

## 阿蘇火山火口湖周辺の火山性流体輸送モデル

## Hydrothermal circulation system beneath crater lake at Aso volcano, Japan

# 寺田 暁彦 [1]; 橋本 武志 [2]; 鍵山 恒臣 [3]; 佐々木 寿 [4]

# Akihiko Terada[1]; Takeshi Hashimoto[2]; Tsuneomi Kagiya[3]; Hisashi Sasaki[4]

[1] 京大・火山研; [2] 北大・理・地震火山センター; [3] 京大理; [4] 国際航業

[1] AVL, Kyoto Univ.; [2] Inst. Seismol. Volcanol., Hokkaido Univ.; [3] Graduate School of Science, Kyoto University; [4] Kokusai Kogyo Co., Ltd.

## [はじめに]

阿蘇火山中岳第一火口では、水温の高い湖（通称、湯だまり）が火山活動に応じて生成、消滅する活動が1,500年以上も継続している（須藤，2007）。

物質・熱収支計算および室内実験結果に基づいて、火口湖とは、火山体地下浅部熱水系の上面が地表に表れである、と考えられる火山もいくつか存在する（例えば Vandemeulebrouck et al., 2005）。阿蘇火山については、湯だまり直下200m付近に熱消磁・帯磁を繰り返す領域の存在が地球磁場観測から見出されており（Tanaka, 1993）、その付近は周辺部よりも局所的に低比抵抗であることがわかっている（Kanda et al., in press）。本領域付近には、クラックを通じた定常的な火山性流体の供給が続いていることが長周期微動の解析から示唆されていることから（Yamamoto et al., 1999）、阿蘇火山の火口湖についても、その下に浅部熱水系が存在すると思われる。

阿蘇火山では、孤立型微動や連続微動などの地震活動や赤熱現象など多彩な活動が見られる。噴火に至る過程も、湯だまりの消滅からストロンボリ式噴火という典型的なパターンの他に、突発的なマグマ水蒸気爆発、噴火前の「微動停止」、さらに大雨で湖水が増加した途端に火山活動が静穏になる等、多様である。このような多様性を生じる原因のひとつとして、火口湖から浅部熱水系における火山性流体の存在に着目した。

本研究では、阿蘇火山の火口湖直下に想定される浅部熱水系と火口湖との関係を、定量的に明らかにすることを目指す。これにより、直接観測が可能な火口湖を通じて、直接観測がほぼ不可能な浅部熱水系の活動をモニタリングできるかも知れない。浅部熱水系は火山性微動やマグマ水蒸気爆発発生場として重要である。火口湖を通じて検討した浅部熱水系の状態に基づき、阿蘇火山で起きる様々な現象の発生機構を理解することが、本研究の目標である。

## [研究内容]

阿蘇火山中岳第一火口に存在する火口湖「湯だまり」を念頭においた、水位・水温変動に関する数値モデルを開発した。また、腐食性の火山ガスに耐える自動画像撮影システムを構築して火口壁上に設置することで、2006年7月以降、精密連続水位観測を継続している。これらに航空レーザ測量による細密な数値標高モデル（DSM）を併せたことで、これまで不可能であった火口湖水量の時間変動の詳細が明らかになった。

これらに加え、2007年度には火口周囲で多点雨量観測を行なったことで、湖水変動に対する降水の影響を評価できるようになった。さらに2007年7月には、水温の直接測定を行ない、赤外カメラによる水温観測値に関する補正を試みた。

## [解析方法]

構築した火口湖に関する1次元数値モデルには、蒸発、漏水、降水流入そして湖底からの火山性流体の噴出が含まれる。本モデルをDSM（火口地形モデル）に適用し、任意の日数経過後の水位と水温を計算することができる。

本研究では、湖底から湖へ注入される火山性流体のmass flux および比enthalpyの2つを未知として、水量、水温の2つの観測データを満足するような火山性流体のmass flux および比enthalpyを求めた。降水流入については、観測データおよび阿蘇の火口湖において経験的に得た関係を用いた。

## [結果と議論]

2006年7月から2007年12月について、変動の特徴に基づきA-Gの7期間に分けて解析した。湖底から噴出する火山性流体の比enthalpyは1700 - 2500 kJ/kg、mass fluxは75 - 105 kg/sの範囲で変動していた。いずれの期間においても、湖底から噴出する火山性流体の半分程度が液相である。一方、過去の活発期における水位変化データを解析すると、火山性流体の大半が蒸気という結果が得られる。このように、火山性流体はWetな時期とDryな時期とが繰り返されていることがわかる。火山性流体の主たる供給源は、火口直下の浅部熱水系と思われる。もし、浅部熱水系の環境についてもDryとWetな時期が繰り返されるならば、そこを震源とする火山性微動や地球磁場変動、さらにはマグマ水蒸気爆発発生環境について、実証的に研究を進めることが期待できる。

次に、湖底から噴出する火山性流体が、数10度の地下水（液相）と、800の火山ガス（気相）から構成されると仮定して、期間A-Gにおける地下水と火山ガスのmass fluxを求めた。その結果、地下水のmass fluxは70 - 40 kg/s、火山ガスのmass fluxは40 - 50 kg/sで変動していることがわかった。地下水のmass fluxは秋に多い傾向が見られ、これは季節変動の可能性もある。その一方、秋以外の季節の地下水mass fluxは40 kg/s前後で、想定される漏水量と大差がない。すなわち、湖底からの漏水が、浅部熱水系形成の本質なのかも知れない。