

間隙水圧観測から検出した2011年東北地方太平洋沖地震による透水性変化 Change of permeability caused by 2011 Tohoku earthquake detected from pore pressure monitoring

木下 千裕^{1*}; 加納 靖之²; 伊藤 久男²
KINOSHITA, Chihiro^{1*}; KANO, Yasuyuki²; ITO, Hisao²

¹ 京都大学大学院理学研究科, ² 京都大学防災研究所附属地震予知研究センター
¹Graduate School of Science, Kyoto University, ²DPRI

地震に伴う地下水変化(水位, 流量, 自噴量, 化学成分など)はコサイスマックな変化として, あるいは前兆現象として昔から広く観測されている。京都大学防災研究所附属地震予知研究センターでは, 2005年から岐阜県神岡鉱山において間隙水圧と気圧の連続観測を行い, 地震による地下水変化を調べている。間隙水圧の測定には探鉱のために掘られた既存のボアホールのうち湧水のあるものから, 2つのボアホールを選び使用している。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の際には震央距離がおよそ523kmであるにもかかわらず, 顕著な間隙水圧の減少が観測された。これは東北地方太平洋沖地震により震源域西側の地殻が伸びたこと, あるいは地震動によって水が間隙中を通りぬけやすくなり, 地下水が流出したことで説明できる。そこで, 本研究は東北地方太平洋沖地震に伴う透水性変化について潮汐応答(潮汐による間隙水圧変化)を用いて明らかにすることを目的とした。間隙水圧は気象や地球潮汐, 地殻変動などの外的要因により日々変化する。気象や地殻変動は一定ではないため, 「地震による地下水変化」のみを検出することは難しい。そこで, 地球潮汐による変形をほぼ一定と見なし, 帯水層内の状態が変化しない限り同じ応答を示すと仮定し, 地震前後の潮汐応答を比較した。間隙水圧データから潮汐応答を抜き出すために, 潮汐解析ソフトBAYTAP-Gを使用した。潮汐解析の中で着目した分潮はM2, O1分潮であり, 半日周期と1日周期をもつ。解析より, M2, O1分潮の振幅は東北地方太平洋沖地震後共に減少し, 位相変化もみられた。この結果は地震後帯水層内の岩盤の状態あるいは物性が変化したことを示唆する。さらに, 線形間隙弾性理論と拡散方程式を用いて地震前後の水理拡散率を見積もった。2本のうち1本のボアホールにおいて, 体積弾性率を一定と仮定した場合, 水理拡散率は地震前8.9 m²/sから地震後65.0 m²/sに増加したことがわかった。この結果は地震後に間隙水圧が減少したこととよく一致している。また震央距離やマグニチュードの違いによる地震前後の透水性変化の有無について調べるため, 2007年に発生した能登半島地震(M6.9)に対して同様の手法を用いて解析を行った。観測点までの震央距離はおよそ112kmであったが, 地震前後で水理拡散率変化はみられなかった。震度は同程度であるにもかかわらず, 東北地方太平洋沖地震では水理拡散率が増加し, 能登半島地震では変化しなかったのかを調べるため①静的ひずみ変化, ②動的ひずみ変化, ③地震波の卓越周波数, ④方位角の4つの項目について水理拡散率変化との相関について検証した。

キーワード: 水理拡散率, 間隙水圧, 地球潮汐

Keywords: hydraulic diffusivity, pore pressure, Earth tide