

SVC063-30

会場: 201B

時間: 5月25日10:15-10:30

活動火口に形成された強酸性火口湖における水温モニタリングシステムの開発

Development of water temperature telemetry system for inaccessible and extremely acidic crater lakes

寺田 暁彦^{1*}, 吉川 慎², 野上 健治¹, 大倉 敬宏², 鍵山 恒臣²

Akihiko Terada^{1*}, Shin Yoshikawa², Kenji Nogami¹, Takahiro Ohkura², Tsuneomi Kagiya²

¹東京工業大学草津白根火山観測所, ²京都大学火山研究センター

¹KSVO, Tokyo Institute of Technology, ²AVL, Kyoto University

[はじめに]

阿蘇火山および草津白根火山の活動火口には、東京ドームの1.5倍の面積を有する巨大な火口湖が形成されている。これらの湖底では、活発な熱活動が非噴火期を通じて継続しており、草津白根火山の火口湖水温度は20°C、阿蘇火山では70°Cを越えることもある。

これら活動的の火口湖の高い水温は、湖底から噴出する火山性流体によって維持されている。このことは、湖底熱活動の変化に対して湖水温度が敏感に応答することを意味する。水温変動は火山性地震の発生パターンに相関することがあることから (Terada et al., 2008)、水温のモニタリングは、火山噴火予測ばかりでなく、火山体浅部で起きる諸現象の理解にも繋がる。そして水温データは、夜間や悪天候時に、火口で何が起きているのかを伺い知る、唯一にして強力な武器でもある。

これまで、阿蘇火山での水温観測には赤外カメラが用いられてきた。しかし、水温データは湖面上を漂う湯気の影響を受ける。従って、もし水温変化が検出されたとしても、それが気象条件に因るものか、実際の火山活動を反映したものか判断が難しかった。また、観測者が火口縁へ出向く必要があり、悪天候時や、噴火が懸念される時には、観測そのものが困難である。

そこで本研究では、新たに開発した水温観測ブイを用いて、湖水温度の連続観測を試みた。本発表では、阿蘇火山での実験観測と、数値計算から得られた水温変動に関する示唆について述べる。

[水温観測ブイの製作]

温度計を収めたブイを湖面に浮かべ、データを無線回収する。しかし、高い水温に加えて、湖水のpHは0-1前後、高濃度SO₂やH₂Sガスが充満するなど、火口湖は厳しい自然環境下にある。そこで、新たにブイを製作した (寺田・吉川, 2009)。

ブイは、厚さ30mmの発泡スチロール (EPS) 板を組み合わせたものである。使用したEPSの密度は10.4kg/m³と極めて軽量で、断熱性にも優れ、100°C前後の環境下でも強度を保つ。また、水中に100日以上定置した場合でも、その機械的性質にほとんど変化はない。ただし、EPSは日射 (紫外線) に弱いため、機械的強度の向上も兼ね、特殊なポリウレタン樹脂を全面に塗布した (寺田・吉川, 2009)。

ブイが移動することを防ぐため、アンカーを用いて浮箱を湖底に係留することとした。アンカーは、フッ素樹脂の一種である、変性PTFEを用いて作成した。一般に、フッ素樹脂はほとんどの有機・無機薬品に対して不活性である。中でも変性PTFEは耐酸性に優れ、連続使用温度は260°C、密度は2,180kg/m³前後あり、アンカーとしてそのまま使用できる (寺田・吉川, 2009)。アンカーと浮箱を連結するためのロープにも、変性PTFEを用いた。

水温センサは、水深40cm前後に定置することとした。センサからケーブルの全面に、フッ素樹脂を塗布することで強酸への対策とした。

[データ伝送系の構築]

本研究では、株式会社ティアンドディ社製の無線式温度計RTR-71を使用した。2007年度には、装置を一時的に湖面に降ろし、通信テストを繰り返した。翌2008年度は、火口縁に無線中継局を開設し、火口監視員山上詰所（阿蘇火山防災会議協議会所管）に設置したPCで、データを受信するシステムを構築した。2009年度には、無線LANを通じて、7km離れた山麓に位置する京都大学火山研究センターへ、データ伝送を行うシステムを構築した。

[設置方法の確立]

阿蘇の火口湖は、高さ150mの断崖に囲まれており、作業のために人が接近することができない。そこで、火口にロープを架線して、滑車を用いて装置を重力降下させることにした。様々な重量の重石を用いてテストした結果、この方法で数kgの物体を降下できることを確認した。

ただし、水深15mの湖底に係留するための、アンカーとブイとをつなぐ固定用ロープが、ブイ降下時の障害となる。そこで、係留ロープを紙紐で束ねることとした。ブイが着水後、紙紐は湖水で自然溶解し、錨は湖底へ降下する。実験に基づき、空中で十分な強度を有し、着水から10分程度で溶解する紙紐を選定した（寺田・吉川，2009）。

これらの工夫に基づき、これまで水温ブイの設置を3回試み、いずれも成功した。

[観測結果および数値計算からの示唆]

これまでの観測の結果、振幅が数℃程度の、数日周期の水温変動が確認された。新たに開発したモデルを用いて検討した結果、この変動は気温の変化で説明可能なことが示された。

阿蘇を模した数値計算によれば、湖底噴出流体のfluxが10%程度変化した場合、湖水温度は約3℃変化する。気象要因を考慮した水温計算値と、ブイで実測した観測値とを比較することで、噴火前に起きるであろう熱活動の変化を捉えることが期待できる。

キーワード:火口湖,水温観測ブイ,阿蘇火山,熱水系

Keywords: crater lake, water temperature telemetry buoy, Aso volcano, hydrothermal system