

熱水流動による岩石粉末組織と流動特性の変化

Texture and permeability change by hydrothermal fluid flow through powdered volcanic glass

磯部 博志 [1]; 竹内 晋吾 [2]

Hiroshi Isobe[1]; Shingo Takeuchi[2]

[1] 熊大・理・地球科学; [2] 産総研

[1] Dept. Earth. Sci., Fac. Sci., Kumamoto Univ; [2] Geological Survey of Japan, AIST.

はじめに - 熱水流動場としての岩石組織

極めて高い反応性をもつ超臨界条件の熱水は、活動的な火山体内部に普遍的に存在している。静穏な火山活動が継続している期間においては、定常的な高温噴気活動としてその存在が現れる。また、地下深部の高温岩体内部に存在する熱水は、地熱資源として利用される場合がある。

一方、火山活動の活発化は、上昇するマグマからの脱ガス、減圧により揮発成分が急激に膨張し、爆発的な火山噴火をもたらす。さらに、外来水などが加熱されて生じる高温高压流体は、水蒸気爆発の原因となり、時に大規模な山体崩壊をも引き起こす。超臨界条件にある熱水が、火山体を構成する物質と接することによって生ずる相互作用によって、流体自身の流動特性が変化し、過剰圧が保持されるか、散逸して爆発のエネルギーが失われるかが決まる。すなわち、溶解による流路の拡大は流体の散逸が促進されることにつながり、変質生成物の析出による流路の「目詰まり」は、流動の阻害、ひいては圧力保持能力の拡大をもたらすことになる。

本報告では、特定領域研究「火山爆発のダイナミクス」の一環として整備した熱水流動反応装置を用いた実験により得られた、熱水の流動による岩石粉末組織の変化と、実験生成物の浸透率の変化について報告する。

超臨界熱水流動反応実験

実験は、流紋岩質火山ガラス粉末または雲仙火山デイサイト粉末を、全長 570mm、内径 9.7mm の SUS316 製試料パイプに充填し、圧力 50MPa、温度 400~450°C、流量 0.1ml/min で 3 ないし 8 日間蒸留水を流通させることで行なった。実験生成物は、試料パイプを切断して回収し、顕微鏡観察、XRD 解析、透気測定等を行なった。

試料パイプに粉末を充填した状態での空隙率は約 40% となり、蒸留水の流動によって試料パイプ両端に発生する差圧の測定から得られる加熱前の浸透率は約 10^{-12} m² であった。実験後の試料は、火山ガラス、デイサイトとも、試料パイプ上流部では実験時間の進行に応じて溶脱による空隙の増加が進んでいることが観察された。試料パイプ中央部から下流部では、試料粒子が固結し、粒間に析出物が観察される。最も低温となる試料パイプ出口付近では、XRD 解析により、クリストバライト及び斜長石の存在が確認され、粘土鉱物であるカオリナイト及びイライトの存在も認められる。

試料パイプの上流、中流、下流部からそれぞれ高さ約 1cm の部分を切りだし、ガス流による精密透気測定を行った。その結果は、試料上流部では実験期間が伸びるに連れ、透気性が上昇していることを示している。一方、試料下流部では、上流部に比べ桁またはそれ以上の透気性の低下が見られた。この結果は、試料組織の変化と対応して、熱水流動の上流部での反応初期における浸透率の上昇と、下流部での低下が実際に起きていることを示している。火山体内部においても、新たに超臨界熱水が発生した場合、その初期においては岩体の溶脱により流動が促進されることが考えられるが、流動の進行により浸透率が低下し、結果として一定体積の熱水が蓄積される領域が形成される可能性があることが考えられる。