

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・加納靖之・伊藤久男

○Chihiro KINOSHITA, Yasuyuki KANO, Hisao ITO

Changes in well water level, streamflow, and chemistry of groundwater after earthquakes have been widely observed. We have monitored pore and atmospheric pressures at the Kamioka mine in Gifu Prefecture of central Japan. Pore pressure decreased after the Tohoku earthquake (M9.1) on 11 March 2011, which may be attributed to a permeability increase. We focus on the Earth tide response of pore pressure before and after the earthquake to evaluate rock permeability changes. If we assume that the elastic coefficient is constant, then hydraulic diffusivity increased from 8.9 to 65.0 m²/s after the Tohoku Earthquake. We also analyzed data before and after the 2007 Noto Hanto Earthquake (M6.9) and did not detect hydraulic diffusivity changes. We examined the amount of dynamic and static strain change caused by the Tohoku and Noto Hanto earthquakes, and show that it is difficult to explain the permeability enhancement to only dynamic and static strain.

地震に伴う地下水変化(水位, 流量, 自噴量, 化学成分)はコサイスミックな変化として, あるいは前兆現象として昔から広く観測されている(e. g., Roeloffs, 1996). 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, 地震による地下水応答を調べている(Kano et al., 2006). 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 523 km であるにもかかわらず, 顕著な間隙水圧減少が観測された. 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っ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. 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. 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. しかし, 実際は同時に体積弾性率も変化している可能性があり, さらなるモデルの見直しが必要である.

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 112 km 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. 水理拡散率を変化させる要因を明らかにするため, 東北地方太平洋沖地震と能登半島地震の静的ひずみ, 動的ひずみの変化量を比較した. しかし両者に有意な差はなく, 他の要因の存在を示唆する結果となった.