

繰り返し注水実験から推定される野島断層の回復過程

村上 英記 [1]; 大志万 直人 [2]; 吉村 令慧 [2]; 三浦 勉 [2]; 加茂 正人 [2]
[1] 高知大・自然科学系; [2] 京大・防災研

Healing process of the Nojima fault damage zone deduced from repeated water injection experiments

Hideki Murakami[1]; Naoto Oshiman[2]; Ryohei Yoshimura[2]; Tsutomu Miura[2]; Masato Kamo[2]
[1] Natural Sciences Cluster, Kochi Univ.; [2] DPRI, Kyoto Univ.

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

The 1995 Hyogoken-Nanbu earthquake (Mw 6.9) ruptured the Nojima fault, Awaji Island, southwest Japan. To investigate the healing process of a fault damage zone after a large earthquake, repeated water injection experiments have been conducted every few years in an 1800-m-long borehole near the Nojima fault from 1997 to 2018. In experiments, the variations of self-potential have been observed around the borehole. From the resulting data, the hydraulic parameters of the fault damage zone decreased until 2003, and then, it stabilized or increased slightly through 2018. These changes in hydraulic parameters indicate that the fault damage zone stabilized within 8 years after the occurrence of the earthquake.

淡路島の西岸部を北東-南西方向に走る長さ約 10km の野島断層は、1995 年兵庫県南部地震 (Mw6.9) の際に断層南東側 (山側) が南西方向に約 1-2m 右横ずれし、約 0.5-1.2m 隆起した。1995 年兵庫県南部地震に先行する野島断層を含む六甲-淡路島断層帯の地震活動は約 1100-2400 年前と推定されている (産業技術総合研究所,2002)。このように繰り返し地震を引き起こす断層では、次の地震に向けてどのようなことが起きているのだろうか。地震を引き起こすためには、歪みを蓄積する必要がある。そのために一度動いた断層面の固着 (回復過程) が進行することが期待される。

1995 年兵庫県南部地震以降の野島断層の回復過程をモニターすることを目的として、深さ 1800m で断層破砕帯を貫くボーリング孔を使用して 1997 年から 2018 年末までに 8 回の注水実験が実施された。この注水実験では、断層の固着過程を注水孔から周辺に水が拡散する際の透水特性により評価する。注水実験時には、隣接するボーリング孔の湧水量とボーリング孔内の歪、周辺の微小地震活動、アクロスによる地震波速度、そして自然電位の計測が実施された。2013 年を除く注水実験では、深さ 540m のボーリング孔の継ぎ手部分から漏水をしていたと推定されるため、野島断層の破砕帯のコア部分ではなくその周辺部の透水特性の時間変化について自然電位計測の結果から述べる。

注水孔周辺の地表面における自然電位は注水時に次の 3 つの特徴を示す: 1) 注水孔周辺が電氣的に負に変化する、2) 変動量は注水孔からの距離が大きくなると小さくなる、3) これらの変化は注水の開始・停止に同期している。これらの特徴は、ボーリング孔から流出した水が周囲の岩石中を流れることにより発生する流動電位がボーリング孔ケーシングパイプを伝わり地表面に電位変動を伝えるというモデルで説明できる (Murakami et al., 2001,2007)。注水の流量 (J) と地表面の電位変動から推測する電流量 (I) の比は、水理係数 (透水係数, 空隙率, 屈曲度の関数) と電氣的係数 (水の誘電率, ゼータ電位の関数) の比として表すことができる。注水には、注水実験の現場の近くを流れる小川の水を使用しており、2 回の化学分析から成分に大きな変化は認められなかったため電氣的係数の経年変化は考えにくい。そのため、流量 (J)/電流量 (I) の経年変化は地下の水理係数の変化を表していると考えられる。流量 (J)/電流量 (I) は、1997 年から 2003 年にかけて減少し、2018 年の結果は 1997 年から 2000 年の上限値よりも小さいが 2003 年よりも大きいという結果になっている。2004 年以降のデータには流動電位モデルで説明できない変動も含まれているため、検討の余地が残るものの 1997 年から 2003 年にかけての減少は地震後の数年で断層周辺部の透水性が減少したことを示している。本発表では、モデルで説明できない変動についての検討についても触れる予定である。

本研究は、東京大学地震研究所特定共同研究 (A) 課題番号 1906 「注水実験による内陸地震の震源断層の詳細な構造と回復過程の研究」により実施された。