

阿蘇火山・火口湖における水温・水深の変動解析

Analysis of water temperature-depth change of the crater lake at Nakadake, Aso Volcano

寺田暁彦・橋本武志・佐々木 寿・齋藤武士・鍵山恒臣・田中良和
Akihiko Terada, T. Hashimoto, S. Sasaki, T. Saito, T. Kagiyama and Y. Tanaka

We have developed a model of water temperature-depth change of a crater lake. Our model suggests that topography of a crater is an important role in the process of the lake formation. This model is applied to the crater lake at Nakadake, Aso volcano, using digital surface model and data of water volume change revealed by our automatic camera systems. To explain the data obtained at Aso on August 2006, our model indicates that heat and vapor input into the lake were 120 MW and 34 kg/s, respectively, and vapor temperature is estimated about 700 K.

1. はじめに

阿蘇火山中岳第一火口に存在する火口湖は、水温が 40 – 80 前後の間で変動するほか、水位も著しく上下する。水温や水位変動は、降水や地下水の流入ばかりでなく、火口周辺の透水係数や、火口底から湖水へ吹き込まれる火山ガス Flux およびエンタルピーを反映していると思われる。従って、水温や水位変動を正確に計測し、モデルと比較することで、火山学的に興味ある様々な情報を得ることが期待される。また、火口湖は、ひとたび溢れば大規模な泥流を引き起こす災害因子でもある。従って、火口湖が形成される機構と、それが維持される機構を理解することは、防災上も重要である。

2. 観測

数値地図 2004 年 4 月に国際航業株式会社によって実施された航空レーザー測量データから DSM を作成した。水平方向および鉛直方向の精度は平均して ± 30 cm, ± 15 cm 程度と見積もられる。また、現地で測量した三角点標高と比較することで、絶対標高のずれを補正した。

写真観測 画像から湯だまりの水位を計測するため、2006 年 6 月に自動撮影カメラを設置し、30 分間隔で自動観測を継続中である。本システムではデジタルカメラ CASIO 社製 QV-R4 の電源供給部を改造して無電源環境下で長期間の動作を可能とし、ポリプロピレンケースから自作した筐体に収納することで防水・防ガス対策とした。

3. モデル

湖水について、質量および熱エネルギー保存則から 1 次元モデルを構築して、方程式系を無次元化することで、単純な地形を仮定した場合に水位

変動を支配するパラメータを調べた。また、2 節で述べた DSM を用いるなど、阿蘇・中岳火口湖を模して数値的に解き、実際の水位変動と比較した。本モデルでは、顕熱・潜熱輸送に Ryan et al.(1978) のモデルを用い、湖底からの漏水量は湖面積に比例すると仮定して、適当な比例定数を与えた。

4. 結果と議論

水量変動観測 降雨に対して湖水量は 1 日程度の時定数で速やかに上昇した。2006 年 7 月以降、水量は降雨がないときに変化せず、降雨のたびに階段上に増加していることがわかった。

数値計算 湖底からの漏水が非常に小さい等の簡単なケースを想定した場合、水位の上下を支配するのは、湖面からの蒸発熱量 / 湖底からの熱供給量比と、湖面からの蒸発質量 / 湖底からの供給質量比である。これら変動の時間スケールは、湖水の初期水位と初期温度が決める。

湖面蒸発量は湖面積に比例する。つまり、水温の高い火口湖が形成・維持される条件として、湖底からの火山ガスの噴出量に対して、適当な湖面積を生じうる火口地形が必要ながわかる。

このことは、噴火等で火口地形が変化したり、あるいは大雨等で水位が極端に変化したりして湖面積が大きく変わった場合、湖底からの Input が変わらないにも関わらず、水位の上下パターンがスイッチする可能性を示唆する。

2006 年 8 月には、阿蘇中岳第一火口の火口湖は水深 10 m, 水温 60 が維持されていた。漏水量が少ないとき、本モデルから、湖底から湖水への熱供給率は 120 MW, 水蒸気供給率は 34 kg/s, 水蒸気温度は 400 程度と計算される。