

口永良部島火山の地下水

北海道大学理学研究科	大島 弘光
東京工業大学火山流体研究センター	水橋 正英
京都大学防災研究所	井口 正人

1. はじめに

水蒸気爆発はマグマ(あるいは高温な火山ガスなど火山性流体)と地下水との相互作用により発生すると考えられている。しかし、水蒸気爆発はマグマ性噴火に比べて規模が小さく、その準備過程など水蒸気爆発の観測研究は進んでいない。水蒸気爆発を規制する火山体内部の地下水についても帯水層と考えられている低比抵抗層が火山体浅部にとらえられ、有珠山(大島・松島, 1998¹⁾)や諏訪之瀬島(大島, 2000²⁾)など火山における浅部水環境の実態は解明が試みられている。

屋久島の西方 14km にある口永良部島は琉球火山帯区(小西, 1965³⁾)に属する安山岩質の活火山島である。島の中央部には古岳, 新岳などの中央火口丘があり, 1841 年の噴火活動を始めとして記録に残されている 5 度の水蒸気爆発は新岳火口内あるいはその東側の割れ目火口列において繰り返されてきた。

現在の口永良部島は 1980 年の水蒸気爆発を最後に表面上は静穏な状態を続けているが, 火山性地震活動は活発化する傾向にあり(井口・他, 2000⁴⁾), 2000 年 11 月末~3 月にかけて集中総合観測が実施された。

この集中総合観測の一環として口永良部島で繰り返し発生した水蒸気爆発を規制する浅部水環境の把握を目的として, その基礎データとなる自然湧水の化学分析を行った。

2. 試料の採取

口永良部島では西の湯, 寝待などで温泉の自然湧出が知られている。また, 水資源も豊富で地下水が各所で自然湧出しており水井戸は存在しない。

図 1 には試料の採取地点を示した。また, 表 1 には採水時の水温と pH をまとめた。6 ヶ所の採水地のうち GW2 は常に水流のある本村川源流の地下水の湧き出し地点であり, そこから溢れる水を採取した。GW1 では湧出地を覆う簡易上水道用貯水マスが設置されており, 試料水はここから採取した。GW3 では角礫凝灰岩の割れ目から湧出している地下水を採水した。GW4 は,

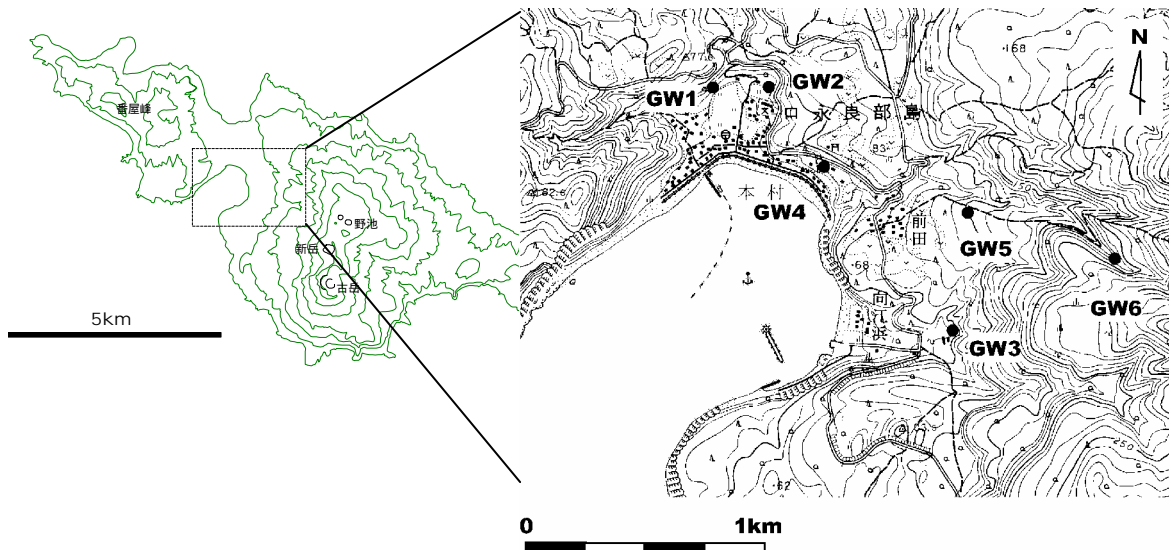


図 1. 試料採取点の位置図

火山灰が粘土化した地層から地下水が染み出しており、その地下水を貯留した枡から採取した。GW6 は、常に水流がある川の源流から約 1km 下流の地点において採取した。GW5 は、GW6 から更に 0.5km 下流の地点から河川水が貯留槽に引かれているが、その貯留槽から採取した。GW1 ~ GW4 では 2001 年 3 月 19 日と 5 月 9 日に、GW5 と GW6 では 2001 年 5 月 9 日に試料水を採取した。

3. 試料の分析

陰イオン濃度はイオンクロマトグラフにより分析した。Na, K は原子吸光分析器を用いて測定した。Na, K 以外の陽イオン濃度の測定には Ca, Mg, Fe, MnO₂, Al, SiO₂ は ICP 発光分光分析器を用いた。なお今回は炭酸類の分析は行っていない。

D/H 比については、質量分析器により白金触媒を介して試料水と同位体平衡にある水素ガスの D/H 比を求め、これから試料水の D/H 比を決定した。同様に試料水の ¹⁸O/¹⁶O 比も、試料水と同位体交換平衡に至った CO₂ ガスの ¹⁸O/¹⁶O を質量分析器により測定し試料水の ¹⁸O/¹⁶O 比を求めた。

4. 結果

試料水の分析結果を表 2 に示す。表 2 において試料水の同位体比は、標準海水(SMOW : Standard Mean Ocean Water)の D/H 比あるいは ¹⁸O/¹⁶O 比からの千分偏差,

$$= \{ (R_{\text{sample}} / R_{\text{SMOW}}) / R_{\text{SMOW}} \} \times 1000$$

表 1. 採水時の水温とpH

サンプル コード	水 源 名	採取年月日	pH	水温 ()
GW1-0319	本村水源	2001/03/19	7.32	18.3
GW1-0509		2001/05/09	6.80	18.5
GW2-0319	本村川	2001/03/19	6.50	22.2
GW2-0509		2001/05/09	6.37	22.5
GW3-0319	向江浜	2001/03/19	6.83	17.7
GW3-0509		2001/05/09	6.63	17.8
GW4-0319	神社の下	2001/03/19	5.89	20.5
GW4-0509		2001/05/19	5.88	20.5
GW5-0509	前田水源	2001/05/09	6.62	18.8
GW6-0509	前田	2001/05/09	6.97	17.1

表 2. 湧水の化学組成と同位体組成

サンプル コード	水 源 名	採取年月日	pH (25.0)	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	MnO ₂ mg/l	Al mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	D ‰	¹⁸ O ‰
GW1-0319	本村水源	2001/03/19	7.52	21.4	2.8	12.9	8.7	0.0	0.0	n.d.	55.6	8.1	43.3	-31	-5.7
GW1-0509		2001/05/09	7.63	21.2	2.9	12.3	8.4	0.0	0.0	n.d.	50.4	8.3	42.7		-5.8
GW2-0319	本村川	2001/03/19	7.46	19.0	4.1	10.3	6.5	0.0	0.0	n.d.	44.5	12.8	57.2	-31	-5.8
GW2-0509		2001/05/09	7.50	19.5	4.4	10.7	6.8	0.0	0.0	n.d.	47.6	13.1	57.3		-5.7
GW3-0319	向江浜	2001/03/19	7.34	13.4	3.1	11.9	4.3	0.0	0.0	n.d.	23.2	30.4	58.9	-32	-6.0
GW3-0509		2001/05/09	7.24	13.4	3.4	11.7	4.3	0.0	0.0	n.d.	24.0	29.6	59.6		-6.1
GW4-0319	神社の下	2001/03/19	7.61	17.9	3.9	10.9	6.1	0.0	0.0	n.d.	37.9	11.8	59.7	-31	-5.8
GW4-0509		2001/05/19	7.56	17.2	3.5	10.1	5.7	0.0	0.0	n.d.	35.9	11.6	58.2		-5.7
GW5-0509	前田水源	2001/05/09	7.17	15.5	3.1	7.9	4.9	0.0	0.0	n.d.	35.5	14.0	62.1	-31	-5.8
GW6-0509	前田	2001/05/09	7.11	12.2	2.7	6.1	2.5	0.0	0.0	n.d.	23.7	13.3	46.0	-31	-5.9

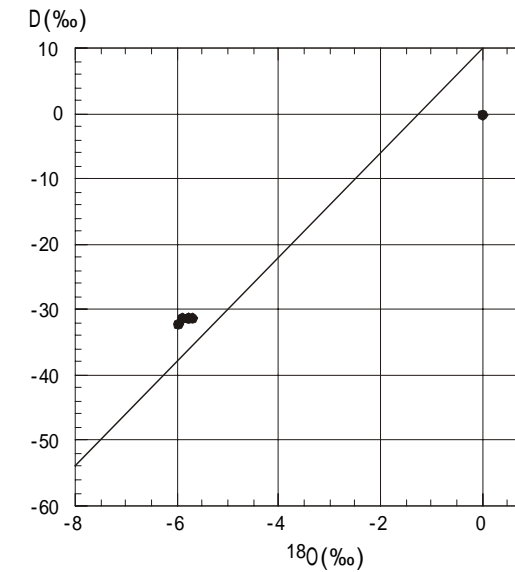


図2. 資料水の D/H, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 比。直線は天水線を表す。

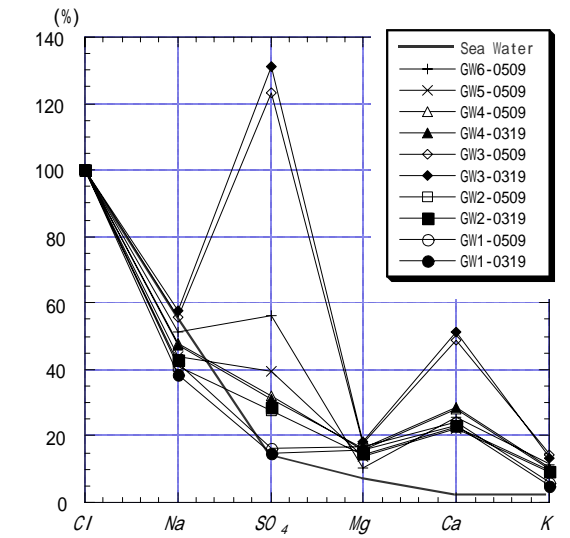


図3. Clを基準とした各資料水と海水の成分比

R_{sample} : 試料の D/H 比あるいは $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 比

R_{SMOW} : 標準海水の D/H 比あるいは $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 比

で示してある。

図2に示したように試料の安定同位対比は天水線の近傍にまとまってプロットされ、これらの湧水が天水起源であることがわかる。

各試料の pH は 7.11 ~ 7.63 の範囲に収まり、試料による違いは少なく、Fe などの重金属も検出されなかった。いずれの試料も SiO_2 の濃度が高く、Cl, SO_4 も富む傾向があり、火山地域の火山岩を湧出母岩とした地下水の特徴が認められる。

一方、海洋中の孤島や海岸付近の湧水に含まれる Cl や SO_4 は海水起源であることが多い。図3には各試料と海水の Cl 濃度を基準とした成分比を示した。各試料とも成分比パターンは太線で示した海水の成分比パターンと異なり、試料の化学組成を天水と海水の混合で説明することは出来ない。これらの試料のうち SO_4/Cl および Ca/Cl 比が他に比べて大きい GW3 は、GW6 とともに海水の Cl/Na 比にほぼ等しい(図4)。また、これらの試料は Ca と SO_4 濃度の関係を示した図5において CaSO_4 を表す直線の付近に分布し、火山岩中の2次的生成物から CaSO_4 を溶出した地下水と海水の混合で形成されている可能性がある。

他の試料では SO_4/Cl 比が最も小さい GW1 が特徴的である。GW1 は試料中で SO_4 濃度が最も小さく、Cl 濃度が最も高い。Na と K 濃度の関係を示した図6でみると GW1 を1つのタイプとして、直線状に並ぶ GW3, GW6, および GW2, GW4, GW5 の3タイプに区分される。これらのタイプのうち中間にプロットされる GW2, GW4, GW5 は図3および図4でも直線状に並び、ある1次的な地下

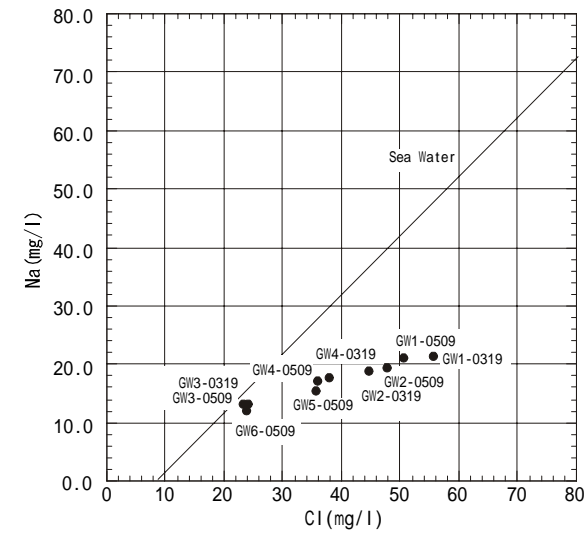


図 4. Na 濃度と Cl 濃度の関係

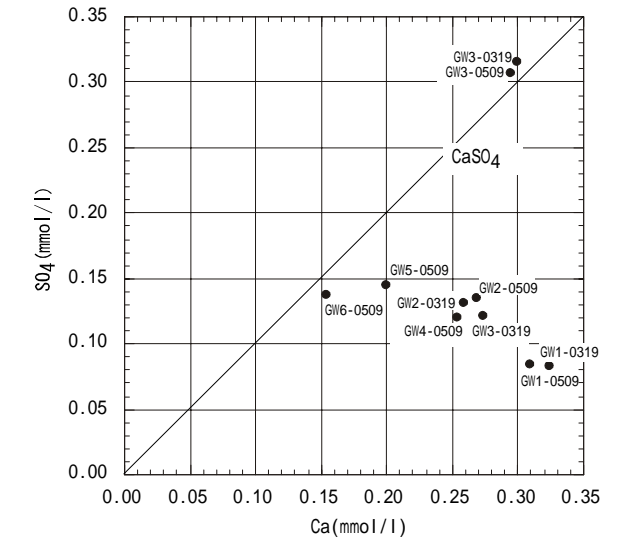


図 5. Ca モル濃度と SO₄ モル濃度の関係

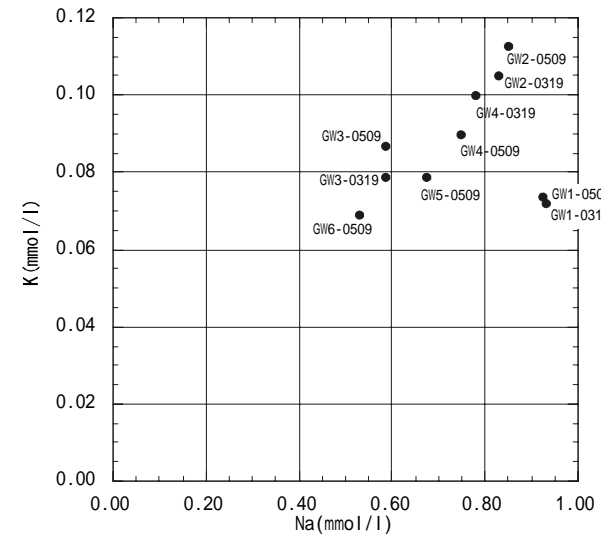


図 6. K モル濃度と Na モル濃度の関係

水が天水で希釈されて湧出していることを想定させる。

最後に化学組成の時間変化についてみると、約 2 ヶ月と期間が短いこともあって化学組成に顕著な変動は見られないが、特に GW5, GW6, GW1 の変化は小さい傾向にある。

5. まとめ

口永良部島の浅部水環境を解明することを目的に、基礎データとなる自然湧水の化学成分を調べた。

試料の同位対比は湧水が天水起源であることを示す。湧水は Cl, SO₄, SiO₂ などの成分に富む

傾向があり、火山地域の火山岩を母岩とした地下水の特徴を持つ。また、採取した試料は CaSO_4 を溶出した地下水と海水の混合タイプ、Cl 濃度が高く SO_4 に乏しいタイプ、1 次的な地下水と天水の混合によって形成されたタイプに区分された。

参 考 文 献

- 1) 大島弘光・松島喜雄(1998):有珠山浅部の水環境 既存試料の解析 , 北大地球物理研究報告, 62, 79-97.
- 2) 大島弘光(2000):諏訪瀬島火山の浅部水環境 既存試料の整理 , 第3回諏訪之瀬島火山の集中総合観測, 71-86.
- 3) 小西健二(1965):琉球列島(南西諸島)の構造区分, 地質学雑誌, 71, 437-457.
- 4) 井口正人・山本圭吾・高山鉄朗・前川徳光・西村太志・橋野弘憲・八木原寛・平野舟一郎(2000): 口永良部島火山における火山性地震の特性 - 2000 年集中観測 -, 京都大学防災研究所年報, 第 44 号, B-1, 317-326.

(Received on February 15, 2002)