

霧島山硫黄山周辺の湯溜り・湧水等の化学・安定同位体組成(2018年5月29日現在)*

Chemical and stable isotopic compositions of hot pool and spring waters around Iwo-yama, Kirishima volcano: as of May 29, 2018

気象研究所**東海大学***東京大学****福岡管区气象台*****鹿児島地方气象台*****
Meteorological Research Institute** Tokai University*** The University of Tokyo****
Fukuoka Regional Headquarters, JMA*****
Kagoshima Local Meteorological Office, JMA*****

霧島山硫黄山周辺の湯溜り・湧水・河川水の化学組成と水素・酸素安定同位体比の分析した。2018年5月29日の観測では、同年4月19日の噴火口周辺に2カ所(V1, P地点)に湯溜りが認められた。これらの湯溜りを満たす熱水は強酸性で、一般に高温の火山ガスに多く含まれるClを高濃度含み、水素・酸素安定同位体比はマグマ水に近い。湯溜りから流下した熱水、硫黄山西麓の湧水が流れ込む硫黄山西約1km地点では、河川水のCl/SO₄モル比が同年4月30日に2.3に達したが、その後は漸減し、同比は5月31日観測時点で1.3まで低下した。

1. 試料採取

2016年8月以降、霧島山硫黄山周辺の湧水、河川水、湯溜りを採取し、化学組成および水素・酸素安定同位体比を分析している。本報告では、主に2018年3月28日以降に採取した湧水、河川水、湯溜り(図1a, b)の分析結果を報告する。採取した試料水は、現地で水温を測定し、孔径0.45 μmメンブレンフィルターでろ過処理した後分析に供した。

2. 結果

2018年5月29日の現地調査では、4月19日の噴火口周辺に2カ所(V1, P地点)の湯溜りが認められ(図2, 3, 4)、P地点湯溜りから溢れた熱水が硫黄山西側斜面を流下しているのが認められた(図5)。このほか、硫黄山西麓B地点の1カ所にも湯溜りが認められた(図6)。この湯溜りはV1およびP地点の湯溜りに比較して規模が小さく、周囲の土砂と混合した茶色の熱水が跳ね上げて湯溜りの周囲に飛散させていたが、調査時点では顕著な熱水の流出は認められなかった(図6)。

図7に試料水の水素・酸素安定同位体比(δD ・ $\delta^{18}O$)の関係を示す。V1, P地点湯溜りを満

*2018年7月20日受付

谷口無我 (Muga Yaguchi); *大場武 (Takeshi Ohba), 西野佳奈 (Kana Nishino); ****外山浩太郎 (Kotaro Toyama); *****福岡管区气象台(Fukuoka Regional Headquarters, JMA); *****鹿児島地方气象台(Kagoshima Local Meteorological Office, JMA)

たす熱水の δD , $\delta^{18}O$ 値はマグマ水(日下部・松葉谷, 1986)に近く, その他の湧水, 河川水は大よそ V1, P 地点湯溜りと天水線を結ぶような系列にある. このことは, これらの水が大局的には硫黄山を起源とする熱水と天水との混合によって形成されていることを示唆する. 図 8 には水-岩石相互作用を仮定して熱水の貯留状態を推定するのに有効とされる Na-K-Mg 組成図(Giggenbach, 1988)を示した. 一般的に, 岩石との反応が十分に平衡に達していない(未成熟な)水は, Mg 端付近にプロットされる. 強い酸性を示す硫黄山周辺の試料水は, Na-K-Mg 組成図上で“未成熟な水”の領域にあり, 溶存濃度の高い V1, P 湯溜りを一端とする Mg 端との直線上にある. これらのことは, 安定同位体比の特徴と同じく, 本報告で分析した試料水が, 大局的には硫黄山を起源とする熱水と天水との混合であることを示唆する.

定期的に観測を実施している硫黄山西麓 A 地点の湧水(図 9)は Cl/SO_4 モル比が 1.6 であり(図 10), 当該湧水は硫黄山の西側斜面を流下していた. 硫黄山の西約 1km の C 地点では, 4 月 8 日には河川水の白濁~灰濁が確認され, 翌 4 月 9 日時点で 0.9 だった Cl/SO_4 モル比は 4 月 19 日噴火後の 4 月 30 日には 2.3 に達しており, その後は漸減して 5 月 31 日観測時点で 1.3 まで低下している. 当該観測地点は V1, P 地点湯溜りおよび A 地点湧水の下流に位置しており, C 地点での Cl/SO_4 比の変化は硫黄山の湯溜り・湧水の Cl/SO_4 比を反映しているとみられる. 表 1 には, 硫黄山から北西約 7km の D 地点の河川水(長江川)の分析結果も併記した. 同地点では 4 月 30 日時点で 2.6 だった Cl/SO_4 比は 5 月 9 日には 1.7 に低下した(表 1).

参考文献

日下部実, 松葉谷治 (1986) マグマ性揮発物質・火山ガス・地熱水. 火山, 30, S267-283.
 Giggenbach, W. F. (1988) Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52, 2749-2765.
 谷口無我, ほか 17 名 (2018) 霧島山硫黄山周辺の湧水の化学組成(2016 年 8 月-2018 年 2 月). 火山噴火予知連絡会会報, 129, 307-309.

表 1. 霧島山硫黄山周辺の湯溜り・湧水の化学・安定同位体組成 (2018 年 3 月 28 日以降)

Table 1. Chemical composition and isotopic ratios of waters around Mt. Iwo-yama.

採水地点	採取日	WT °C	pH	E.C. S/m	Cl mg/L	SO ₄ mg/L	Al mg/L	Ca mg/L	Fe mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Mn mg/L	Na mg/L	SD ₂ mg/L	δD ‰	$\delta^{18}O$ ‰	Cl/SO ₄ molar ratio
A: 硫黄山西麓湧水	2018/3/28	57.5	1.56	1.53	1190	3510	183	277	155	64.2	165	9.2	342	337	-39.5	-3.9	0.92
A: 硫黄山西麓湧水	2018/5/29	68.2	1.47	2.35	3110	5370	319	410	983	118	381	23.5	717	387	-36.4	-2.6	1.57
V1: 湯溜り①-硫黄山南側	2018/5/29	86.7	0.52	> 10	12300	26600	1210	988	959	506	1260	85.7	1940	1010	-18.4	4.6	1.26
P: 湯溜り②-硫黄山南側	2018/5/29	86.4	0.61	> 10	11700	24200	1350	903	1210	479	1240	84.1	1850	843	-13.7	5.3	1.31
B: 湯溜り③-硫黄山西麓	2018/5/29	96.3	2.45	0.43	303	1640	33.6	109	592	43.2	56.5	3.3	117	291	-19.8	1.1	0.50
C: 河川水-エヌージ 7A裏側	2018/4/9	13.5	1.98	0.72	638	1890	122	136	192	37.6	71.5	3.9	191	209	-44.2	-5.9	0.92
C: 河川水-エヌージ 7A裏側	2018/4/30	37.4	0.93	6.19	7920	9400	292	530	511	397	974	69.7	1850	871	-27.0	0.52	2.28
C: 河川水-エヌージ 7A裏側	2018/5/9	29.4	1.25	3.08	3440	5210	275	280	327	172	399	28.3	779	408	-36.9	-3.7	1.79
C: 河川水-エヌージ 7A裏側	2018/5/15	27.5	1.38	2.45	2740	4840	305	285	395	127	320	21.6	533	338	-37.6	-3.8	1.53
C: 河川水-エヌージ 7A裏側	2018/5/22	24.2	1.61	1.55	1650	3280	235	213	349	70.0	209	13.0	306	261	-40.6	-4.8	1.37
C: 河川水-エヌージ 7A裏側	2018/5/31	ND	1.17	3.59	3330	7110	418	325	473	147	370	23.2	563	308	-	-	1.27
D: 河川水-長江川	2018/4/21	ND	1.84	1.67	3330	3140	131	563	678	173	520	39.3	840	562	-35.0	-3.4	2.87
D: 河川水-長江川	2018/4/27	ND	1.46	2.11	2750	2990	84.3	225	321	130	374	31.1	623	419	-38.9	-4.7	2.49
D: 河川水-長江川	2018/4/30	ND	1.34	2.60	3300	3480	140	240	221	157	405	33.5	750	465	-38.1	-4.3	2.57
D: 河川水-長江川	2018/5/9	14.7	2.39	0.25	222	362	21.3	29.5	12.1	10.7	28.7	2.6	51.9	62.4	-44.9	-7.2	1.66

pH, ECの測定にはガラス電極(OR BA, 9615S), 白金-白金黒電極(OR BA, 3552-100)を接続したポータブルpH/EC計(OR BA, D-74)を使用した.
 Cl/SO₄はイオンクロマトグラフ法(Thermo, Integration), その他の成分はマイクロ波プラズマ原子発光分析装置(Agilent 4210 MP-AES)を使用した.
 δD , $\delta^{18}O$ の分析にはキャピタリリングダウン分光法(PDARR0, L-2120-0)を使用した.

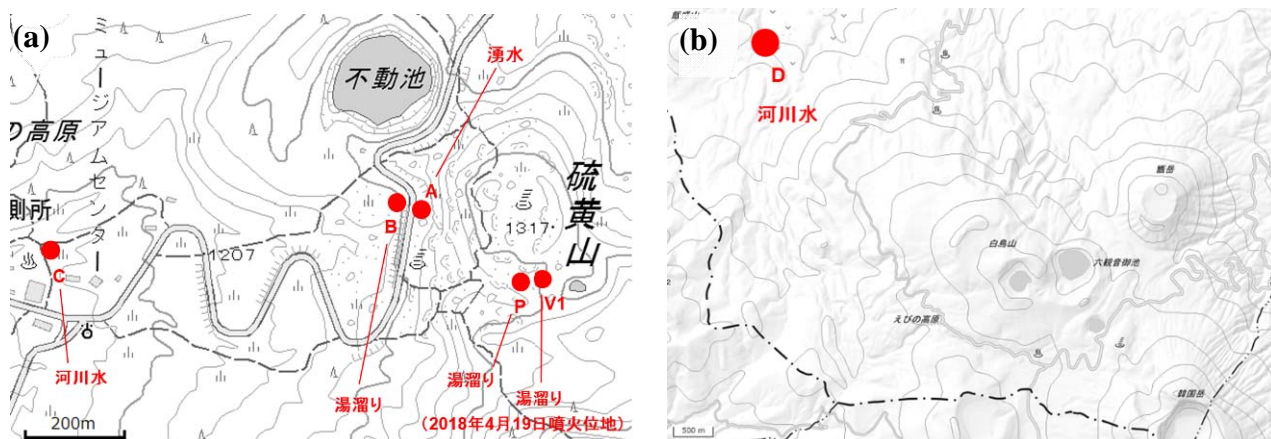


図1. 試料採取地点 (背景地図に地理院地図: 電子国土 web を使用した).

(a) V1, P, A, B, C 地点. (b) D 地点(長江川).

Fig. 1. Sample location (topographic map from the Geographical Survey Institute).

(a) Sampling points of V1, P, A, B and C waters. (b) Sampling point of D (Nagae river).



図2. V1 地点の湯溜りの様子.

Fig. 2. Hot pool at point V1.



図 3. V1—P 地点間の様子.

Fig. 3. Hot pools at point V1 and P.



図 4. P 地点の湯溜りの様子.

Fig. 4. Hot pool at point P.



図 5. P 地点の湯溜りから流出した熱水が硫黄山の西麓を流下する様子.

Fig. 5. Overflowing water from the hot pool at point P flows down to the western flank of Mt. Iwo-yama.



図 6. B 地点の湯溜りの様子.

Fig. 6. Hot pool at point B.

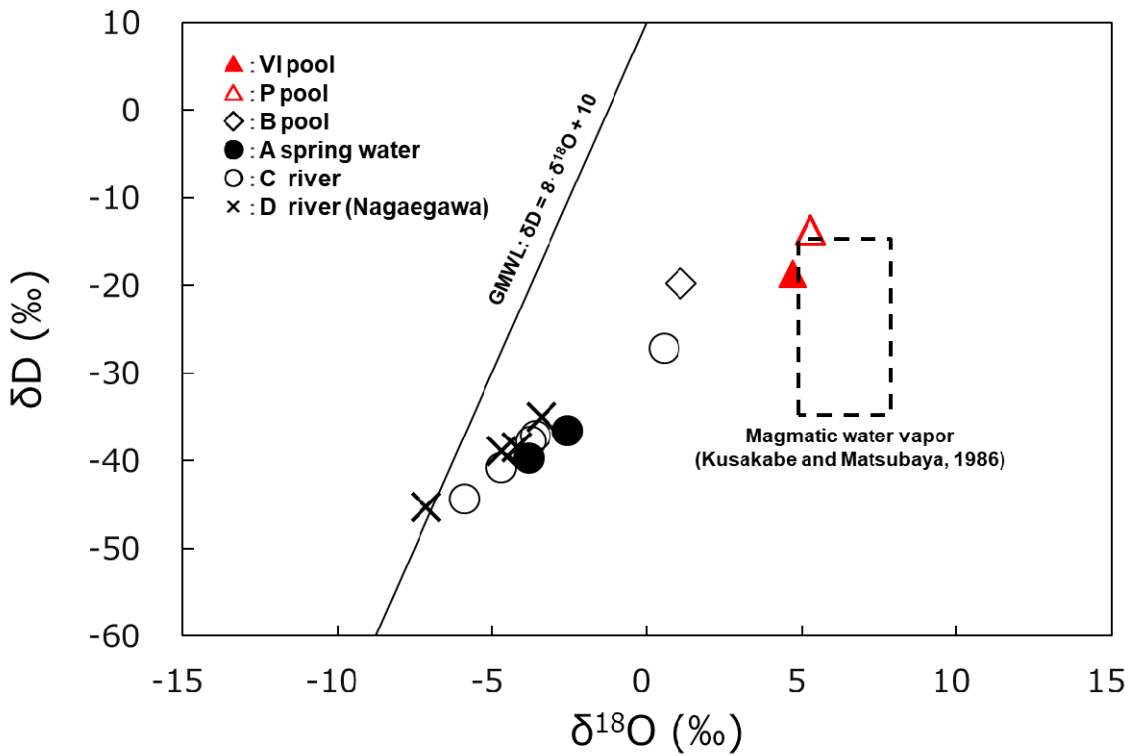


図 7. 試料水の水素・酸素安定同位体比(δD・δ¹⁸O)

Fig. 7. δD-δ¹⁸O plot for sample waters.

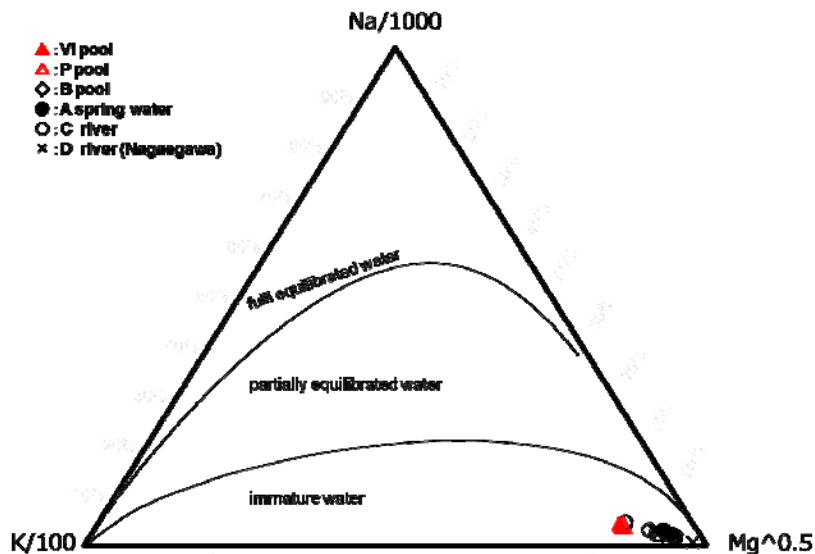


図 8. Na-K-Mg 組成図

Fig. 8. Na-K-Mg ternary diagram.



図9. 硫黄山西麓 A 地点の湧水の様子.

Fig. 9. Spring water at point A (western flank of Mt. Iwo-yama).

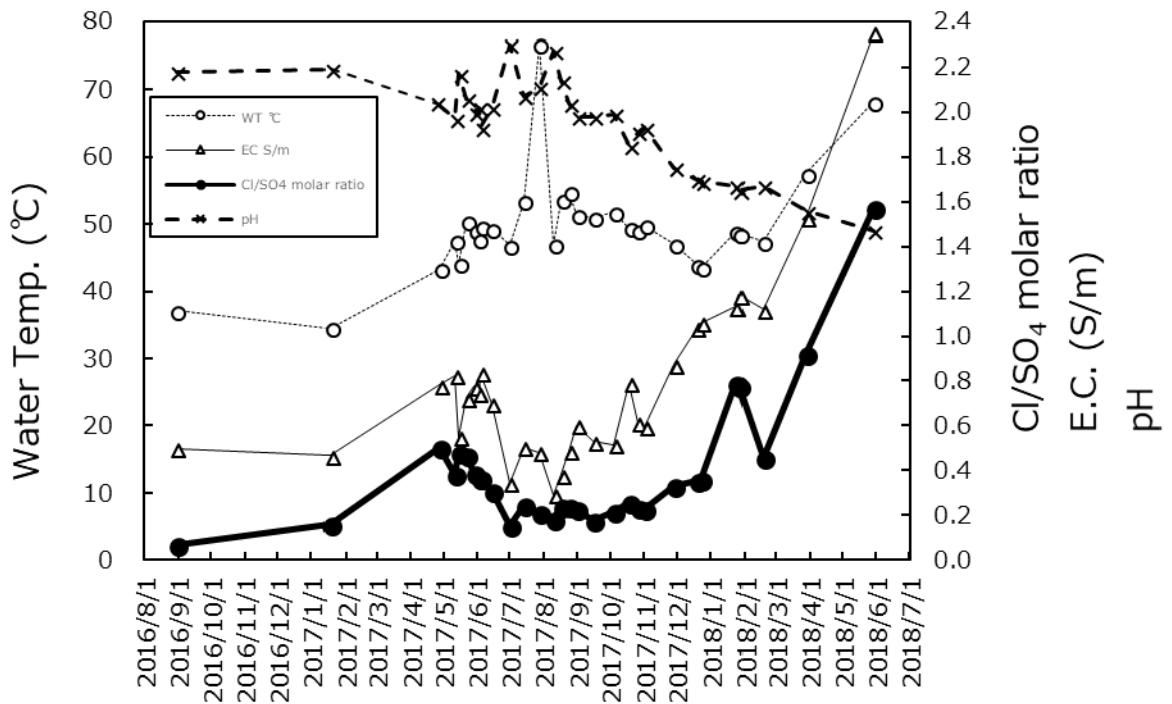


図10. 硫黄山西麓域 A 地点湧水の Cl/SO₄ モル比, 電気伝導度, pH, および水温の変化 (2018年3月28日以前の分析値は, 谷口ほか(2018)から引用)

Fig. 10. Temporal variations in Cl/SO₄ molar ratio, E.C., pH and temperature of the spring water at point A (data up to March 28, 2018 were cited from Yaguchi et al., 2018).