

PRESS RELEASE (2022/08/29)

水蒸気噴火発生のカギは地下水の特異な動きにあることを発見

水蒸気噴火から命を守る観測手法として期待

ポイント

- ① 活火山の地下から熱水が上昇してくると、地下水が移動し、大地に電流が発生することを世界で初めて発見
- ② 噴火時と非噴火（噴火未遂）時では地下水の動きが異なるため、地下水が水蒸気噴火の発生を制御していることを提案
- ③ 電流観測は今後、水蒸気噴火の発生予測の手法として期待される

概要

水蒸気噴火はマグマが直接関与せず、熱水により引き起こされる火山噴火ですが、その規模は小さく、火山浅部の熱水により生じる現象なため、発生予測は一般に難しいと考えられてきました。一方、小規模な水蒸気噴火でも、火口周辺に多くの登山者がいれば、2014年の御嶽山噴火災害のように多くの人命が失われるため、水蒸気噴火予測は社会的に非常に重要な課題です。

九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センターの相澤広記 准教授、松島健 教授、および東京大学地震研究所の村松弾 特任研究員、小山崇夫 助教、上嶋誠 教授、鹿児島大学の中尾茂 教授らの研究グループは、2018年4月19日に小規模な水蒸気噴火を起こした霧島硫黄山の地盤変動データ、地震データ、地電流データの解析を行い、水蒸気噴火は地下からの熱水上昇に対して地表付近の地下水が特異な動きをしたときのみ発生することを世界で初めて明らかにしました。

今回の発見では、熱水上昇はあるものの地下水の影響で噴火に至らなかった「噴火未遂」イベントが数多く存在することも明らかになり火山監視体制について再考が求められます。また本研究での観測手法、解析手法は、水蒸気噴火発生の数分前の直前予測に役立つことが期待されます。

本研究成果は英国の雑誌「Communications Earth and Environment」に2022年8月22日（月）に掲載されました。



霧島硫黄山

水蒸気噴火から3週間後の2018年5月10日に撮影

水蒸気噴火地点には地下の熱水から供給された小規模な湯だまりが形成され、多量の噴気が発生している。

【研究の背景と経緯】

マグマが直接関与しない水蒸気噴火の発生予測は簡単ではありません。前兆的に地震が増える場合もありますが、そのほとんどは噴火につながらず、また2018年本白根火山のように、地震の増加なしに突然噴火する例もあります。長期的な発生予測は不確定性が高いのに対して、近年の観測から直前予測は有望なことが分かってきました。御嶽山・本白根・霧島硫黄山など、近年の水蒸気噴火の数分前には「傾斜変動を伴う微動」といって火口方向が地震を起こしながら盛り上がるという現象が必ず観測され注目されていました。これは水蒸気噴火を引き起こす熱水が地下深部から浅いところに移動してきたことによると考えられます。しかしながら、ひとつ問題なのは、この「傾斜変動を伴う微動」は、噴火をしないときでも頻繁に発生し、いったい何が水蒸気噴火の発生を決定しているのか分からない状況でした。

【研究の内容と成果】

本研究は2018年4月19日に小規模な水蒸気噴火を起こした霧島硫黄山を対象としました。この火山では2014年から13回の「傾斜変動を伴う微動」*1が観測されていましたが、最後の1回だけが噴火を起こしました。我々は噴火地点から2.2 km以内に設置した地震計、傾斜計、地電流計のおよそ5年間のデータを解析することにより、噴火時と非噴火時（噴火未遂）の違いを明らかにすることができました。なかでも「地電流」*2は地下水の動きに応じて変化するため、本研究の核心的なデータとなりました。まず重要なことは「傾斜変動を伴う微動」つまり熱水の上昇が起こると、地電流も必ず変化することを初めて発見したことでした。電流の変化の方向から冷たい地下水が熱水方向に移動したことが推定できます。これは熱水の上昇に対して、表層付近の地下水が移動して熱水を冷やし、噴火を起こさせない働きをしていたことを示します。つまり地下水によって守られて「噴火未遂」となっていたわけです。

次に重要な発見は、噴火時のみ地電流が大きく変動したことです（図1）。特に観測点と噴火地点を結ぶ方向に大きく地電流が変動したため、噴火地点に冷たい水が大量に流れ込んでいたことが分かりました。この噴火では「傾斜変動を伴う微動」が始まっておよそ5分後に地表に新たな水蒸気噴出孔が形成され、さらに5分後に水蒸気爆発がみられましたが、水蒸気爆発時は地電流の変動がピークから少し下がりはじめたところでした。このため、流れ込む冷たい地下水の量が限界に達し、冷やしきれなくなった時点で爆発したという「新たな水蒸気噴火発生メカニズム」が提案されました。

【今後の展開】

数分前といった直前でも水蒸気噴火の前兆がつかめれば、命を守るのに有効です。今回の霧島硫黄山の噴火の例では、生命に危険がある爆発が発生したのは「傾斜変動を伴う微動」の発生からおよそ10分後でした。今回の研究結果で、「傾斜変動を伴う微動」のほとんどは、熱水上昇はあったものの浅部の地下水の動きによって噴火に至らなかった「噴火未遂」であるという新たな視点を獲得することができました。命を守るためにまずは「傾斜変動を伴う微動」を見過ごさない観測体制、およびそれが発生したら即座に火口周辺に警告を出すシステムの整備が望まれます。その上で、水蒸気噴火につながるかどうかより正確に判断するため、他の火山でも地電流の観測を行っていくことが有効です。この研究を継続し、有効性を示していくことで、将来的に気象庁等の火山監視の標準観測項目として「地電流測定」が採用されることを目指します。

【参考図】

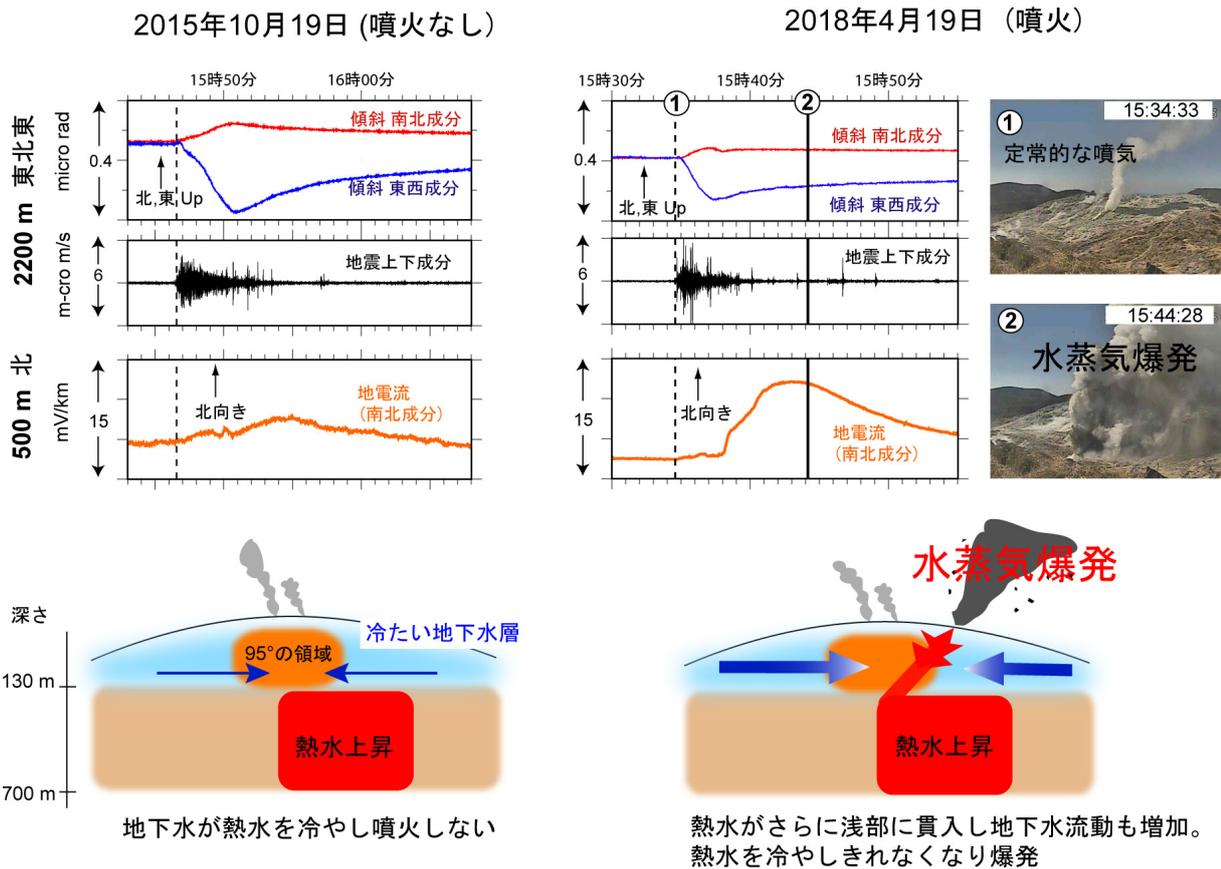


図1 霧島硫黄山での「傾斜変動を伴う微動」と、それに伴う地電流変動の例。水蒸気爆発地点に対する観測点の位置を図左に記す。非噴火時（噴火未遂）に比べ噴火時は火口方向（観測点に対して南）の地電流が大きく変動する。下段は噴火未遂時、噴火時それぞれの解釈。

【用語解説】

*1 傾斜変動を伴う微動・・・噴火現象が発生しそうなときに、火口方向の地盤が地震を起こしながら盛り上がるという現象。水蒸気噴火の数分前に確認されるが、噴火と無関係に発生することも多い。近年の我が国の観測網の充実により、日本での観測・研究例が非常に多くなっている。国内では十勝岳、吾妻山、蔵王、御嶽山、本白根、箱根、阿蘇、霧島などの火山で観測されている。

*2 地電流（地電位）・・・大地を流れる微弱な電流。離れた場所に2つの電極を設置し、その間を電線でつなぎ、両者の間の電位差を測定する。さまざまな理由で変動するが、地下水が流動することで発生するものを流動電位と呼ぶ。地下水の動きを間接的に推定できるのは他の手法にはない地電流のユニークな点である。

【謝辞】

本研究は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」(JPJ005391) および文部科学省「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の助成を受けました。

【論文情報】

掲載誌：Communications Earth and Environment

タイトル：Phreatic volcanic eruption preceded by observable shallow groundwater flow at Iwo-Yama, Kirishima Volcanic Complex, Japan

著者名：Aizawa Koki, Muramatsu Dan, Matsushima Takeshi, Koyama Takao, Uyeshima Makoto, Nakao Shigeru

D O I : 10.1038/s43247-022-00515-5

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学理学研究院附属 地震火山観測研究センター

准教授 相澤 広記 (アイザワコウキ)

TEL : 092-802-4347 FAX : 0957-63-0225

Mail : aizawa@sevo.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学広報室

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp