

有機配位子促進溶解の反応サイト数による規格化

Normalization of ligand promoted dissolution by reactive sites

河野 元治[1]; 富田 克利[2]

Motoharu Kawano[1]; Katsutoshi Tomita[2]

[1] 鹿大・農・生物資源; [2] 鹿大・理・地球環境

[1] Fac. Agri., Kagoshima Univ; [2] Earth and Environmental Sci., Kagoshima Univ

地球表層環境での鉱物の水への溶解反応には、少なからず生物圏の影響が作用する。深部地下水を含めた水環境中には常に多量の微生物が存在するため、これらの微生物を起源とする種々の有機分子が鉱物表面の電荷サイトに対する配位子として溶解反応を促進するためである。通常、水環境中に存在する微生物起源の有機分子として、多糖、タンパク質、核酸、有機酸、アミノ酸などが知られ、微生物種や生息環境の化学的条件等によってその種類や濃度、さらに高分子の場合にはその分子量、構造、構成ユニットが大きく変化する。そのため、鉱物の溶解速度に及ぼす微生物の影響を定量的に評価する場合、微生物種および細胞数のみでは定量化のパラメータとして明らかに情報が不足していることになる。反応機構に基づいたより正確な定量化を行うには、反応に関与するすべての有機分子について、その影響を個々に定量化することが必要となる。そこで今回は、鉱物の溶解速度に及ぼす微生物の影響を定量的に評価することを目的として、微生物起源の主要有機分子であるタンパク質と多糖の影響の定量化を試みた。なお、有機分子による配位子促進溶解では、各有機分子に存在する官能基の解離によって生じた電荷サイトが鉱物表面に対する反応サイトとして機能することで、溶解速度の促進に寄与していることが想定される。そのため、溶解実験に使用したタンパク質と多糖の反応サイト数を定量し、これらのサイト数による溶解速度の規格化を行った。

溶解実験には、鉱物試料としてK-飽和スメクタイト（クニピアP）、タンパク質および多糖試料にはアルブミン(egg albumin)およびキサンタン(xanthan gum)を使用した。反応条件は、K-飽和スメクタイト0.2gを10mM KCl溶液100mlに添加した系を基本条件とし、これにアルブミン0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 mg/mlを含むタンパク質系と同濃度のキサンタンを含む多糖系を準備した。反応温度25℃、30日間のバッチ式溶解実験を行い2日間隔で溶液中のSi、Al、アルブミン、キサンタン濃度およびpHの測定を行った。タンパク質系および多糖系について、溶液中のSi濃度の変化をBET比表面積で規格化してスメクタイトの溶解速度を算出した。また、アルブミンとキサンタンの酸/塩基滴定を行い、そのデータのFITEQL解析から溶解反応pH領域での各有機分子の反応サイト数を算出した。ここで得られた反応サイト数を用いてタンパク質系および多糖系でのスメクタイトの溶解速度の規格化を行った。溶解実験の結果、両系においてアルブミンおよびキサンタン濃度に対応して溶解速度の増大が認められ、無添加系と比較して1.0mg/mlタンパク質系では約160倍、1.0mg/ml多糖系約28倍の溶解速度の増大が確認された。このような“見かけの溶解速度”の差異は酸/塩基滴定で得られたアルブミンおよびキサンタンの反応サイト数と良く調和し、反応サイト数で規格化することで、両者の差異はほぼ解消された。つまり、反応機能に基づいた“実質的な溶解速度”への影響は反応に関与する有機分子の反応サイト数を用いることで評価できることが示唆された。