

# 熱水流動系における変質生成物の生成条件と流動特性

## Hydrothermal alteration products and fluid flow properties in supercritical circulation systems

# 磯部 博志[1]

# Hiroshi Isobe[1]

[1] 熊大・理・地球科学

[1] Dept. Earth. Sci., Fac. Sci., Kumamoto Univ

### はじめに - 火山爆発過程における熱水流動系

爆発的火山噴火の要因としての過剰圧には、マグマ自身の脱ガス、発泡による体積膨張によって生じる場合と、外来水などが加熱されて生じる高温高压流体によるものがある。後者は、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。水蒸気爆発の要因となる高温高压流体の主成分は水であり、純水の臨界点 (374 度 C, 22 MPa) を超えた超臨界流体として蓄積される。超臨界条件の熱水が、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、流動の障害、ひいては圧力保持能力の拡大をもたらすことになる。

熱水流動系における反応条件及びそのカイネティクスは、高压流体が担う過剰圧の発生と蓄積を規定するものであり、爆発エネルギーが蓄積される過程とその要因の理解のために必要である。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る成果について報告する。

### 超臨界流体流動実験装置主要目

最高温度：600 °C, 3分割電気炉 + 流体予熱部により温度勾配を設定

容器耐圧：80 MPa

試料バスケット：粉体：径 9.8mm × 582 mm, 岩石：径 25mm × 570 mm

純 Ti 製バスケットを用いて圧力容器出口にシール

流体流量：0.01 ~ 30 (10 × 3) ml/min

反応容器： Hastelloy C, 他の接液部：SUS316

試料容器上・下流部差圧(0.1 - 100 kPa)により、透水係数( $10^{-15}$  -  $10^{-11}$  m<sup>2</sup>)を測定

### 実験方法

粉末試料バスケットに黒曜石粉末または桜島火山灰を詰め、圧力容器内に設置する。圧力 50MPa, 上流部の温度を 400~450C, 試料バスケット出口付近の温度を約 300C, 流量 0.05 または 0.1ml/min で 5 ないし 7 日間実験を行なった。実験生成物は、試料バスケットを切断して回収し、顕微鏡観察、XRD 解析等を行なった。

### 超臨界流動流体による変質生成物と流動特性

試料バスケットに粉末試料を充填した状態では空隙率は約 40%となり、反応前の透水係数は約  $10^{-12}$  m<sup>2</sup> であった。反応実験後の試料は、黒曜石(火山ガラス)、火山灰とも、試料バスケット上流部では溶脱により空隙の増加が観察された。試料バスケット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バスケット出口付近では、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ピークもわずかに検出された。

反応実験中の差圧測定では、試料の反応による透水係数の変化は検出されなかった。超臨界流体の粘性は常温の水より 1 ないし 2 桁小さいこともあり、今回行なった実験における析出物は、粒間を完全にシールして流動に影響を与えるまでには至らなかったものと考えられる。膨潤性を示す含水鉱物である粘土鉱物が主要変質生成物相となり、熱水流動に有意な影響を与えるためには、少なくとも流体下流部では 300C 以下の温度となる必要があると考えられる。超臨界流体が保持されるためには、その周囲に比較的低温での変質生成物層が存在する必要がある。流体に過剰圧が蓄積されるためには、一部の流体が冷却して低温での変質生成物を析出した後も高温高压流体の供給が継続することが必要であると思われる。