

超臨界 H₂O 流体に対する希土類元素 Ce の溶解度測定手法の開発

Development of solubility measurement technique of rare earth element (Ce) in supercritical aqueous fluids

阿部 健康^{1*}, 中村美千彦¹, 佐々木理², 小川泰正³, 山田亮一¹

Takeyasu Abe^{1*}, NAKAMURA, Michihiko¹, SASAKI, Osamu², OGAWA, Yasumasa³, YAMADA, Ryoichi¹

¹ 東北大学理学研究科地学専攻, ² 東北大学総合学術博物館, ³ 東北大学環境科学研究科

¹Tohoku University, Earth Science, ²Tohoku University, Museum, ³Tohoku University, Environmental Studies

沈み込み帯における元素の化学輸送を理解する上で、鉱物と平衡共存する超臨界 H₂O 流体の化学組成を測定することは重要である。従来、鉱物の溶解度測定には重量変化法が用いられてきた（例えば Manning, 1994）。出発物質として単結晶の鉱物を用いた溶解実験を行い、実験前後の重量変化を測定して溶解度を算出するこの手法は、ppm オーダーの測定精度にはまだ議論の余地がある（例えば Antignano and Manning, 2008）。そこで本研究では、その溶解度が新しい地質温度計に応用できるとして近年注目されている Ce（例えば Plank et al., 2009）を測定対象とし、ICP-MS を利用した二つの実験手法の開発を行った。

初めに、高温高圧下で H₂O 流体を石英中の流体包有物としてトラップし、合成した流体包有物を分析した。出発物質として人工的に微細な割れ目を入れた石英を用意し、CePO₄ の粉末状試薬及び蒸留水と共にカプセルに封入した。実験は、ピストンシリンダー型高圧発生装置を用いて行い、0.8-1.2 GPa, 700-900 degC で 6 時間-1 週間保持した。実験後、東北大学総合学術博物館の X 線 CT 装置を用いて石英を撮影し、三次元画像解析ソフト Slice を用いて流体包有物の体積を見積もった。その後、石英ごとフッ酸分解して試料溶液を用意し、東北大学環境科学研究科の ICP-MS を用いて分析を行った。

次に、ダブルカプセルを用いて CePO₄ に飽和した H₂O 流体をアウターカプセルにトラップし、実験後、カプセルに形成された急冷結晶を利用して溶解度を見積もった。インナーカプセルに CePO₄ の粉末状試薬、アウターカプセルに蒸留水を封入し、ピストンシリンダー型高圧発生装置を用いて 1.0 GPa, 800 degC で 24 時間保持した。回収したカプセル全体の重量変化を用いて H₂O の重量を決定した。その後、急冷結晶を硝酸洗浄して溶液試料を作成し、ICP-MS を用いて分析を行った。

流体包有物合成法により、石英に飽和した H₂O に対する Ce の溶解度を得ることができた。しかし、今回用いた分析手法では、包有物の体積分率が小さいため、検出限界は重量変化法よりも大きい。一方で溶質トラップ法によって得られたデータは先行研究（Tropper et al., 2011）と調和的な結果を示している。また、この方法による検出限界を見積もると 0.1 ppm 程度であることがわかり、精度の高いデータが期待される。今後、溶解度に対する温度、圧力、塩濃度、珪酸塩濃度などの影響を調べていく予定である。

キーワード: 重量変化法, 流体包有物合成法, 溶質トラップ法

Keywords: weight loss method, synthetic fluid inclusion method, solute trap method