

## 野島注水実験における自然電位変動の問題点

# 村上 英記 [1]; 大志万 直人 [2]; 山口 覚 [3]; 吉村 令慧 [2]; 藤 浩明 [4]

[1] 高知大・自然科学系・理学部門; [2] 京大・防災研; [3] 大阪市大・理・地球; [4] 京都大学・大学院・理学・地磁気センター

### Some problems concerning self-potential variations during Nojima water injection experiments

# Hideki Murakami[1]; Naoto Oshiman[2]; Satoru Yamaguchi[3]; Ryohei Yoshimura[2]; Hiroaki Toh[4]

[1] Natural Sciences Cluster-Science Unit,

Kochi Univ.; [2] DPRI, Kyoto Univ.; [3] Geosciences, Osaka City Univ.; [4] DACGSM, Kyoto Univ.

<http://sc1.cc.kochi-u.ac.jp/~murakami/>

We report some problems concerning self-potential variations associated with Nojima water injection experiments. Nojima water injection experiments have been repeated six times at 1997, 2000, 2003, 2004, 2006 and 2009 to investigate the properties and healing processes of the fault zone. We set up electrodes around the water injection borehole and observed self-potential variations to investigate the magnitude of electrokinetic and hydraulic parameters around the Nojima fault zone. Observed self-potential variations associated with water injection were explained well with an electrokinetic effect due to the underground flow of the injected water. However, self-potential variations that were not explained by the model were observed recently.

#### 1. はじめに

1995年兵庫県南部地震の地表地震断層である淡路島の野島断層の回復過程を調べるために1997年以来数年おきに繰り返し注水実験が実施されてきた。この注水実験は、地下1800mで野島断層を貫いているボーリング孔に対して地表から注水をおこなうというものである。注水時あるいは注水後の地震活動、地殻変動、水位などととも地表において電場を観測し、断層の回復過程が調べられてきた。

多くの観測項目から、地震発生後数年で地下の透水係数が地震直後の半分程度になり、その後はさほど変化していないことがわかってきた。注水時の電場計測においても同様の結論を得ている(Murakami et al., 2001, 2007)。

これまで注水に伴う電場変動を流動電位として説明するモデルを構築し観測データを説明してきたが、モデルにあわない電場変動が近年明らかになってきたので、この現象について報告をする。

#### 2. 野島注水実験

1995年兵庫県南部地震発生後の1997年から断層の回復過程を調べるために、1800m孔を使用して1997年、2000年、2003年、2004年、2006年、2009年の6回実施されてきた。この注水実験の際に、注水孔を中心とした地表面に電極を20数点程度設置し当初計画では、地下1800mの断層破砕帯から水を流出させることを計画していたが、孔内に設置した温度計のデータから深さ550m付近のケーシングパイプの継ぎ手付近から漏水していることが明らかになっており。そのため、現状で把握しているのは断層破砕帯そのものの回復過程ではなく断層近傍における透水係数の変化を得ていることになる。

注水実験時に観測される電場変動には3つの特徴がある; 1)注水の開始・停止に同期した変動である, 2)注水時に注水孔周辺が電位的に負に変動する, 3)注水孔から離れるにしたがい変動の大きさが小さくなる。

これらの注水に同期した電場変動を、注水孔から流出する水が地下の岩石中を流れることで発生する流動電位を注水孔のケーシングパイプが地表面に電位を伝えるために、注水に伴う電場変動が地表面に現れるというモデルで説明してきた。その結果として、1997年から2000年の間に透水係数が約30%程度減少し、2003年には1997年の約半分程度に透水係数がなり2004年には特に変化はないことが確認された。

#### 3. 明らかになった注水時の電場変動に見られる問題点

注水時の電場変動を説明するためのモデルで説明できない現象が近年の観測で明らかになってきた。それは2004年くらいから顕著になってきたことであるが、近年特に明瞭になってきた。それは、注水孔のごく近傍及び注水孔から離れた一部の観測点で、注水時の電位変動は負ではなく正になるというものである。

明らかになった現象を詳細に調べるために、2006年及び2009年の注水実験時に注水孔そのものの電位変動を計測するなどの観測をおこない次のような事がわかった; 1)注水孔は注水時に大きく正に変動している, 2)しかし、電位的に正に変動する領域は注水孔からせいぜい2m程度の範囲に限定されている, 3)2m以上注水孔から離れると従来通り電位的に負に変動する, 4)しかし、注水孔から約50m離れた観測小屋付近では再び正の変動になる, 5)正の変動になっている電極では昼間の漏洩電流による電場変動も逆センスである。

この現象が、計測上の問題(グラウンド点の移動など)か地下構造比抵抗構造の変化に伴う変動によるものなのかは現状では把握しきれていない。

これらの現象の詳細について報告をするので御議論いただきたい。