3-10 2021 年 3 月 20 日宮城県沖の地震による高周波エネルギー輻射量 High-frequency energy release from the off-Miyagi prefecture earthquake on March 20, 2021

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

2021 年 3 月 20 日 18 時 9 分頃,宮城県沖の深さ 60km 付近を震源とする M_J6.9 (Hi-net 震源の深 さ 65km, Hi-net マグニチュード M_{Hi}7.0)の地震が発生した.本稿では同地震発生後の地震活動に ついて,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,第1図に示す 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 2800kg/m³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.TOWH 観測点を基準点とするサイト増幅補正を行った.使用した観測点の一部 では本震時に強震動による波形の飽和²⁾が見られたため、本震については Hi-net 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³⁾を施し、高周波エネルギー輻射 量の時間変化を推定した.エネルギー輻射点は余震域の中心付近(第1図中赤丸)に固定した. 解析に使用した各パラメータは、Vp=6.58km/s、Vs=3.80km/s、散乱係数 go=1.5×10⁻²km⁻¹、内部減衰 Qi⁻¹=1.0×10⁻³,ガウス型ランダム不均質媒質の速度揺らぎ強度 ε =0.146,相関距離 *a*=5km と定めた.

第2図 a に、4-20Hz 帯域で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.本震発生から 10 日以内では M_{Hi} 4.5 以上の地震は 8 回発生しており、最大余震は本震の 3 分後に発生した M_{Hi} 5.1 の地震である.本震に対する最大余震による高周波エネルギー輻射量の割 合はおよそ 0.03%である.第2図 b, c に、余震による積算高周波エネルギー輻射量と、同量を本震 による高周波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 10 日後までの余震による積算エネルギー輻射量は、本震の高周波エネルギー輻射量の 0.27%である. この割合は 2003 年宮城県沖の地震 (M_{Hi} 7.5, 0.85%) や,2021 年福島県沖の地震 (M_{Hi} 7.6, 0.57%) よりやや小さい.

なお、今回の地震はプレート境界型地震であり、比較した2地震(いずれもスラブ内地震)とは メカニズムが異なる.また、今回の余震域は本震の破壊開始点から離れた南方に集中するが、同様 の特徴は、同じプレート境界型地震である2016年三重県南東沖の地震でも報告されている⁴⁾.

> (澤崎 郁) SAWAZAKI Kaoru

参考文献

Phillips, W., and K. Aki (1986), Site amplification of coda waves from local earthquakes in central California, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 76, 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**, 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**, 183.
- 4) ヤノ・松原 (2016), 2016 年 4 月 1 日三重県南東沖の地震の余震分布, *予知連会報*, 96, 296– 298.



第1図 Hi-net 震源に基づく宮城県沖の地震の震源(黄星印),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(KiK-net)観測点,およ び設定したエネルギー輻射点の位置を示す.

Fig. 1 Location of Hi-net hypocenters of the 2021 off-Miyagi prefecture earthquake (yellow star) and its aftershocks occurring within 10 days (black circles). Triangles and red circle represent Hi-net (KiK-net) stations and the energy release point used for the analysis, respectively.



 第2図(a)本震発生後10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Hi-net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_{Hi}との関係はlogW=1.6M_{Hi}+2.8³⁾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輻射量の推移.赤,黒,灰色の線は それぞれ今回の宮城県沖の地震,2003年宮城県沖の地震,および2021年福島県沖の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_{Hi}5.1)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.日本とその周辺の地震活動(2020年11月~2021年1月,M≧5.0, 深さ≦700km)

Fig. 2 (a) Time-lapse change in the 4 – 20 Hz energy release rate (black curve, left ordinate) and the M-T plot of Hi-net magnitude (gray circles, right ordinates). The relationship between the energy release W and M_{Hi} is given by logW=1.6M_{Hi}+2.8³). (b) Cumulative 4 – 20 Hz energy release by the aftershocks for each of the 2021 off-Miyagi prefecture earthquake (red), the 2003 off-Miyagi prefecture earthquake (black), and the 2021 off-Fukushima prefecture earthquake (grey). Red arrow indicates occurrence of the largest aftershock (M_{Hi}5.1) 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).