

岩石・鉱物の粉碎反応による二酸化炭素の迅速吸収 Quick mechanochemical reaction of CO₂ and silicate rocks

田中 剛^{1*}, 三村 耕一²

Tsuyoshi Tanaka^{1*}, MIMURA Koichi²

¹ 名古屋大学 年代測定総合研究センター, ² 名古屋大学 大学院環境学研究所

¹Center for Chronological Res., Nagoya Univ., ²Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ.

断層からは、二酸化炭素や窒素ガスと共に、水素ガスが放出されている。その放出量は、活断層により多く、地震活動によってさらに増加する事が多い。断層からは、ウランやトリウムなど岩石中の放射性元素の壊変によるラドンやヘリウムなどの気体も放出されている。地震などにより割れ目が形成されると考えれば、ラドンやヘリウムの放出量が増加する事は、理解し易いが、なぜ水素なのか？地層中にパイプを打ち込んだだけでも、パイプ中に水素が検出される事から、活断層で測定される 1000ppm を超える水素は、鉱物の破砕に伴う反応の結果生じたと考えられた (Sugisaki et al., 1980; Wakita et al., 1980; 杉崎, 1985)。岩石鉱物の粉碎に伴う化学反応については、Schrader ら (1968) による石英の粉碎実験に始まり、Kita et al.(1982) や Sugisaki et al., (1983) などにより様々な条件下で実験がなされている。Kita et al.(1982) によれば、岩石の破壊面に生ずるラジカル (Si-O-Si Si· + ·O-Si) が水と反応するのであるが、低温領域と高温領域では、両ラジカルの安定性の差異のため、二つの異なる反応が起こる (メカノケミカル反応) と考えられている。すなわち、

- 1) 低温領域では $\text{Si-O-Si Si} \cdot + \cdot\text{O-Si} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiOH} + \cdot\text{O-Si} + 1/2\text{H}_2$ の式で水素ガスが発生する。
- 2) 高温では、Si·ラジカルと·O-Siラジカルがともに不安定化するため、 $\text{Si-O-Si Si} \cdot + \cdot\text{O-Si} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{SiOH}$ の式の一般的な反応が起こる。

上記の著者らは、石英などの岩片を実験素材として用いたので、発生するラジカルは、Si·ラジカルと·O-Siラジカルであるが、もし長石や輝石など Si 以外の元素を含む鉱物や岩石を実験素材に用いれば、鉱物の原子間結合が切れる位置に依って、Mg·ラジカルや Ca·ラジカルも生じるのではないか。そこに CO₂ や水があれば、CO₂ は、これらの元素を含む物質として迅速に固定されるのではないだろうか。この演繹が本研究の発端である。

2000cc のボールミル中に、様々な鉱物や岩石 100g と N₂ 90% + CO₂ 10% の混合ガス、および水を封入し、ゆるやかな粉碎反応実験を行った。反応時間ごとに、反応ガスを取り出し、ガスクロマトグラフでガス組成の分析を行った。その結果、(当然予想された事だが) 石英は二酸化炭素と全く反応が見られなかった。逆に反応が大きかったのは、カンラン石やカンラン岩であった。約 8 時間の反応実験で CO₂ は、初期状態の約 20% に減少した。輝石と玄武岩では、その中間の減少量を示し、長石類や花崗岩との反応量は僅かであった。CO₂ の減少量は、岩石鉱物中の元素存在度と明瞭な関係は見られなかった。

<文献> 田中 剛・三村耕一 (2013) ケイ酸塩岩も 14C 年代測定の対象となるか? 岩石の粉碎反応による CO₂ の迅速吸収? 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 XXIV 印刷中 (2013 年 3 月出版予定)

キーワード: 二酸化炭素, メカノケミカル反応, ケイ酸塩岩石

Keywords: carbon dioxide, CO₂ sequestration, mechanochemical reaction, silicate rocks