

可搬型ラマンライダーによるフィールド観測——火山噴気の水蒸気測定——

中村 卓司 [1]; 橋本 武志 [2]; 寺田 暁彦 [3]; 杉本 尚悠 [1]; 勝部 祐一 [4]; 佐藤 陽介 [1]; 津田 敏隆 [5]; 阿保 真 [6]
[1] 京大・生存研; [2] 北大・理・地震火山センター; [3] 京大・火山研; [4] 京大・生存研; [5] 京大・生存圏研; [6] 首都大・システムデザイン

Field observations by a portable Raman lidar—— observation of water vapor in volcanic plumes——

Takuji Nakamura[1]; Takeshi Hashimoto[2]; Akihiko Terada[3]; Naohiro Sugimoto[1]; Yuichi Katsube[4]; Yosuke Sato[1]; Toshitaka Tsuda[5]; Makoto Abo[6]
[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] Inst. Seismol. Volcanol., Hokkaido Univ.; [3] AVL, Kyoto Univ.; [4] RISH, Kyoto University; [5] RISH, Kyoto Univ.; [6] Tokyo Metropolitan Univ.

Measurement of H₂O concentration and flux emitted from volcanoes is important in two ways. Firstly, latent heat transported by

water vapor is the major source of energy discharge from volcanoes, especially in a pre-eruptive stage. Secondly, H₂O plays a fundamental role in determining explosibility of magma. Measurement of the total H₂O in a plume is essentially important as the first step for a precise estimation of the magmatic H₂O. However, no previous remote sensing technique has been successful in profiling the H₂O in fumaroles because of the difficulty to

distinguish volcanic water vapor from ambient atmosphere. A lidar (laser radar) is capable of measuring atmospheric quantities as a function of line-of-sight distance (range), and therefore could be used to measure H₂O distribution inside and outside a plume.

A transportable Raman lidar with a pulsed Nd:YAG laser (532 nm, 0.6 W) and a telescope with a 35.5 cm diameter has been built in order to monitor water vapor profiles in the atmospheric boundary layer in RISH, Kyoto University. We have applied this lidar to measuring water vapor distribution in volcanic plumes. The first experiment was carried out at Nakadake of Mt. Aso, in Kyushu, Japan in November 2005. We conducted alternating observations of horizontal distribution of water vapor in the directions towards the plume and the ambient. This lidar on board a vehicle enabled us to profile the water vapor at a distance of 500 m with a half maximum width of 200 m. We further customized the instrument to the field-use by using more sensitive PMTs (photomultiplier tubes), a smaller telescope with a diameter of 20.3 cm, and a mounting tripod, the which yielded higher portability without degrading the sensitivity. The second and third experiments using the new system was carried out in January and June 2007 at the same site. The specific humidity

at the center of fumarole at 400 m distance was estimated to be 6 g/kg larger than the ambient atmosphere. The upward flux of water vapor was estimated to be 23 kg/s, which is consistent with the estimation by the plume-rise method. The system is now being improved to be more concise and to be operated by batteries, which will enable to be used at various volcanos and other locations.

火山噴気中の90%以上を占める水蒸気は潜熱輸送の形で火山から放出される熱エネルギーの主要な担い手であり、特に非噴火時にはほぼ定常的な熱輸送の媒体として重要である。そのため、火山噴気中の水蒸気濃度やフラックスを知ることが極めて重要である。また、H₂Oの含有量はマグマの爆発性を決定づける重要な要素である。噴気中の全H₂Oを測定することは、マグマ起源のH₂O量を精度よく推定するためにも欠かせない。しかし、これまで噴気中のH₂Oをリモートセンシングで測定することは難しいといわれてきた。それは、水蒸

気が大気中にも多量に存在するため、噴気中のH₂Oだけを区別することが困難だったからである。LIDARは、視線方向の濃度分布が測定できるためこの問題を克服でき、火山噴気内外の水蒸気分布を測定できるはずである。

京都大学生存圏研究所では、大気境界層の水蒸気分布を観測するために、532nm 0.6W出力のNd:YAGパルスレーザーと直径35.5cmの望遠鏡を組み合わせた可搬型LIDARを開発した。我々は、これを火山噴気に適用して水蒸気分布の測定を試みている。この装置を用いた最初の実験は2005年11月に阿蘇中岳で行われた。噴気方向と背景大気方向とを交互に測定することで、噴気中により多く含まれている水蒸気の分布を定量できる。この実験で用いた車載型のLIDARによって、500mの距離に幅200mの噴煙水蒸気を検出することができた。我々は、高感度の検出器とさらに小型の望遠鏡(直径20.3cm)を組み合わせることで、感度を損なうことなくシステムを小型に改良した。その結果、装置を三脚に載せることが可能になり大幅に可搬性が向上した。2007年1月に第2回、6月に第3回目の試験測定を同じく阿蘇中岳で行ったが、距離400m付近の噴気内の水蒸気混合比(比湿)が、周囲の大気に比べ6g/kg程度大きく、噴気の上昇速度(2.2m/s)と直径(150m)を考慮すると23kg/s程度の水蒸気フラックスを有することが見積もられた。この値は、plume-rise法と呼ばれる噴気の形状変化から見積もられる数値と矛盾のない値となった。このようなライダー観測の火山噴気水蒸気計測への応用はこれまで例を見ないものである。システムは現在軽量化と完全バッテリー駆動化の改良中で今後種々の火山やその他のフィールドでの応用観測を予定している。

