

低酸素環境における Forsterite の溶解とそれに伴う Fe の挙動

Fe behavior during forsterite dissolution under low oxygen conditions

杉森 博和 [1]; 村上 隆 [1]

Hirokazu Sugimori[1]; Takashi Murakami[1]

[1] 東大・理・地惑

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

- 研究の背景・目的 -

地球上の物質循環において重要な役割を担う化学的風化に関しては、天然の風化試料の解析、および室内における模擬的な実験を通して研究が行われている。珪酸塩鉱物の風化がたどるプロセスや各プロセスの溶解速度、メカニズムの研究は、鉱物の種類や pH、温度などの周辺環境を考慮して数多くの研究が行われているが、溶液中の溶存酸素濃度 ($[O_2]$) に着目した低酸素環境における研究はあまり進んでいない。これは現在の地球表層が酸化環境であることに起因しているが、大気中の酸素濃度が現在よりも少なかったと考えられる先カンブリア時代の風化を考える上で、低酸素環境における珪酸塩鉱物の化学的風化のモデルを構築することは必要不可欠である。本研究では、酸化還元状態の違いで挙動が異なる Fe に着目し、珪酸塩鉱物の溶解によって水に溶出した Fe の挙動に対する溶存酸素濃度の影響を、室内実験から調査した。

- 実験手法・結果 -

反応溶液中の溶存酸素濃度をコントロールし、Fe を含む珪酸塩鉱物である Forsterite ($(Mg,Fe(II))_2SiO_4$) の溶解実験を行った。溶存酸素濃度は、溶解実験装置を収納したグローブボックスに、Ar と O_2 の混合比を調整したガスを導入することでコントロールした ($[O_2]$: 0.0035 ppm - 0.36 ppm)。また比較のため、現在の大気下でも同様の実験を行った ($[O_2]$: 8.1 ppm)。反応溶液には pH 6.25 に調整した緩衝液を用い、実験中は反応温度を 25 度に保った。反応後の溶液と固体試料を分析した結果から、Mg と Si はほぼ調和的に溶出し、溶出速度は低酸素条件の方がやや速いことがわかった。一方 Fe(II) は、溶出した一部が溶存酸素によって酸化され、2 次鉱物として沈殿したことが確認できた。また沈殿による Fe の見かけの溶出速度の低下は、反応溶液中の溶存酸素濃度と密接に関わっていた。

- 考察 -

Fe の挙動を定量的に考察するため、Forsterite から溶出した Fe(II) のうち、Fe(III) に酸化され反応容器内で沈殿した割合 f を定義し、実験結果から得られた f と溶存酸素濃度の関係を考察すると、 f は溶存酸素濃度が 0.0035 ppm から 8.1 ppm まで変化するとき、0.2 から 0.9 まで徐々に増加することがわかった。またこれまでの研究で提唱されている一般的な Fe(II) の酸化速度式：

$$-d[Fe(II)]/dt = k[Fe(II)][O_2]^x[OH^-]^y$$

から f を求めるモデルを立て、実験から得られた結果と比較すると、溶存酸素濃度が 0.0035 ppm から 8.1 ppm まで変化するとき、酸化速度式右辺にある $[O_2]^x$ の x を 0.7 から 1.0 に変化させると、実験値をモデルでうまく説明できることがわかった。