

阿蘇火山における火口湖を通じた熱活動

Heat discharge system through crater lake at Aso volcano, Japan

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

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

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

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

1. はじめに

火口底の大部分が火口湖面下にある阿蘇火山では、熱活動を把握するための、他の多くの火山で実施される観測を用いることができない。そのため、主として火口湖水の有無といった目視情報と、赤外カメラによる水温測定に基づいて、熱活動が評価されている。

しかし、気温や湖表面積にも依存する水温変動は、必ずしも火山活動を反映しない。水量は、湖底から噴出する火山性流体を反映すると期待されるが、火山性流体の enthalpy により、水量が増加したり、逆に減少することさえある。すなわち、水温や水量の観測だけでは、火口底での熱活動の変化を知ることは出来ない。

一方、火口底から噴出する火山性流体は、いったん、全て湖水にトラップされ、主として湖面から蒸発という形態で大気へ放出される。従って、適切なモデルを用いて水位水温変動を解析すれば、他火山では不可能な高い解像度で熱活動の推移を把握することが期待される。

このようなアイデアのもと、阿蘇火山の火口において他項目の観測を開始した。また、数値モデルを構築して、湖変動に関する理解を進めた。本講演では、主として観測事実に基づき、阿蘇火山の火口湖を通じた熱活動を検討する。数値的解析に基づく湖底環境の詳細は、本大会「火山と熱水系」セッションで発表する。

2. 観測

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、火口壁上に設置した。航空レーザ測量による細密な数値表層モデル (DSM) を併せて、湖水位・面積・体積のモニタリングが可能となった。また、多点雨量観測により、降水に対する湖水量応答を明らかにした。さらに、気象庁が赤外カメラ観測で測定している水温データについて、湖面上に立ち込める水蒸気吸収等の影響を補正するため、無線温度計を湖面へ短時間投入し、赤外カメラと同時測定を行なった。

3. 湖面熱活動の特徴

3-1 湖水温度のフィードバック機能

対象期間とした2006年7月以降は、阿蘇火山としては静穏期にあたる。このとき、月平均湖水温度(補正済)は53-65の範囲で、夏高く冬低い年周的変動を示した。その一方、月平均気温は0-22の範囲で変化した。

これらデータに、自由対流による蒸発モデルを適用して放熱率を見積もったところ、年間を通じて220 MW 前後の非常に安定した値を示した。これは、例えば気温低下で蒸発が促進され、蒸発によるエネルギー・ロスで水温が下がり、蒸発が抑制される、というフィードバックが有効に機能していることを意味する。

3-2 湖の地下活動に対する鋭敏性

降水と無関係のゆっくりとした湖水量増加期と減少期が存在することを、初めて明らかにした。すなわち、湖水量は2006年7月から12月にかけて増加し続けた。増加傾向は2007年1月に停止し、同3月以降は水量減少へ転じた。この減少傾向は、大雨による急激な増水を除いて2008年1月現在も続いている。2007年1-3月は、地下浅部の熱消磁が始まった時期(宇津木, 私信)に一致する。また、同時期、火口南側に位置する優勢な「南壁噴気」の温度が、それ以前の100前後以下から急激に上昇し始めた(気象庁)。

2007年8月には、南壁噴気が赤熱し始めた。同時期、火口湖直下で発生する孤立型微動の回数が急増した。このとき、湖水量減少率は以前の-500 tonne/day から-1200 tonne/day になった。ほぼ一定だった放熱率も、約30%増加して280 MW となった。

火口湖下には熱水系が形成されている可能性が指摘されている(Kanda et al., in press)。本研究から、阿蘇火山の火口湖は、地下浅部活動を敏感に反映して変動していることが示唆された。つまり、火口湖へ供給されている火山性流体も、この浅部熱水系の変動を直接的、間接的に反映しているのだらう。浅部熱水系はマグマ水蒸気爆発発生場でもある。火口湖のモニタリングを通じて、マグマ水蒸気爆発発生場の状態を知ることができるかも知れない。

4. 阿蘇火山において火口湖が維持されてきた理由

阿蘇火山においては、1,500年以上にわたり、火口湖の生成と消滅が繰り返されている。しかし、水温の高い火口湖を有する火山の数は、火口湖を持たない火山よりもはるかに少ない。火口湖が存在する背景を理解するために、火口湖に関する数値モデルを構築して、湖が維持される条件を数値的に検討した。

その結果、火口湖水が蒸発によって消滅せず、かつ、火口湖水が溢れ出すこともない条件を示すことができた。すなわち、火口面積に対して、火口底から噴出する火山性流体の mass flux および enthalpy が適当な値を取るとき、火口湖が維持されることがわかった。阿蘇火山の火口湖が長期間活動している理由は、火山性流体の噴出が1,500年以上にわたり安定して継続していること、それに対して絶妙な大きさの火口地形が存在することが本質と思われる。