

SVC049-01

会場:105

時間:5月23日 16:30-16:45

火山ガスブルーム中の水素の水素同位体比を指標に用いた火山噴気の遠隔温度測定法開発

Remote temperature sensing on volcanic fumaroles from hydrogen isotopic compositions of molecular hydrogen in the plume

角皆 潤^{1*}, 神村 奏恵¹, 安齊 沙耶¹, 中川 書子¹, 小松 大祐¹

Urumu Tsunogai^{1*}, Kanae Kamimura¹, Saya Anzai¹, Fumiko Nakagawa¹, Daisuke Komatsu¹

¹ 北海道大学大学院理学研究院

¹ Faculty of Science, Hokkaido University

【はじめに】

火山の噴気温度は、火山活動の現状や山体内部におけるマグマ脱ガス過程に関する重要な指標のひとつであり、古くから頻りに観測がおこなわれてきた。しかし、活火山の噴気に近づいて直接温度を測定することは多くの場合危険を伴い、また赤外放射を用いた遠隔測定では、観測距離が100メートルを超えると正確な噴気温度を測定することは困難になる。

そこで本研究では、噴気ガス中に含まれている水素分子(H_2)と主成分である水蒸気(H_2O)の水素同位体(1H および D)交換反応の反応速度が、室温ではほとんど進行しないのに対して400度程度より高温の領域では極めてすみやかに進行して平衡に達し、しかもその際の同位体分別係数が温度とともに大きく変化するという特性に着目し、ブルーム中の H_2 の水素同位体比から噴気中の H_2 の水素同位体比を推定してこれを温度に換算することで、噴気孔の温度を遠隔から測定する手法(HIReTS: Hydrogen Isotope Remote Temperature Sensing)を考案した。もちろん噴気中の H_2 が噴気孔から放出されると、大気中の H_2 と混合してその同位体比は変化してしまう。しかし、この変化は濃度の異なる噴気ブルーム試料を複数採取して大気中の H_2 との間の混合線を求めることで補正することができる。そもそも H_2 は噴気ガスでは主成分の一つであるのに対して、大気中には0.5 ppmv程度と極微量にした含まれないため、大気由来の H_2 の補正は容易である。また、噴気中の水蒸気(H_2O)については、高温噴気であればマグマ水の値で代用できる。

【検証実験】

今回この遠隔噴気温度計 HIReTS の信頼性を検証するため、噴気ガスに直接アクセス可能な樽前山(北海道)、九重硫黄山(大分県)、恵山(北海道)の三カ所の火山において、噴気ブルーム試料の採取と、その放出源となっている高温噴気地帯における噴気ガス試料の直接採取や噴気温度の直接測定を行った。そして、(1)噴気ブルームから推定される噴気ガス中の H_2 の水素同位体比が実測値と一致するか、また(2)噴気ガス中の H_2 の水素同位体比から推定される噴気温度が実測温度と一致するか、検証した。

【結果・考察】

噴気ブルーム中の H_2 の濃度と水素同位体比の関係は、いずれのブルーム中でも明瞭な二成分混合線を示し、ここから推定した噴気ガス中の H_2 の水素同位体比は、各噴気ガスにおいて実測した水素同位体比と誤差内で全て一致した。一方水素同位体比から求めた噴気ガス推定温度は、樽前山(実測温度609度)に対して625度、九重硫黄山(実測温度203度)に対し185度となり、ほぼ一致した。しかし、恵山(実測温度107度)は287度となり、推定温度の方が過大側に大きくずれた。これは Mizutani (1983) における噴気ガスの観測でもみられた傾向で、200度未満の噴気では水素同位体比は噴気温度までの温度低下に追従出来ず、山体内の急冷直前の温度付近で交換反応が停止してしまう場合があることを示している。

結論として、水素同位体比を使用して温度を遠隔推定する本手法は、温度が400度以上という条件を満たすのであれば、噴気温度を正確(誤差 ± 100 度未満)に推定できることが明らかになった。またある程度の誤差(最大で150度)を許容することができるのであれば、200度程度の低温噴気まで適用可能範囲を広げることが出来る。HIReTSは今後多くの火山において最も確度・精度の高い噴気温度の遠隔推定手法として活用出来ると考えられる。また200度を下回る温度の噴気であったとしても、噴気ブルームから推定した水素同位体比は、山体内における急冷直前の温度推定の指標として活用出来る可能性がある。

キーワード: 火山ガス, ブルーム, 水素, 安定同位体, 同位体交換平衡, 遠隔温度測定

Keywords: fumarolic gases, volcanic plume, molecular hydrogen, stable isotopes, isotope exchange equilibrium, remote temperature sensing