量の5.9%である。この割合は2016年熊本地震の本震($M_{JMA}7.3$, 13%)よりは小さいが、鳥取県中部の地震($M_{JMA}6.6$, 2.8%)よりは大きい。

(澤崎 郁)

参考文献

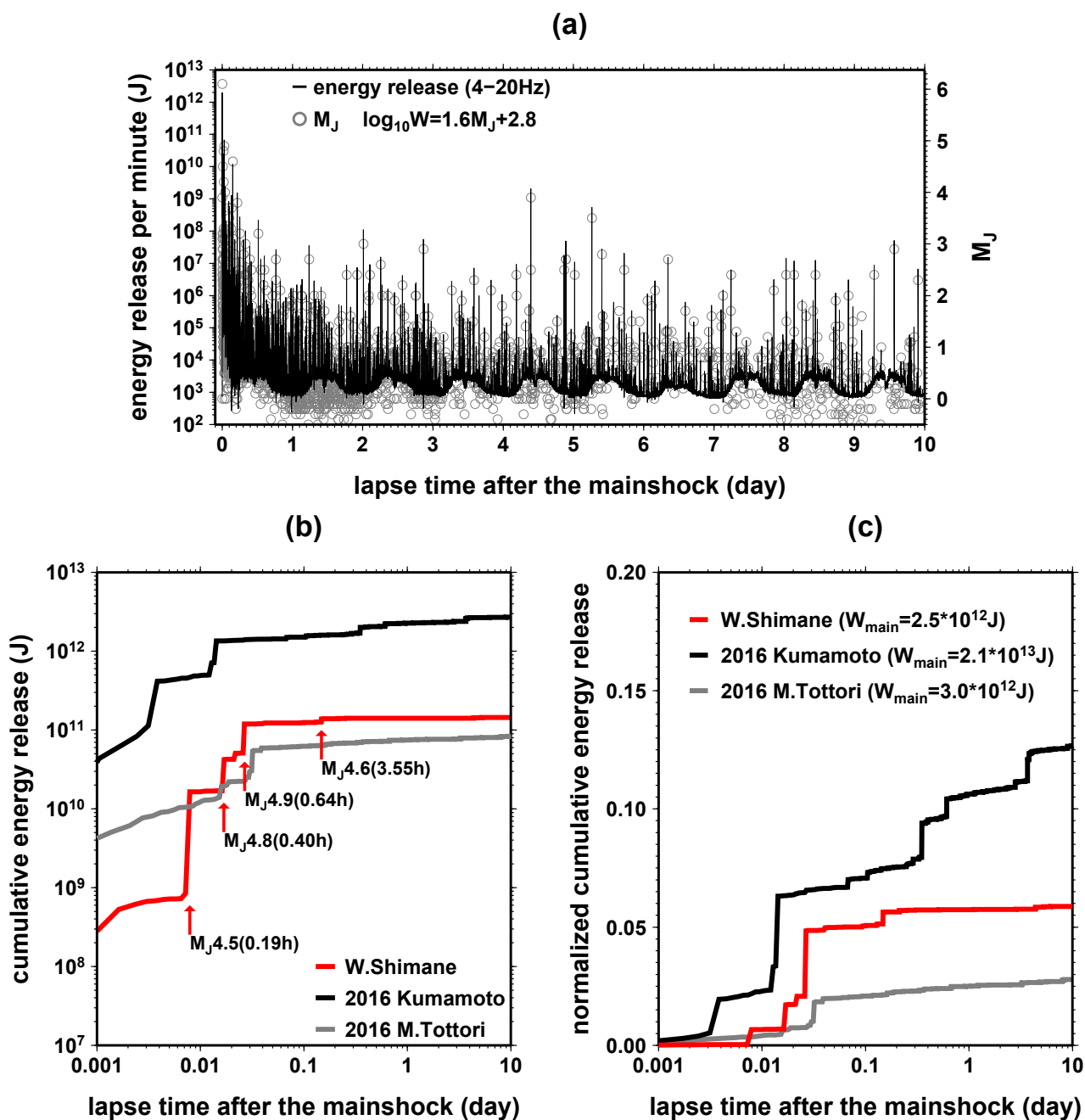
- 1) Phillips, W., and K. Aki (1986), Site amplification of coda waves from local earthquakes in central California, Bull. Seism. Soc. Am., 76(3), 627-648.
- 2) Sawazaki, K., H. Nakahara, and K. Shiomi (2016), Preliminary estimation of high-frequency (4-20 Hz) energy released from the 2016 Kumamoto, Japan, earthquake sequence, Earth Planets and Space., 68(1), 183.

謝辞：解析には気象庁一元化震源を使用しました。記して感謝いたします。



第1図 気象庁一元化処理震源に基づく島根県西部の地震の本震の位置（星印），および本震後10日間に発生した地震（黒丸）の震源分布．三角および赤丸印は，高周波エネルギー輻射量推定に使用したHi-net観測点，および設定したエネルギー輻射点の位置（深さ12.1km）を示す．

Fig. 1 Location of the JMA unified hypocenter of the west of Shimane prefecture earthquake (star) and its aftershocks occurring within 10 days (black circles). Triangles and red circle represent Hi-net stations and the energy release point (depth: 12.1km) used for the analysis.



第2図 (a) 本震発生後10日間の4-20Hz帯域のエネルギー放射率の推移(黒線, 左縦軸), および気象庁マグニチュードに基づくM-T図(灰色丸, 右縦軸). エネルギー放射量 W と M_{JMA} との関係は $\log W = 1.6M_{JMA} + 2.8$ (Sawazaki et al., 2016) としている. (b) 本震発生直後からの4-20 Hz帯域の積算エネルギー放射量の推移. 赤, 黒, 灰色の線はそれぞれ島根県西部の地震, 2016年熊本地震の本震, および2016年鳥取県中部の地震に伴い発生した余震による積算エネルギー放射量. $M_{JMA} 4.5$ 以上の余震が起こった時刻(括弧内)を赤矢印で示す. (c) 図(b)の積算エネルギー放射量をそれぞれの「本震」によるエネルギー放射量で規格化した相対積算エネルギー放射量(NCER)の推移.

Fig. 2 (a) Time-lapse change in the 4 – 20 Hz energy release rate (black curve, left ordinate) and the M-T plot of JMA magnitude (gray circles, right ordinates). The relationship between the energy release W and M_{JMA} is chosen to be $\log W = 1.6M_{JMA} + 2.8$ (Sawazaki et al., 2016). (b) Cumulative 4 – 20 Hz energy release by the aftershocks for each of the west of Shimane prefecture earthquake (red), mainshock of the 2016 Kumamoto earthquake (black), and the 2016 middle of Tottori prefecture earthquake (grey). Red arrows indicate the occurrence of the aftershocks larger than $M_{JMA} 4.5$ with the lapse time after the mainshock in the bracket. (c) Same to Fig. (b) except that the cumulative energy releases are normalized by energy release from their “mainshock” (Normalized Cumulative Energy Release; NCER).