

霧島・硫黄山周辺の熱水・湧水の化学組成について

Chemical composition of hot and cold spring waters around Iwo-Yama, Kirishima volcanoes

九州大学大学院理学研究院 **

Faculty of Science, Kyushu University

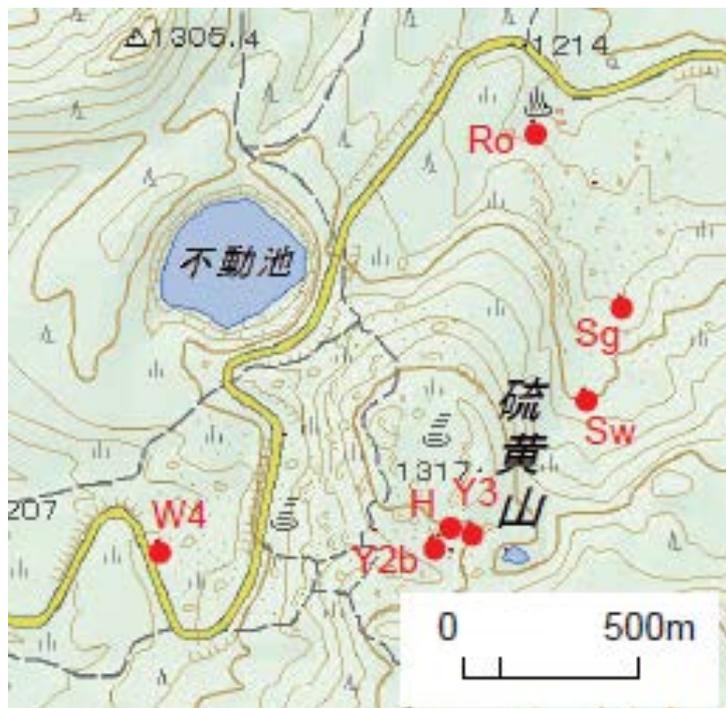
大阪市立大学 ***

Osaka City University

2018年4月の噴火以後に形成された湯だまりを中心に、硫黄山周辺の温泉水、湧水を、2018年7月28-29日、10月12日にひきつづき12月26-27日に採取した。この5ヶ月余りをはさんだ期間の化学組成・安定同位体比の経時変化について報告する。

1. 試料の採取と分析

試料採取は、硫黄山南火口群とその北東に広がる湿地帯を中心に行った。継続して採取を続けているのは、南火口群に形成された Y2, Y3 の2つの湯だまり、南火口群の H 噴出孔の麓を流れる噴気凝縮水、西火口群の中で最も活発な W4 の湯だまり、硫黄山の北側に位置する旧市営露天風呂の源泉、硫黄山の北東に広がる湿地帯にある湧水池（硫黄芝と思われる白色の沈殿物を伴う池 Sw と緑色の藻が繁茂する池 Sg）である。ただし12月の採取時には、H 噴出孔の麓を流れる噴気凝縮水と硫黄山の北東に広がる湿地帯にある湧水池（2つとも）は水がなく採取できなかった。第1図にこれらの採取地点の位置を示す。



第1図 試料採取地点（国土地理院の地理院地図に追記）

Fig.1. Map showing the water sampling points.

* 2019年4月1日受付

** 石橋純一郎・松島 健 *** 益田晴恵

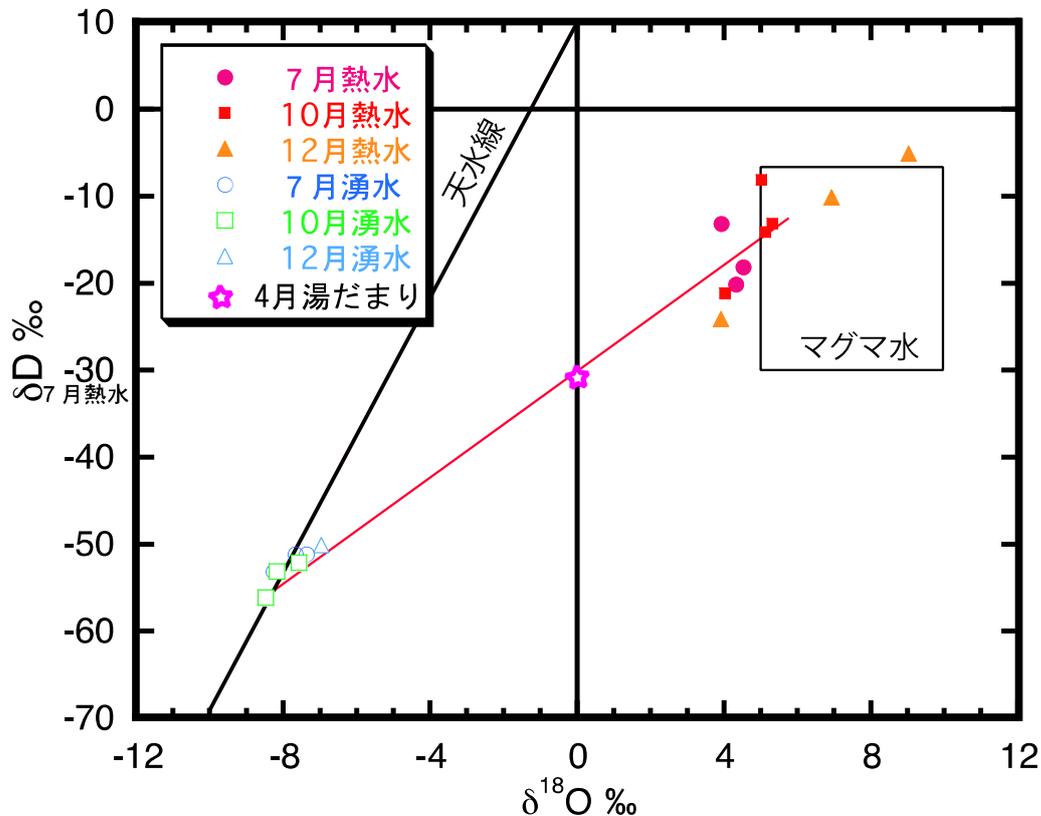
化学組成については、陽イオン (Na, K, Mg, Ca) と Si を ICP 発光分析法により、陰イオン (Cl, SO₄) をイオンクロマトグラフィーにより、九州大学で分析した値を報告する。誤差はそれぞれ ±5 % 程度である。水素・酸素同位体比の測定はキャピティードウン分光法により、産業技術総合研究所において行われた。誤差は δD について ±1 ‰、δ¹⁸O について ±0.3 ‰ である。

2. 化学分析の結果および解釈

熱水、温泉水、湧水の化学分析の結果を第1～3表に示す。なお、水温, pH, EC (電気伝導度) については採水時の測定値である。水素・酸素同位体比の測定結果を VSMOW に対する δ 表記で第4表に示す。

南火口の湯だまりでは、10月採取時に比べて12月は水位が低下していることが観察された。複数の採取点で水がとれなくなったことも、水位の低下に対応していると考えられる。原因としては冬期の降水量の低下を考えることができる。湯だまりの Cl/SO₄ 比は10月採取時に比べると変動しているが、Y2 で高くなっているのに対して Y3 で低くなっているなど、変動の傾向を読み取ることが難しい。一方、西火口の湯だまり W4 は、水位の変動の影響を受けないためか、全イオン濃度, Cl/SO₄ 比ともに安定している。

熱水 (湯だまり) および湧水の水素・酸素同位体比の関係を第2図に示した。産業技術総合研究所ほか (2018/6/5 付け) により報告されている4月16日に採取された南火口の湯だまりの同位体比に比べて、7月以降に南だまりで採取された熱水の同位体比は水素、酸素ともに高い δ 値



第2図 熱水 (湯だまり) と湧水の水素・酸素同位体比の関係

(星印は産業技術総合研究所ほか：予知連報告 (2018/6/5) の値をプロットした)

Fig. 2. Relationship between hydrogen and oxygen isotope ratios of hydrothermal water and spring water.

を示している。このことは、湯だまりへのマグマ水の寄与が天水の寄与よりかなり大きくなったことを示唆する。7月以降の5ヶ月の期間にも同位体比の経時変化が認められ、特に湯だまり Y2 で顕著である。これらの変動は、水の沸騰に伴う蒸発や凝縮に伴う傾向で説明できる。一方、水位の変動の影響を受けない西火口の湯だまり W4 では3ヶ月の間の同位体比の経時変化が認められない。

降水量の季節変動に伴う水位の変動と化学組成、同位体比との関係を考える議論が必要であり、今後の観察を続けたい。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省による「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」および日本学術振興会による科学研究費助成事業「フィリピン海プレート収束域の水銀の循環過程とテクトニクスとの関係」の援助を受けた。ここに記して感謝する。

参考文献

- 1) 産業技術総合研究所・日本工営・東大地震研究所 (2018) : 霧島硫黄山周辺の泥水・湧水組成について, 火山噴火予知連絡会 2018年6月5日報告資料.

第1表 2018年7月28-29日採水試料の化学分析値

Table 1. Chemical composition of water samples collected from July 28 to 29, 2018.

採取地点	水温 (°C)	pH	EC (S/cm)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Si (mg/L)	Cl/SO ₄ モル比
南火口湯だまり Y2	80.5	1.18	86.6	2740	508	476	462	8720	16800	470	1.40
南火口湯だまり Y3	91.3	1.10	93.7	2830	500	484	490	9070	17300	439	1.42
H 噴気孔麓凝縮水	26.3	0.79	116.5	3290	585	616	594	10500	19500	525	1.46
西火口湯だまり W4	94.5	1.47	51.5	1990	335	786	602	6750	13600	397	1.34
旧市営露天風呂 Ro	26.3	1.83	9.5	165	50	73	144	564	2550	63	0.60
湿地帯 (白色池) Sw	22.0	3.68	1.8	73	21	43	70	302	363	58	2.25
湿地帯 (緑色池) Sg	16.5	3.65	1.0	23	<1	15	37	85	261	45	0.88

第2表 2018年10月12日採水試料の化学分析値

Table 2. Chemical composition of water samples collected on October 12, 2018.

採取地点	水温 (°C)	pH	EC (S/cm)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Si (mg/L)	Cl/SO ₄ モル比
南火口湯だまり Y2	69.4	2.10	9.4	219	16	79	87	918	2080	125	1.20
南火口湯だまり Y3	96.0	1.55	40.9	1980	285	301	351	5730	6770	337	2.29
H噴気孔麓凝縮水	18.2	1.40	35.4	1570	180	317	378	5240	6420	325	2.21
西火口湯だまり W4	97.0	1.33	59.5	2790	450	526	534	8270	11300	465	1.97
旧市営露天風呂 Ro	21.4	2.19	5.3	110	25	45	90	420	1250	58	0.91
湿地帯(白色池) Sw	17.9	3.57	0.9	29	10	16	36	44	224	50	0.53
湿地帯(緑色池) Sg	18.8	3.38	9.7	30	8	17	37	57	240	48	0.65

第3表 2018年12月26-27日採水試料の化学分析値

Table 3. Chemical composition of water samples collected on December 26 to 27, 2018.

採取地点	水温 (°C)	pH	EC (S/cm)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Si (mg/L)	Cl/SO ₄ モル比
南火口湯だまり Y2	82.4	1.30	60.2	2960	495	370	435	9410	12400	220	2.06
南火口湯だまり Y3	88.9	1.67	39.2	495	79	126	169	2380	9490	163	0.68
西火口湯だまり W4	97.2	1.33	59.5	3150	592	703	557	9670	12900	396	2.03
旧市営露天風呂 Ro	26.0	2.08	8.4	243	52	101	179	420	1250	58	0.90

第4表 水素・酸素同位体比測定の結果

Table 4. Hydrogen and oxygen isotope ratio

採取月	2018/7		2018/10		2018/12	
	δ D (‰)	δ ¹⁸ O (‰)	δ D (‰)	δ ¹⁸ O (‰)	δ D (‰)	δ ¹⁸ O (‰)
南火口湯だまり Y2	-20	+4.3	-13	+5.3	-5	+9.0
南火口湯だまり Y3	-18	+4.5	-14	+5.1	-10	+6.9
H噴気孔麓凝縮水	-13	+3.9	-8	+5.0	-	-
西火口湯だまり W4	-	-	-21	+4.0	-24	+3.9
旧市営露天風呂 Ro	-51	-7.4	-52	-7.6	-50	-7.0
湿地帯(白色池) Sw	-51	-7.7	-53	-8.2	-	-
湿地帯(緑色池) Sg	-53	-8.3	-56	-8.5	-	-