

気圧変化に伴う湧水量変化の周波数特性を用いて推定された透水性の変化 Permeability change estimated by using frequency property of the atmospheric effect on groundwater discharge

向井 厚志^{1*}; 大塚 成昭²; 福田 洋一³
MUKAI, Atsushi^{1*}; OTSUKA, Shigeaki²; FUKUDA, Yoichi³

¹ 奈良産業大学情報学部, ² 神戸学院大学人文学部, ³ 京都大学大学院理学研究科

¹Nara Sangyo University, ²Kobe Gakuin University, ³Graduate School of Science, Kyoto Univ.

兵庫県南部の六甲高雄観測室は万福寺断層の破碎帯を貫いており、常時、約 550ml/s の湧水が生じている。この湧水量は降水によって季節的に変化するとともに、地震に伴って短期的に変化している。例えば 2011 年東北地方太平洋沖地震直後には、約 50 % の湧水量の増大が観測された。向井・大塚 (2014) は、水源から観測室へと被圧地下水層を流れる一次元地下水流をモデル化し、観測された湧水量変化および間隙水圧変化の時系列データから 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う透水係数の変化を推定した。推定された地震直後の透水係数は、地震前と比べて約 20 % の上昇を示した。この地震に伴う透水係数の上昇は、地震動によって周辺岩盤の亀裂に蓄積された泥分が緩んだり流出したりしたことによるものと推察された。

周辺岩盤の透水性の変化は、湧水量自体だけでなく、その気圧応答にも影響を及ぼすことが予想される。本研究では、被圧地下水層に周期的な大気荷重が作用する一次元地下水流モデルに基づいて、観測された湧水量の気圧応答から周辺岩盤の透水性の経年変化を推定した。このモデルから導出される湧水量の気圧応答係数の式は、振動数 f の気圧変化に対して $a\sqrt{f}$ と表される。式中の係数 a は、透水係数 k と貯留係数 S の平方根 \sqrt{kS} に比例する。そのため、解析区間を移動させながら気圧応答の周波数特性を求めることによって、周辺岩盤の透水性の経年変化を推定することができる。

2001 年以降に六甲高雄観測室で得られた湧水量観測値と神戸地方気象台の地上気圧観測値を FFT で周波数解析し、振幅の比から湧水量の気圧応答係数を計算した。このとき、2048 データ (85.3 日) を解析区間とし、それを 240 データ (10 日) ずつ移動させながら全 348 区間の気圧応答係数の周波数特性を求めた。その後、湧水量変化と気圧変化が高い相関を示す 0.5~7 日の周期帯において気圧応答係数の周波数特性に \sqrt{f} を当てはめ、各解析区間の係数 a の値を推定した。係数 a は 2011 年東北地方太平洋沖地震の際に約 2 倍の増大を示し、時系列データに基づく向井・大塚 (2014) の解析結果と同様に、地震に伴う透水性の上昇が確認された。また、2004 年紀伊半島南東沖地震等の大きな地震時にも係数 a の増大、すなわち透水性の上昇がみられる。

係数 a は地震だけでなく、降水の影響も受けている。その時間的な変化は、2001 年以降のほとんどの期間において、積算降水量の季節的な変化と正の相関を示している。降水後に間隙水圧が上昇することによって、亀裂内の泥分が緩んだり流出したりして透水性が上昇している可能性が考えられる。

キーワード: 透水性, 湧水量, 気圧応答

Keywords: permeability, groundwater discharge, atmospheric effect