

地震断層運動にともなう水素の発生と地下生命圏のリンケージ

Hydrogen generation during simulated earthquake faulting: its implication for subsurface microbial evolution

廣瀬 丈洋^{1*}, 鈴木 勝彦²

Takehiro Hirose^{1*}, Katsuhiko Suzuki²

¹海洋研究開発機構 高知コア研究所, ²海洋研究開発機構

¹Kochi/JAMSTEC, ²JAMSTEC

1970年代後半に海嶺近傍で熱水噴出孔が発見されて以来、初期生命の誕生と進化の場として最も有力な環境が、深海の水素に富む熱水循環場であると考えられてきた (i.e., Yanagawa & Kojima, 1985). 最近の生化学、分子生物学などの成果から、全生物の共通祖先は水素をエネルギー源にして有機物を作り出す化学合成微生物 (メタン生成菌) が有力であると考えられ、メタン生成菌が一部の熱水噴出孔近傍から発見されはじめたからである。このような環境における水素の起源は、超塩基性岩の蛇紋岩化反応とされてきた (Seyfried et al., 1979). しかし、超塩基性岩が地殻浅部に露出していない場所 (例えば、東太平洋海膨) においても水素に富む熱水噴出孔が確認され、水素の起源を再考する必要性にせまられている (Takai et al., 2006). 蛇紋岩化作用にかかわる水素の起源として近年提唱されはじめたのが、断層運動による水素の発生である。そこで本研究では、「熱水噴出孔近傍で定常的に起こっている地震断層活動によって水素が発生し、その水素をエネルギー源とする微生物圏が海底下に広がっている」という仮説を、室内摩擦実験によって検証することを試みた。

実験には、地震時の高速断層すべり運動を再現することが可能なリング剪断式高速摩擦試験機を使用した。試料には玄武岩・ダナイト・花崗岩を用いて、すべり速度0.09-1.6 m/s, 垂直応力0.5-2 MPa, 変位<10 mの条件でおこなった。実験の結果、(1) 摩擦すべり仕事量が大きくなる (垂直応力や変位の増加) につれて水素の発生量がほぼ線形に増える傾向があること、(2) 断層すべり面を蒸留水で浸した試料の方が水素の発生量が大きくなること、(3) 上記の実験条件で、 $1E-7$ molオーダーの水素が発生することがわかった。

実験条件を地震のモーメントマグニチュード (Mw) に換算すると約-5である。一方、東太平洋海膨では、非常に活発な微小地震活動 (Mw<1) が観測されている (i.e., Bohnenstiehl et al., 2008)。実験から明らかとなった摩擦すべり仕事量と水素の発生量の相関関係を用いて、東太平洋海膨近傍でのMw=1地震時の水素の発生量を見積もるとmmolオーダーになる。今後、熱水噴出孔近傍で観測されている地震活動によって発生する水素量および熱水中の水素濃度を見積もり、地震起源の水素が微生物群集を維持・進化するために十分なエネルギー源となりうるかを評価することを試みたい。本研究によって、海底下における微生物が地震断層物質と水の化学反応生成物 (例えば水素) をエネルギー源の一部として利用していることが明らかとなれば、38億年前の初期生命誕生に地震断層活動が関与した可能性が示唆される。

キーワード:地震,断層,水素,メタン生成菌

Keywords: earthquake, fault, hydrogen, methanogen