

室温・大気圧下の弱酸性溶液中における花崗岩および風化花崗岩の溶解実験

Dissolution experiments of fresh and weathered granites in weakly acid solution at room temperature and pressure

平山 恭之 [1]

Yasuyuki Hirayama[1]

[1] 広大・総科

[1] Integrated Arts and Sci., Hiroshima Univ

「はじめに」

水 鉱物相互作用は岩石の化学風化作用の主要な過程であり、水への岩石の溶解過程の解明は重要なテーマの一つとなっている。日本列島には基盤岩類として花崗岩類が広く分布しており、花崗岩と風化花崗岩土壌からの陽イオンの溶出速度を明らかにすることは、花崗岩分布域における土壌や河川水の酸性化などの環境問題について議論していく上でも重要である。

本研究は、新鮮な花崗岩とその風化生成物の全岩試料を用い、室温・大気圧下において弱酸溶液を用いた溶解実験をおこない、花崗岩の風化の程度により溶解速度や溶出イオンのバランスがどのように変化するかを実験的に明らかにすることを目的とした。

「研究方法」

試料：実験用の試料は、広島県豊田郡瀬戸田町生口島にて、新鮮な花崗岩、風化の進んだ花崗岩および花崗岩の風化土壌を採取した。新鮮な花崗岩はハンマーミルで粗砕きした（試料 Id）。風化の進んだ花崗岩はハンマーを用いて軽く粉砕した（試料 Ib および Ic）。最も風化が進んだ土壌についてはゴム棒で軽く解した（試料 Ia）。これらの試料をイオン交換水中でフルイと超音波洗浄機を用いて粒径分離および洗浄を繰り返し、最終的にアセトンを用いて洗浄した。その結果得られた 45-90 μm のサイズフラクションを実験用粉末試料とした。

実験装置：鉱物の溶解実験をおこなう装置には、カラムタイプの flow-through 反応器を用いた。反応器は内径が 6mm で高さが 100mm のテフロンチューブからなり、溶解用溶液および 3g の試料で満たした。リアクター下部から溶液を供給し、上部から排出した。この際の溶液の流速は 0.015 - 0.019ml/min であり、内部の試料は静止した状態を保つ。溶解用の溶液には pH4 に調整した硝酸およびシュウ酸溶液を用いた。リアクター内の温度は恒温水槽にて 25 ± 0.5 に保ち、圧力条件は大気圧下とした。実験時間は 1176 時間（49 日）であり、溶液は 24 時間毎に回収した。リアクター内を通過した溶液を採取し、ICP-AES 分析装置を用いて Si, Al, Ca, Mg, Fe を、原子吸光分光光度計にて Na, K の濃度を測定し、これらの元素の溶出速度を計算した。

「結果」

pH の時間経過による変化を見ると、硝酸を用いた溶解実験においては、初期は pH 6 前後を示すが、100~500 時間経過後に短時間で急速に pH 4.3 以下まで下がる様子が観察される。その後はほぼ安定した pH 値を維持している。シュウ酸を用いた場合、pH は初期の 6 前後から徐々に下がり、最終的には 4.5~4.9 の値で安定する。

硝酸を用いた実験とシュウ酸を用いた実験の両者ともにおいて、実験時間初期に溶解速度のピークを持つ元素と初期は殆ど溶出せずに徐々に速度が増加する元素とがある。前者は Si, Mg, Ca, Na, K であり、後者は Al, Fe である。特に Ca は初期の溶出速度が非常に大きく、100~500 時間経過後に急速に溶出速度が減少している。硝酸溶液を使用した実験については、この Ca の速度の変化は pH の変化にほぼ対応したのとなっており、実験初期の pH は Ca の溶出量に依存しているものと考えられる。シュウ酸を使用した実験では、Ca の溶出速度の減少に応じて pH の低下が見られるが、Ca の溶出速度が安定に達した後も徐々に pH が減少していく様子が認められ、実験時間全体の平均の各元素の溶出速度と実験終了時でのほぼ定常状態に達した時点での溶出速度の比率を比較すると、硝酸を用いた実験では溶出速度が大きく異なっている元素が確認される。これは特に初期の突出した溶出速度をもつ元素の影響によっている。従って、このような岩石の溶解実験を行うにあたって、batch タイプの反応器を用いた実験では定常時での溶解の挙動を評価できないことがわかる。

硝酸を用いた実験において、新鮮な花崗岩、風化花崗岩、花崗岩土壌の定常時での速度を比較すると、Si はどの試料においてもほぼ同じ溶出速度であった。Fe と Al については、新鮮な花崗岩と花崗岩土壌の溶出速度が風化花崗岩における速度より有意に大きな値を示している。Na においてはその逆の傾向を示す。その他の元素については各試料間で違いは認められなかった。シュウ酸を用いた実験では硝酸を用いた実験と比べ、全体に各元素の溶出速度が大きくなっている。特に Fe の溶出速度の増加が顕著である。シュウ酸は試料全体の溶解速度を高め、特に Fe の溶出を促進しているものと考えられる。