

CO₂ 溶存下における砂岩からの微量元素溶出実験Dissolution experiments of trace elements from sandstone in the presence of CO₂

伊藤 由紀 [1]; 中田 英二 [1]; 中川 加明一郎 [1]
Yuki Ito[1]; Eiji Nakata[1]; Kameichiro Nakagawa[1]

[1] 電中研
[1] CRIEPI

近年、温暖化ガス削減の選択肢の一つとして、CO₂ を地下深部に貯留する地中貯留という方法が注目されている。通常は貯留層の上位には難透水性の遮蔽層の存在が期待されているが、断層などの割れ目が存在した場合には、貯留したCO₂ が上昇する可能性も完全に否定はできない。その場合、CO₂ が地下水に溶解してpHが低下し、CO₂ 溶解水と岩石との化学反応により、地下水中に岩石構成元素が溶出して移行する可能性が考えられる。そのような溶出元素の中には、人間生活環境に影響を及ぼす微量元素も含まれることが考えられるため、貯留CO₂ が地下水に溶解した場合における微量元素溶出挙動や速度を推定することが必要である。本研究では、砂岩を対象としてCO₂ 溶解水との反応実験を行い、その結果をもとに地下水中に溶出する微量元素濃度の予測を行った。

実験は当所が開発した閉鎖系および流通開放系オートクレーブを用いて、バッチ法およびフロー法で行った。反応温度は30、55、80℃、間隙水圧は1MPaとした。岩石試料として、千葉県茂原市で採取された砂岩ボーリングコアを粒径250 μm以下の粉末にしたもの（バッチ法）または岩石コアとして整形したもの（フロー法）を用いた。バッチ法では超純水にCO₂ ガスを飽和させた溶液を用い、フロー法ではCO₂ 濃度が80%の飽和溶解度以下の溶解水を用いた。それぞれ、CO₂ の影響を調べるために、CO₂ を含まない超純水のみを参照実験も同条件で行った。20日間の実験期間中に数回採水し、ICP-AESまたはICP-MSで環境基準等に含まれる重金属を中心とした18元素、およびICで主要成分に関して元素分析を行った。

その結果、主要成分、微量元素共に時間の経過および温度の上昇と共に元素濃度は増加する傾向を示した。これはCO₂ を含まない参照実験でも同様であったため、0次反応と仮定して見かけの溶解速度をそれぞれ求めた。見かけの溶解速度は、閉鎖系、開放系ともにCO₂ 溶解水を用いた実験の方が参照実験に比べてやや大きい傾向を示したが、閉鎖系の微量元素のみ、CO₂ 溶解水を用いた実験と参照実験で見かけの溶解速度がほとんど同じであった。ただし、CO₂ 溶解水を用いた実験の方が検出される元素の数が多かった。よって、本実験ではCO₂ の溶解および温度の上昇により主要元素、微量元素共に溶出が促進されたといえる。これらの見かけの溶解速度から活性化エネルギーを求めた後、岩石の反応表面積と岩石と反応する溶液の体積を仮定して、CO₂ が溶解した場合に地下水中に溶出する微量元素濃度の予測を試みた。たとえば、40℃で1m³のCO₂ 飽和水と本実験で用いた砂岩が1MPaで1年間反応した場合、As濃度は1.58 × 10⁻⁴(mmol/l)、1m³のCO₂ 溶解水が1年間この砂岩を流通した場合、As濃度は0.157(mmol/l)と予測された。

尚、本研究は地球環境産業技術研究機構の受託研究の一部で実施されたものである。