

断層破砕帯における水素ガスの移行経路の検討

Path of hydrogen gas in fault zones

丹羽 正和 [1]; 島田 耕史 [1]; 黒澤 英樹 [1]; 石丸 恒存 [1]; 小坂 英輝 [2]

Masakazu Niwa[1]; Koji Shimada[1]; Hideki Kurosawa[1]; Tsuneari Ishimaru[1]; Hideki Kosaka[2]

[1] 原子力機構; [2] 環境地質

[1] JAEA; [2] Kankyo Chishitsu Co.,Ltd

活断層帯直上では、大気中の水素ガス濃度（約 0.5ppm）の数 10 倍以上の水素ガスの放出が報告されている（例えば、Wakita et al., 1980, Science; Sugisaki et al., 1983, Journal of Geology）。これらの水素ガスの起源は、水素の安定同位体比により、地震震源深度付近にあることが示されている（Kita et al., 1980, Geochemical Journal）。また、岩石の破壊実験からは、鉱物破壊表面と水とのラジカル反応による水素の発生が確認されている（Kita et al., 1982, JGR; Kameda et al., 2003, GRL など）。以上の事実を背景として、特に 1980 年代以降、断層の活動性評価や地震予知を視野に入れた活断層での水素ガス濃度測定が行われてきた（野津, 2005, 月刊地球）。

水素ガスの濃度変化に基づき、断層の活動性評価などについて議論するためには、地下の水素の移行経路について理解することが不可欠である。Arai et al.(2001, Island Arc) や島田ほか（2005, 合同大会要旨）は、断層破砕帯を貫くボーリングコアからガスを抽出してガスクロマトグラフによって測定し、割れ目の多いゾーンで水素が高濃度となることを示した。さらに、島田ほか（2006, 2007, 連合大会要旨）は、携帯型の水素ガス検知器により、原位置において数時間で水素ガス濃度を測定できる手法を開発し、断層帯およびその周辺における水素ガス濃度の空間分布データを取得する上での有効性を示した。しかし、断層破砕帯露頭における水素ガスの移行経路についての検討は未だ十分になされていない。そこで本研究では、島田ほか（2006, 2007）の手法に従って、1 箇所の破砕帯露頭の複数地点において水素ガス濃度の測定を行い、破砕帯を横切るセクションで水素ガス濃度のプロファイルを作成し、破砕帯中の水素ガスの移行経路について検討した。

調査対象とした露頭は、岐阜県中津川市川上に露出する、阿寺断層（活断層）の破砕帯露頭である。破砕帯は西から、白亜紀濃飛流紋岩に属する溶結凝灰岩が破砕した断層角礫（幅約 14m）、スメクタイトを主体とする粘土鉱物で占められる断層ガウジ（幅約 1.2m）、苗木花崗岩に属する花崗岩が破砕した断層角礫～カタクレーサイト（幅約 5m）からなる（丹羽ほか, 2006, 連合大会要旨）。本研究では、破砕帯およびその周辺の健岩部中の割れ目において、複数地点で水素ガス濃度変化を測定した。

測定方法の概略は次の通りである。まず、手動のドリルで深さ 20～45cm、直径 9mm の孔を掘削する。約 10 分放置した後、孔径 6mm、肉厚 2mm のテフロンチューブを挿入し、チューブの口を、大気中でゼロ補正した携帯型水素ガス検知器から 2 方向に枝分かれしている口的一方につなぐ。検知器からのもう一方の口は、三方コックを介して注射器と連結し、注射器による吸引で孔の中の気体を大気中に追い出す。最後に、三方コックを付けた側のチューブを封鎖し、3 時間放置して孔から新しく放出される水素ガスの測定値の変化を調べる。測定開始直後は、掘削による擾乱などに伴う一時的な測定値の上昇が見られることがあるが、孔の中から高濃度の水素ガスが放出を続けている場合は、2 時間～3 時間経過した後も高い測定値を示し続ける。

本調査露頭における測定の結果、断層角礫およびカタクレーサイトでは測定開始 2 時間～3 時間後も毎分 60ppm 以上の高濃度の水素ガスが放出され続ける一方、断層ガウジでは、健岩部中の割れ目とともに、数 ppm 以下となることが明らかとなった。特に、花崗岩の断層角礫～カタクレーサイトでは、毎分 300ppm 以上の高濃度を示し続ける。すなわち、破砕帯中の水素ガスの移行経路としては、断層すべりの中心となっている断層ガウジよりも、隣接する断層角礫やカタクレーサイトの方が有効であることを示している。

スメクタイトを主体とする断層ガウジは、割れ目が密に発達する断層角礫～カタクレーサイトに比べ、透水性が非常に低いことが推定される。島田ほか（2005）は、断層帯を貫くボーリングコアから測定した水素ガス濃度分布に基づき、断層破砕帯深部で生成された水素ガスが、濃度差を駆動力とする拡散ではなく、地下水に溶解して高透水性部に沿って移動する移流によって地表付近まで運ばれてくると解釈した。本研究結果も、島田ほか（2005）における解釈を強く支持する。花崗岩の破砕帯で特に水素ガス濃度が高い点については、水素発生ポテンシャルの高い層状ケイ酸塩鉱物の割合が、溶結凝灰岩よりも花崗岩の方が多く、あるいは、水みちとなる割れ目の密度が、花崗岩の破砕帯の方でより高い、といった要因が考えられるが、今後さらなる検討が必要である。