

霧島火山の湧水の水質, 安定同位体比の特性について Water quality and stable isotope for springs in the Kirishima volcanic area

藪崎 志穂^{1*}, 浅井 和由², 安原 正也³, 高橋 浩³, 鈴木 裕一¹, 塚田 公彦⁴

YABUSAKI, Shiho^{1*}, ASAI, Kazuyoshi², YASUHARA, Masaya³, TAKAHASHI, Hiroshi³, SUZUKI, YUICHI¹, Kimihiko Tsukada⁴

¹ 立正大学地球環境科学部, ² 株式会社 地球科学研究所, ³ 独立行政法人 産業技術総合研究所, ⁴ 鹿児島大学名誉教授

¹Rissho University, ²Geo Science Laboratory, ³Geological Survey of Japan, AIST, ⁴Kagoshima University

霧島山は鹿児島県北東部と宮崎県南西部の県境に位置する複数の火山群の総称であり、国立公園に指定されている。標高が最も高い韓国岳(標高1,700m)を始め、近年火山活動が活発である新燃岳(標高1,421m)、栗野岳(標高1,094m)、高千穂峰(標高1,574m)など多くの山が連なっている。霧島山一帯では降水量が非常に多く、宮崎県えびの(標高1,150m)の降水量(1981~2010年の年平均値)は4,393mm、宮崎県の都城(標高153.8m)では2,481mm、鹿児島県の溝辺(標高272m)では2,490mmであり、日本の平均的な降水量よりもかなり多いことが伺える。周辺の年平均気温(年平均値)は、都城で16.5℃、溝辺で22.2℃と比較的温暖的な気候である。こうした気候特性に加え、霧島山の地質(透水性がよい)を考えると、かなりの水が地下へ浸透して地下水となっていることが想像に難くない。実際、山麓の多くの場所で多量の湧水があり、古来より周辺住民の生活用水として利用されているほか、水道水源や養魚場の水として活用されている。本研究では、霧島山一帯の湧水を調査・採水を実施し、一帯の湧水の水質特性、地下水流動および滞留時間の解明を目的とした。

これまでに調査・採水は2回おこない、1回目は2011年7月19日~21日(24地点)、2回目は2011年12月3日~5日(30地点)に実施した。多くの地点では2回とも調査を実施しているが、一部地点については1回のみ調査となっている。現地ではEC、pH、水温、湧出量、DO(1回目のみ)について測定し、採水した水サンプルについては、一般水質、酸素・水素安定同位体(^{18}O 、 D)、炭素安定同位体(^{13}C)、CFCs、 SF_6 等の測定を実施した。本発表では、現地調査の結果と一般水質、安定同位体の特徴について報告する。

まず、現地調査の結果であるが、7月と12月の値を比較すると、EC、pHではあまり差異は認められない。水温に関しては、12月のほうが0.5~1℃ほど低くなっており、周辺の気温の影響を受けている可能性がある。湧出量はあまり変わらない地点もあるが、多くの地点で12月のほうが少なくなっており、場所によっては7月の6割ほどの量となっている。これは霧島山周辺の年間の降水量が夏季(特に6月~8月)に多く、冬季には少なくなるという気候条件を反映していると考えられる。地点ごとの値をみると、ECは30~1,255 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と範囲が広がっているが、最も高い値を示した1地点(温泉)と2番目に高い値を示した地点(温泉水混入の可能性有)を除くと400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下となり、その中では霧島山南東部(霧島神宮周辺)の地域で相対的に高くなる傾向が認められる。こうしたECの高い地点については、火山性の CO_2 ガスが地下水に混入していることが予想される。pHについては5.7~7.7となっており、ECが比較的高い値を示していた霧島山南東部では $\text{pH}=5.7$ 前後を示している。

次に水質組成についてみると、多くの地点で Ca-HCO_3 型あるいは Na-HCO_3 型を示し、溶存成分量は少なくなっている。霧島山西側斜面にある温泉水は $(\text{Na}+\text{Mg})\text{-HCO}_3$ 型で高濃度炭酸泉となっており、溶存成分量は非常に多い。同じく、霧島山西側斜面の温谷の湧水も同様に $(\text{Na}+\text{Mg})\text{-HCO}_3$ 型を示し温泉水混入が示唆されるが、溶存成分量は温泉の1/2程となっている。霧島山南東部の周辺の湧水では Ca-SO_4 型で、溶存成分量は相対的に多くなっている。また、 NO_3^- は霧島山北西側斜面~北東側斜面でやや高い値を示す地点がみられる。これは湧水の上流側に農地や民家などの集落があるため、人為的な影響が及んでいると考えられる。

酸素・水素安定同位体比は標高の高い地点で相対的に低い値を示すことから、高度効果の影響が及んでいると考えられる。回帰線を求めると、7月では $\text{D}=5.59-^{18}\text{O}-5.92$ ($r^2=0.769$)で、12月では $\text{D}=4.13-^{18}\text{O}-16.81$ ($r^2=0.548$)となり、一般的な天水線とは大きく異なっている。これは霧島山辺の湧水等に火山性ガスの影響が及んでいることが原因であると考えられる。また、 ^{13}C と水質の結果から、霧島山の北東側斜面から南東側斜面($\text{N}90^\circ\text{E}\sim\text{N}180^\circ\text{E}$)にかけては火山性の CO_2 ガスが地下水に混入していることが示唆される。しかしながら、この範囲内にある湧水等でも一部ではこれに当てはまらない地点もあるため、異なった地下水流動の存在が考えられる。さらに詳細な地下水流動についてはCFCs等を用いて滞留時間を求めることにより、より明確に示すことができると考えられる。

以上のように、水質や同位体の結果から、霧島山周辺の湧水は火山性ガスの混入が生じている地点(霧島山北東~南東側斜面)と、混入の無い地点の大きく2つに分けることができた。その一方で、火山ガスの影響があると推定される地域の湧水でも水質の点ではその特徴があまりみられない地点もあった。今後、他の測定結果を総合的に考えることにより、霧島山一帯の地下水流動を明確にあらわすことができると期待される。

キーワード: 霧島火山, 湧水, 水質, 安定同位体, 地下水流動

Keywords: Kirishima volcanic area, spring water, water quality, stable isotope, groundwater flow