

超臨界条件下における火山ガラスの水和過程

Hydration processes of volcanic glass under the super-critical condition

西田 雄一郎[1], 磯部 博志[2]

Yuichiro Nishida[1], Hiroshi Isobe[2]

[1] 熊大・自・自然システム, [2] 熊大・理・地球科学

[1] Systems in Natural Environment, Kumamoto Univ, [2] Dept. Earth. Sci., Fac. Sci., Kumamoto Univ

(1) はじめに

火山噴火過程において、マグマの発泡、脱水によって放出された揮発成分の挙動は、噴火現象に強い影響を与えるマグマの圧力を決定する大きな要因の一つである。マグマから分離した超臨界状態に相当する高温状態の熱水は、散逸する過程で周囲の岩体と溶脱、変質などの相互作用を起こしていると考えられる。超臨界状態で散逸する熱水と岩体との間の相互作用を知ることは、噴火初期の火山体内部における熱水系が関与する現象を解明する上で、重要な手掛かりとなる。本研究は、水の臨界点 (374 C, 22MPa) を超える条件で火山ガラス (黒曜石) の水和実験を行い、熱水変質の初期過程を支配すると考えられる火山ガラスへの水の侵入過程について検討した。

出発物質は、熊本県小国町に産する万年山熔結凝灰岩中の黒曜石を用いた。3mm 角の Chip に切り出した試料を洗浄した後、蒸留水とともに銀キャプセルに封入し、試料: H₂O 重量比 1:1, 温度 400-550 C, 圧力 25-75 MPa, 24-168 時間の条件で水和実験を行った。実験生成物は断面を作成し、SEM, micro FT-IR 等を用いて観察した。

(2) 火山ガラスの水和過程

全ての実験生成物表面部には、水和層が形成していた。この水和層は、反射電子像で試料中心部より暗いコントラストを示す層として観察される。水和層の厚さは時間の平方根にほぼ比例しており、水の拡散が水和層の成長を律速していると考えられる。

実験生成物中の水の濃度分布、存在形態を調べるために、400 C/40MPa, 450 C/45MPa, 500 C/50MPa の実験生成物について顕微赤外吸収スペクトル分析を行った。H₂O 分子, OH, 全 H₂O の深さ方向の濃度プロファイルは、表面付近でガラスに対して OH, H₂O がそれぞれ飽和していることを示した。反射電子像で観察されるコントラストは、全 H₂O の濃度プロファイル変化率の極大点として観察される。

反射電子像で観察される水和層の厚さを、飽和状態に強く規制された拡散が進行する距離として、H₂O の見掛けの拡散係数を見積もった。この結果、拡散係数は $10e^{-11-13}$ (m²/s) 桁、活性化エネルギーは 69 ± 11 kJ/mol となり、Zhang et al. (1991) による流紋岩質ガラスの脱水反応における H₂O の拡散係数よりも 1-2 桁程大きい値を示した。火山ガラスへ侵入する超臨界状態の熱水は、脱水過程における含水ガラス中の水と比べて高い activity を持つために、見かけの拡散係数が高くなっている可能性がある。

珪酸塩ガラスの水和反応は、 $H_2O \text{ 分子} + 0 \text{ (glass)} = 2(OH)$ として表される。H₂O 分子と OH の拡散の相互関係を調べるために、H₂O 分子と OH の濃度比を解離反応係数として算出した。解離係数は、試料表面部から H₂O の濃度プロファイル変化率の極大点までは一定であるが、それより深い所では一旦減少した後増加していた。解離係数の減少は、火山ガラス中で OH より見掛けの H₂O 分子の拡散速度が速いことを表しており、H₂O 分子がガラス構造の隙間に侵入する過程が、Si-O-Si ネットワークを切断して Si-OH として結合する過程よりも速いことを示唆している。超臨界状態の熱水の火山ガラスへの拡散過程は、高い圧力の H₂O 分子がガラス構造の中へ侵入することによって、H₂O 濃度勾配だけによる拡散現象よりも見かけ上急速に進んでいる可能性が考えられる。