

Seismic radiated energy and source spectra of the regular and deep low-frequency earthquakes in and around the source area of the 2008 Iwate-Miyagi inland earthquake

*Masaki Orimo¹, Keisuke Yoshida¹, Toru Matsuzawa¹, Taka'aki Taira², Kentaro Emoto³, Akira Hasegawa¹

1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, 2. Berkeley Seismological Laboratory, University of California, Berkeley, Berkeley, California, U.S.A., 3. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University

深部低周波地震は、通常地震とは異なる特徴を持つ地震である。同程度の規模の通常地震に比べて、地震波の卓越周波数が低く、特徴的な後続部を持つことが多い。深部低周波地震の地震波放射過程の詳細は、断層破壊が原因であると解明されている通常地震と比べるとよく分かっていない。従って、深部低周波地震と通常地震の地震波のエネルギーを定量化し、比較することが、深部低周波地震の地震波放射過程を解明するために重要である。本研究では、2008年岩手・宮城内陸地震震源域およびその周辺で発生した通常地震と深部低周波地震の震源スペクトルを推定し、規格化エネルギーを系統的に調べた。2008年岩手・宮城内陸地震震源域およびその周辺では、地震発生域でも低周波地震（浅部低周波地震）が発生していることが報告されている（Nakajima and Hasegawa, 2021）。本研究では、これらも解析対象に加えた。地震波の観測スペクトルを用いて震源スペクトルの推定を行う。観測波形は、震源から観測点まで伝播する間に、地震波減衰 Q^{-1} や観測点直下のサイト特性の影響を受けてしまう。震源スペクトルをより正確に推定するためには、これらの影響を取り除く必要がある。本研究では、地震波の後続波を利用したコーダ規格化法（Aki, 1982; Aki and Chouet, 1975）を利用して、地震波減衰 Q^{-1} およびサイト特性を推定した（Takahashi et al., 2005; Yoshida et al., 2017）。この結果、通常地震 1464 個、深部低周波地震 169 個、浅部低周波地震 52 個の震源スペクトルを推定することができた。Snoke (1987) の方法を利用して、規格化エネルギー e_R を推定した。通常地震の $\log_{10}e_R$ の平均値および標準偏差は、それぞれ -4.3、0.39 であり、先行研究（e.g., Kanamori and Brodsky, 2004）と調和的であった。深部低周波地震と浅部低周波地震の $\log_{10}e_R$ の平均値はそれぞれ、-6.9、と -5.5、であった（標準偏差は、それぞれ 0.43 と 0.50）。低周波地震の規格化エネルギーは、通常地震のそれと比較して、一桁から二桁程度小さかった。通常地震と低周波地震の地震波放射過程の違いを反映していると考えられる。通常地震の規格化エネルギーの空間分布には、特徴が見られた。規格化エネルギーが比較的小さい通常地震が、2008年岩手・宮城内陸地震震源域近傍の火山近傍で多く発生しており、浅部低周波地震とも近接した場所で発生する傾向が見られた。2008年岩手・宮城内陸地震震源域近傍の火山周辺は、間隙水圧比が比較的大きい地域である。高間隙水圧が、地震波放射に影響を与えていることを表しているのかもしれない。本研究では、解析対象域の地震波減衰 Q^{-1} が空間的に均質であると仮定した。しかし、深部低周波地震は通常地震よりも深部で発生するため、実際には、深部低周波地震の代表する Q^{-1} が通常地震と異なる可能性がある。深部低周波地震発生帯と上部地殻の地震波減衰 Q^{-1} の違いが解析に与える影響を評価するため、深さ 15 km を境界とした地震波減衰 Q^{-1} の二層構造を仮定した。その場合に得られた規格化エネルギーを、空間的に均質な Q^{-1} を仮定した場合の結果と比較したところ、 $\log_{10}e_R$ の平均値が、0.1 程度変化しただけで、顕著な違いは見られなかった。地震波減衰 Q^{-1} の空間的均質性の仮定が、通常地震と深部低周波地震の違いに与えた影響は限定的であると考えられる。