

R003-12

Zoom meeting A : 11/3 AM2 (10:45-12:30)

12:00-12:15

## 注水実験に伴う自然電位変動—断層近傍の物理特性の検出に向けて—

#村上 英記

高知大・自然科学系

### Self-potential variations associated with water injection experiments

#Hideki Murakami

Natural Sciences Cluster, Kochi Univ.

We observed the self-potential around the water injection borehole installed on the Nojima fault during repeated water injection experiments from 1997 to 2018. The observed self-potential variations included large leakage currents and some small self-potential variations associated with water injection. Most of the self-potential variations associated with water injection can be explained as streaming potential due to the water flow from the borehole to rocks. However, there were self-potential variations that could not be explained by the streaming potential even though the variations of self-potential started with the start of water injection. In this paper we discuss the possibility that these variations are caused by redox reactions induced by water injection.

1995年兵庫県南部地震(Mw=6.9)の地表地震断層である野島断層の回復過程の検出を目的とした注水実験が1997年から2018年の間に実施された。注水実験では野島断層近傍に設けられた1800m孔に対して注水を実施し、注水期間中の周辺部の微小地震活動、800m孔底の歪み変化、800m孔の湧水量変化、そして地表における自然電位変化などの測定が実施された。注水に伴うこれらの変動から、1995年の地震により生じた地下の透水性の増加(破碎度の増加)が地震後の数年で減少し定常状態に達したことが明らかになった。ただし、ほとんどの注水実験では深度540m付近のケーシング・パイプの継ぎ手からの流出であることが1800m孔内に設置された温度計から推定されているので、断層破碎帯そのものの変化というよりは断層近傍の深さ540m周辺の変化として解釈すべきである。

地表において1800m注水孔周辺で実施した自然電位測定において、1例を除いて注水に同期した自然電位変動が観測されている。その自然電位変動の特徴は、注水の開始と停止操作に同期した電位変動であり、変動の極性は注水孔から離れた基準点から見て負に変動する、また変動の大きさは注水孔からの離れると小さくなる、というものである。これらの特性は、注水孔から周囲の岩石中に水が流出することにより発生する流動電位(ゼータ電位は負とする)を、導体である注水孔が地表面までつたえているというモデルで説明が可能である。まこのモデルを使い地下の透水性を評価してきた。しかし、2000年代中頃から注水孔から離れた地点で注水に同期した自然電位変動の極性が逆(変動極性が正)になる場合が表れた。また、1800m孔の地表面の注水口を電極と見立てて電位差を計測すると同じく正側に変動する結果が得られている。また、2018年度におけるこの正側への変動の収束には注水停止後1週間以上かかっている。これらの変動を、先の流動電位モデルで説明することは難しい。注水実験時の自然電位変動から、地下の水理特性の変化をより正確に検出するにはこれらの自然電位変動を説明する必要がある。

注水を実施しない状態での地表面における電位分布は、注水孔を中心にした負の電位異常を形成している。一般的に、この電位異常は、ケーシング・パイプが地表付近の酸化環境と深部の還元環境を貫いているために、深部の低酸化還元電位部分から地表付近の高酸化還元電位部分へ導体であるケーシング・パイプ中を電子が流れ、周囲の地層中を電流(深部で外向き、浅部で内向き)が流れるために発生すると考えられている。この状況は第一近似として、地表付近に負の電荷、深部に正の電荷を持つ双極子モデルで表現できる。流動電位で説明できない自然電位の変動の一部について、注水による酸化還元状況の変化に起因する電位変動で説明可能であるかを議論する。

野島断層注水実験における自然電位変動の観測は、大志万直人、吉村令慧、山口 寛、西上欣也及び京都大学防災研の技官・院生諸氏との共同研究として実施をおこなったことを記して感謝いたします。