

## 2-2 2019年2月21日胆振地方中東部の地震による高周波エネルギー輻射量 High-frequency energy release from the middle-east of Iburi district earthquake on February 21, 2019

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

2019年2月21日21時22分頃、胆振地方中東部の深さ33km付近を震源とする $M_J5.8$ の地震が発生した。この地震は2018年北海道胆振東部地震の震源に対し、北に約8km、深さ方向で約4km浅い位置で発生しており(図1参照)、北海道胆振東部地震の最大余震と考えられる。本稿では今回の地震を本震とみなし、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(KiK-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 $2800\text{kg/m}^3$ 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<sup>1)</sup>を用いて、N.YUBH観測点を基準点とするサイト増幅補正を行った。N.MBEHとN.MBWH観測点を除く6観測点では本震時に強震動による波形の飽和<sup>2)</sup>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<sup>3)</sup>を施し、エネルギー輻射量の時間変化を推定した。エネルギー輻射点の本震発生位置(図1中赤丸)に固定した。解析に使用した各パラメータは、 $V_P=6.57\text{km/s}$ 、 $V_S=3.74\text{km/s}$ 、散乱係数 $g_0=7.3\times 10^{-3}\text{km}^{-1}$ 、内部減衰 $Q_i^{-1}=1.8\times 10^{-3}$ 、ガウス型ランダム不均質媒質の速度揺らぎ強度 $\varepsilon=0.102$ 、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8日以内では $M_{JMA}3.0$ 以上の地震は5回発生しており、最大余震は本震の1.2日後に発生した $M_{JMA}3.9$ 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およそ0.08%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で規格化した値(NCER)の推移をそれぞれ示す。本震発生から8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0.23%である。この割合は2016年熊本地震の本震( $M_J7.3$ , 13%)や2018年北海道胆振東部地震( $M_J6.7$ , 3.3%)よりも小さい。特に、北海道胆振東部地震よりもNCERが1桁以上小さいという事実は、近接した場所で発生した地震間でも相対的な余震活動の規模が大きく異なる場合があることを示す。同様の例は2004年新潟県中越地震と2007年新潟県中越沖地震にも見出される<sup>4)</sup>。

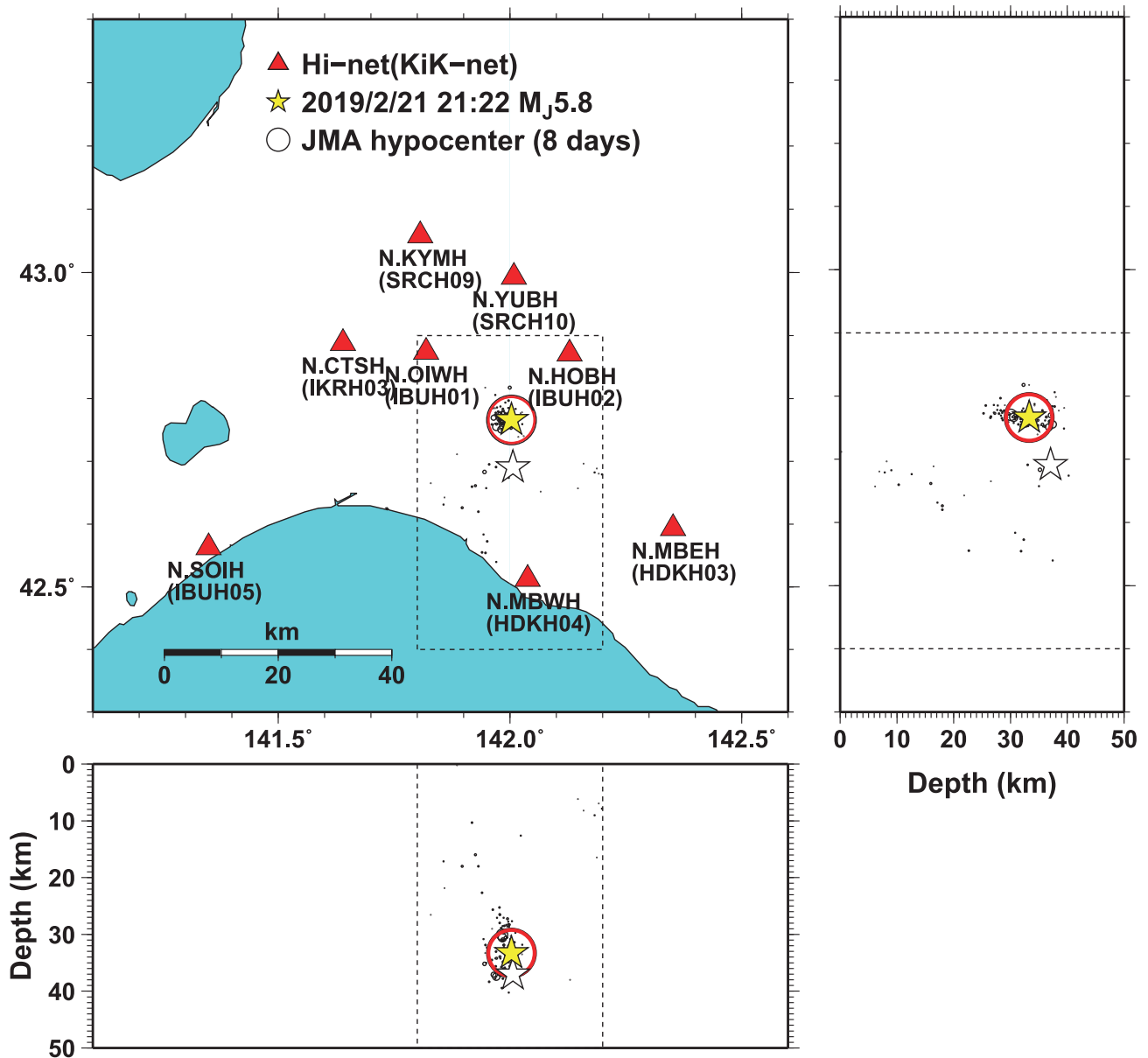
なお、胆振地方中東部の地震のエネルギー輻射量( $3.3\times 10^{12}\text{J}$ )は、北海道胆振東部地震のエネルギー輻射量( $3.8\times 10^{13}\text{J}$ )の9%程度であった。

(澤崎 郁)

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。

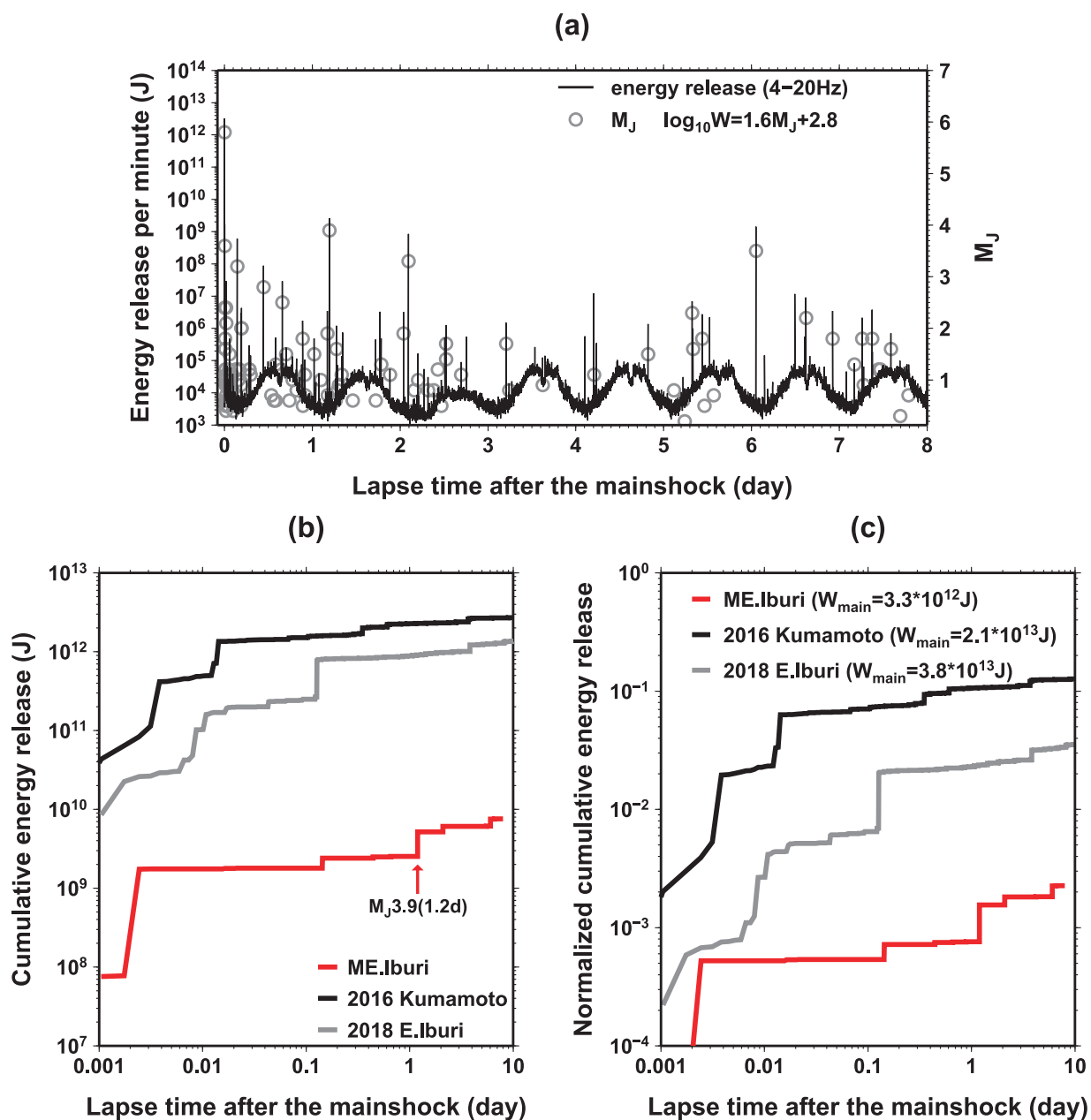
#### 参考文献

- 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) 汐見勝彦, 小原一成, 笠原敬司 (2005), 防災科研 Hi-net 地震計の飽和とその簡易判定, *地震*, 第2輯, 57(4), 451-461.
- 3) 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.
- 4) Sawazaki, K., and K. Shiomi (2017), On high-frequency energy release by aftershocks of several inland large earthquakes in Japan, *JpGU-AGU Joint Meeting 2017*, SSS05-05.



第1図 気象庁一元化処理震源に基づく胆振地方中東部の地震の震源（黄星印），および本震後8日間に発生した地震（黒丸）の震源分布．白星印は2018年北海道胆振東部地震の震源を表す．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（KiK-net）観測点，および設定したエネルギー輻射点の位置（深さ33.3km）を示す．

Fig. 1 Location of JMA unified hypocenters of the 2019 middle-east of Iburi district earthquake (yellow star) and its aftershocks occurring within 8 days (black circles). White star represents hypocenter of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake. Triangles and red circle represent Hi-net (KiK-net) stations and the energy release point (depth: 33.3km) used for the analysis.



第2図 (a) 本震発生後8日間の4–20Hz帯域のエネルギー輻射量の推移(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). エネルギー輻射量 $W$ と $M_J$ との関係は $\log W = 1.6M_J + 2.8$  (Sawazaki et al., 2016)としている. (b) 本震発生直後からの4–20Hz帯域の積算エネルギー輻射量の推移. 赤, 黒, 灰色の線はそれぞれ胆振地方中東部の地震, 2016年熊本地震の本震, および2018年北海道胆振東部地震に伴い発生した余震による積算エネルギー輻射量. 最大余震( $M_J 3.9$ )が起こった時刻(括弧内)を赤矢印で示す. (c) 図(b)の積算エネルギー輻射量をそれぞれの「本震」によるエネルギー輻射量で規格化した相対積算エネルギー輻射量(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  $M_J$  is given by  $\log W = 1.6M_J + 2.8$  (Sawazaki et al., 2016). (b) Cumulative 4 – 20 Hz energy release by the aftershocks for each of the middle-east of Iburi district earthquake (red), mainshock of the 2016 Kumamoto earthquake (black), and the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake (grey). Red arrow indicates occurrence of the largest aftershock ( $M_J 3.9$ ) with the lapse time after the mainshock in the bracket. (c) Same to Fig. (b) except that the cumulative energy releases are normalized by the energy released by their “mainshock” (Normalized Cumulative Energy Release; NCER).