

破壊石英表面-水のフリーラジカル反応により生成される水素ガスおよび水素イオンの分配

The relation between the amounts of H₂ and H⁺ generated by free-radical reaction between pure water and crushed quartz

亀田 純[1], 田中 秀実[1]

Jun Kameda[1], Hidemi Tanaka[2]

[1] 東大・理・地球惑星

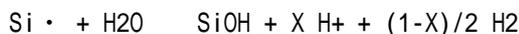
[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ, [2] Dept. of Earth and Planet Sci., Univ. Tokyo

地震に伴い、断層帯内の岩石は粉碎され、そこでは新たな破壊表面を持つ細粒な粒子が大量に生成される。このような岩石表面は、化学的に非常に活性化状態にあることが知られている。Wakita et al. (1980)は、兵庫県山崎断層に沿って土壌中の水素ガスが異常に濃集していることを見だし、これらの水素ガスが地下の破壊岩石-流体間の化学反応により生成されたと推定した。その後、Kita et al., (1982)は、粉碎した石英粒子が水と反応すると、水素ガスが生成されることを実験的に明らかにし、反応メカニズムとして次のようなラジカル反応を考察している。



それ以後、活断層における地震活動と水素ガス濃度との関係に着目した研究が数多くなされるようになった(Sugisaki et al., 1983; Ito et al., 1999)が、土壌ガス中の水素濃度は時間変化が激しく、また高濃度の水素ガスが検出された断層において、次の地震時には水素ガスの濃度異常が認められないこともしばしば見られる(中村・脇田、1985)。

最近、Tanaka and Locknar (submitted)は、石英を含水条件下で圧縮粉碎させると、間隙水中の水素イオン濃度が上昇することを報告し、水素ガスの生成も考慮した以下の反応式を提案した。



ここで、Xは、反応分配係数である。したがって、地震活動と水素ガスの挙動の関連性を明らかにするためには、併せて流体中の水素イオンを考慮する必要がある。そこで本研究では、実際に含水条件下で岩石を破壊し、水素イオンと水素ガスの濃度変化から生成量を見積もることにより、これらの分配のメカニズムを明らかにすることを目的とした。実験は以下の手順で進めている。

始めに、イオン交換蒸留水 15g に浸した石英試料(粒径を 0.15~0.512mm に調整) 15g を、Al 粉砕球と共に密封型の反応管に入れ、これを振揺させることにより、試料を破壊させ、その後の溶液の pH 測定を行った。溶液の pH 値から、生成される水素イオン量が見積もられる。一方、実験後の細粒化された試料は、回収し乾燥させた後、BET 法を用いて試料表面積を測定した。これにより破壊によって新たに形成された表面の表面積を推定することができる。この結果、試料表面積の増加とともに、水素イオン量がべき乗の関係で増加することが明らかとなった。また、新たに生成される石英表面に露出するシリカ原子が全て Si ラジカルになると仮定すると、約 1%程が水素イオンの生成に関与していると見積もられた。

現在は、容器内のガスをシリンジで抜き取り、ガスクロマトグラフを使用して、水素ガス濃度を測定し、これから生成された水素ガス量を求めている段階である。この水素ガス量が、水素イオン量とどのような関係にあるのか、また水素ガスと水素イオンを足し合わせた生成量が、表面の Si ラジカルの量とどのような関係にあるのか、今後検討していく予定である。また、溶液の組成を変化させたときに、水素ガスと水素イオンの量比にどのような変化が見られるか、今後実験を進める予定である。