

安達太良山周辺の温泉の化学的研究

電気通信大学化学教室 中村喜一*・坂田 朗*・国分信英*

(昭和48年2月21日受理)

Chemical Investigation of Hot Springs in Mt. Adatarara Region

Kiichi, NAKAMURA, Akira SAKATA and Nobuhide KOKUBU
Laboratory of Chemistry, The University of Electro-Communications

ABSTRACT

Thirty samples of hot spring waters were collected from Mt. Adatarara region in July and August of 1968, and analyzed for Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , $\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}$, Mn^{2+} , Al^{3+} , F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , and evaporated residue.

Mt. Adatarara, a dormant volcano, is situated in the northern part of Fukushima Prefecture. Recent volcanic eruptions were recorded in 1898 and 1899.

The results of analysis are as follows:

1) The hot springs situated on the upper part of the mountains mark lower pH values than the springs on the lower altitude.

2) When lowering the elevation of the springs, the mole ratio of SO_4^{2-} to the total dissolved ions in each spring water decreases, whereas the ratios of Na^++K^+ and Cl^- to the total ions increase gradually. The ratio of $\text{Mg}^{2+}+\text{Ca}^{2+}$ to the total ions has no significant variation.

1. 緒 言

著者らは温泉水中の溶存成分の起源について研究するのに山岳地帯の温泉が適当であると考え、すでに2, 3の山体の温泉について研究し報告した。このうち、火山の温泉については八ヶ岳¹⁾および妙高山の温泉²⁾について報告した。これら火山の温泉について、つぎのような2, 3の共通点が認められた。

(1) 頂上付近に噴気孔があり、ここの温泉はその山体に湧出する他の温泉にくらべて、高温であり、pH が低い。

(2) 頂上付近の温泉は、 SO_4^{2-} の含有量が高く、 Cl^- の含有量が低い。

(3) 頂上から離れるに従って、 SO_4^{2-} の含有量は減少するが Cl^- および Na^+ の含有量は増加する。

(4) 各温泉の湧出量は一樣でないので、比較のために温泉中の主要7成分(Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_2) のモル数の合計に対する各成分の割合をとってみると、(3)と同じ傾向があり、頂上近くの温泉から山体の下部の温泉になるに従って、 SO_4^{2-} の割合は減少し、 Na^+ および Cl^- の割合は増加している。などである。これらの原因としては、頂上付近の H_2S , SO_2 ガスの酸化や硫化物の酸化による SO_4^{2-} の供給および山体下部になるに従っての水と岩石との接触による陽イオンの溶出等が考えられる。 Cl^- は陽イオンと同様に下部の温泉

* 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1

ほど、その含有量が増加している。

今回は安達太良山周辺の温泉について調査、研究を行い、これらの関係について検討したので報告する。

2. 地形と地質³⁾⁴⁾

安達太良山は福島県の北部に位置し、地形的には安達太良山を中心にして山稜は南北にのびて、いわゆる安達太良連峰を形成している。南から和尚山(1,601 m)、安達太良山(1,700 m)、鉄山(1,710 m)、箕輪山(1,718 m)、鬼面山(1,481 m)と続き、その北の土湯峠で山脈は西へまがり吾妻連峰へと続いている。鬼面山とその北にある鷲倉山(1,530 m)とは、西から東へ流れる荒川が深い谷を形成し分断している。荒川の流域は地質が複雑で、上流の幕川温泉および新幕川温泉付近は中新世の堆積層がおおい、鷲倉温泉や野地温泉の北側付近は古期花崗閃緑岩が露出し、さらに土湯温泉付近は複雑で、断層が横切り、堆積層が地表をおおっている⁵⁾。

安達太良山は頂上部に径1 kmの“沼の平”と呼ばれるほぼ円形の火口を持ち、さらにこれは多数の爆裂小火口によりとり囲まれている。現在は鉄山の頂上から少し東方へくだったところから蒸気が出ており、温泉が湧出している。この山は第四紀の火山であり、1898年と1899年に火口で激しい爆発が起こっている。火山体は主に輝石安山岩とその火山碎屑岩から成っている。

3. 試料

試料の採集場所を図1に示す。試料は1968年7月と8月に採取した。

鉄山：鉄山の山頂から東の方へ少し下った標高1,400 mの所に湧出する温泉である。付近には硫気孔が無数にあり、山肌は風化を受け、白くぼろぼろになっている。いわゆる地獄の景観を呈している。ここで3点採取したが、どれも水の量が少ないため湯量はたいして豊富ではない。水温は高く、酸性である。温泉の湧いているところでは、硫黄と思われる黄色い没薬物が見られる。

沼尻温泉元湯：鉄山の山頂の西側、標高約1,250 mのところにある。付近は硫黄鉱山があったところで、硫黄川のわきの鉱山のふるい穴から、温泉が川のように流れている。水温は56.5°C、pH 1.85で硫化水素の臭いが強い。湧量は極めて豊富であるが、これは上部にある噴火口跡の“沼の平”付近で雨水が供給されるためであろうと思われる。

幕川温泉、新幕川温泉、鷲倉温泉、新野地温泉、野地温泉(これらは標高1,200~1,250 mに湧出する)、土湯源泉⁶⁾(標高550 m)、不動湯(約500 m)、川上温泉(約500 m)および土湯温泉(約450 m)の諸温泉は安達太良連峰の鬼面山と、その北の鷲倉山との境を成す荒川添いに点在する温泉である。ただし、鷲倉温泉、新野地温泉および野地温泉は荒川から1~1.5 kmはなれた鬼面山の斜面に湧出する温泉である。土湯温泉付近は断層が横切っているためと考えられるが、温泉の湧出数が多く、温度も高いものが多い。特に土湯源泉および土湯温泉には高温のものがあつ、また温泉のふき出している付近の川添いの地肌は赤褐色を呈している。土湯源泉では3点採取したが、いずれもボーリングしたものである。このうち1号および4号泉は水蒸気となつてふき出している。土湯温泉では7点、不動湯で3点、川上温泉で5点および鷲倉温



図1 安達太良山周辺の温泉水採取場所
注) 図の中の番号は試料番号を表わす

泉で2点採取した。鶯倉温泉露天風呂をのぞくと、弱酸性からアルカリ性泉で硫化水素の臭いはしない。土湯源泉および土湯温泉は湯量も豊富である。

横向温泉は鬼面山の西側斜面に湧く温泉で、標高約1,000 mである。

塩沢温泉は鉄山の東の山裾、湯川添いに湧く温泉である。標高約750mである。中性に近く、温度は47.3°Cであるが、蒸発残渣も少なく、あまり火山活動は受けていないと思われる。

4. 分 析 法¹⁾⁶⁾

水温： 現地で留点温度計を用いて測定した。

pH： 現地で試験紙を用いて測定した。

表1のpHの欄のカッコ内は用いた試験紙を示す。

蒸発残渣： 直径6 cmの蒸発皿を用い、砂皿上で蒸発させた。

SiO₂： モリブデン酸アンモニウムを用いた比色分析

Na⁺ および K⁺： 炎光分析

Mg²⁺： 原子吸光分析

Ca²⁺： EDTA を用いたキレート滴定

Fe²⁺+Fe³⁺： 1.10-フェナントロリンを用いた比色分析

Mn²⁺： 過ヨウ素酸カリウムで酸化して比色分析

Al³⁺： オキシンで抽出して比色分析

F⁻: 水蒸気蒸留により分離し電極測定

Cl⁻: 硝酸銀溶液を用いた滴定法およびチオシアン酸水銀を用いる比色法

SO₄²⁻: セラチン-塩化バリウム溶液を用いる比濁分析

5. 分析結果および考察

分析結果を表1に示す。この表では、標高の順に温泉をならべてある。即ち、鉄山は湧出場

表1 安達太良山周

試料	採集年月日	水温 (C°)	pH	蒸発残渣 (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)
1 鉄山 A	1968. 7. 31	75.9	2.2 (TB)	674	118	15.8
2 " B	"	44	2.4 (TB)	391	80.6	12.6
3 " C	"	61.2	2.4 (TB)	991	163	14.3
4 沼尻温泉元湯	8. 3	56.5	1.85	2533	122	41.3
5 鷲倉温泉	8. 2	48.8	6.6 (PR)	82	23.1	2.5
6 " (露天風呂)	"	44.2	2.2 (TB)	1372	236	12.4
7 新野地温泉	"	46	5.8 (MR)	129	19.7	2.2
8 野地温泉	"	76.8	5.0 (MR)	69	16.9	2.4
9 幕川温泉	"	58	4.8 (BCG)	291	101	4.7
10 新幕川温泉	"	56	6.6 (MR)	329	51.4	8.8
11 横向温泉	"	43.5	7.6 (PR)	582	201	103.3
12 塩沢温泉	7. 31	47.3	6.8 (BTB)	159	50.3	37.5
13 土湯源泉1号	8. 1	92	8.80	1073	139	224.0
14 " 4号	"	94.5	8.78	1014	136	216.5
15 " 2号	"	90	8.80	1038	141	229.0
16 川上温泉 A	7. 31	67.1	6.20	711	142	139.0
17 " B	"	66.5	6.20	833	79.7	77.5
18 " C	"	54	6.20	775	114	140.3
19 " D	"	65	6.20	468	132	85.4
20 " E	"	60	6.20	808	113	127.8
21 不動湯 A	8. 1	55.2	7.6 (MR)	808	150	136.5
22 " B	"	52	7.4 (PR)	552	95.8	106.0
23 " (露天風呂)	"	42	7.8 (PR)	763	101	199.0
24 土湯温泉(山根屋)	"	56	7.6 (PR)	807	76.9	224.0
25 " (松雲閣)	"	48	6.8 (PR)	649	71.7	172.5
26 " (いまずや)	"	87.3	8.2 (CR)	1338	141	419.5
27 " (共同湯)	"	55.2	7.6 (PR)	925	80.3	209.0
28 " (木村屋)	"	61	7.6 (CR)	1124	164	313.0
29 " (青少年の家)	"	44.7	8.2 (CR)	1713	45.0	387.5
30 " (春見屋)	"	52.2	8.6 (CR)	787	65.0	319.0

注) 試料で A, B, C. ... と表記した場所は湧出地点の距離が近く、個々に名前がついていないので区別して示した。

注) pH の欄のカッコ内は試験紙を略号である。カッコのないものは持ち帰り、pH メーターで測定した。

所が1,400 mで、最も高いところの温泉であり、土湯温泉は約450 mで、最も低いところに湧く温泉である。

表2は最上部に位置する鉄山温泉の水温および主要な成分を1としたとき、他の温泉のそれぞれの成分の値を求めたものである。この表で、鉄山、土湯源泉、川上温泉、不動湯および土湯温泉は試料が3点以上あるため、またそれらは後で述べるが、その成分において大きな違いがないためにその中の一点だけを抜き出してある。表2からわかることは、標高の高い温泉のpHはかなり強い酸性(pH 1.85~2.4)を示すが、低くなるにしたがってpHは高い値を示す

辺の温泉の化学成分

K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Fe ²⁺ +Fe ³⁺ (mg/l)	Al ³⁺ (mg/l)	Mn ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
5.31	8.75	29.5	0.87	23.2	0.51	1.84	5.15	583
3.50	4.16	17.5	1.27	6.1	0.25	1.36	2.40	327
4.19	8.95	28.3	1.78	28.8	0.42	1.62	1.98	593
22.1	48.5	181	38.5	111	2.60	20.54	718.8	2350
0.50	1.16	4.8	0.02	0.04	0.00	0.08	0.83	77.5
3.38	14.2	10.4	18.8	71	1.12	0.42	0.98	890
0.31	0.92	2.8	0.32	0.19	0.07	0.09	1.17	84.5
0.50	0.84	2.4	0.03	0.02	0.01	0.10	1.08	28.9
4.94	6.89	13.6	6.18	0.79	0.86	0.45	0.82	108
3.00	12.3	55.3	0.09	0.02	0.98	0.69	0.95	94.3
26.3	10.4	10.4	0.01	0.00	0.31	0.17	9.65	2.8
0.94	0.40	2.7	0.01	0.01	0.01	0.39	7.30	20.5
20.1	0.00	14.7	0.03	0.00	0.01	7.58	191.4	248
15.4	0.03	12.0	0.05	0.00	0.02	6.75	191.4	256
15.4	0.00	17.0	0.02	0.00	0.02	9.01	173.3	253
28.1	4.15	15.0	0.02	0.01	0.05	2.18	94.7	201
7.69	21.7	81.6	0.08	0.00	0.23	1.42	53.4	318
10.8	6.86	41.1	0.02	0.01	0.08	2.16	82.6	267
7.81	2.64	18.6	0.20	0.16	0.00	1.51	56.4	130
12.3	16.5	75.1	0.02	0.01	0.13	1.99	80.6	350
14.0	12.2	54.4	0.84	0.02	0.01	1.25	62.5	198
10.7	4.66	44.5	0.04	0.02	0.82	1.62	56.4	113
9.31	1.88	33.0	0.17	0.00	0.15	2.14	110.8	132
14.4	7.01	29.4	0.13	0.02	0.04	1.54	101.2	90
10.4	4.39	22.4	0.07	0.00	0.19	1.14	40.3	83
21.6	4.04	3.7	0.02	0.02	0.01	1.77	198	187
12.3	14.9	36.3	0.05	0.03	0.73	1.21	82	189
19.4	7.15	29.9	0.02	0.03	0.40	1.98	183.4	90.5
15.9	50.8	18.2	0.32	0.00	0.15	1.39	144.1	315
15.0	25.9	31.9	0.70	0.00	0.88	1.59	149.0	184

表 2 鉄山 A の温泉の温度及び溶存成分に対する他の試料の各成分の割合

試料	pH	温度	蒸発 残渣	SiO ₂	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
1 鉄山 A	2.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4 沼尻温泉元湯	1.85	0.74	3.75	1.03	2.61	4.16	5.54	6.31	139	4.03
5 鶯倉温泉	6.6	0.64	0.12	0.19	0.15	0.09	0.13	0.16	0.16	0.13
6 鶯倉温泉露天風呂	2.2	0.58	2.03	2.00	0.78	0.63	1.62	0.35	0.19	1.52
7 新野地温泉	5.8	0.60	0.19	0.16	0.13	0.05	0.10	0.09	0.22	0.14
8 野地温泉	5.0	1.01	0.10	0.14	0.15	0.09	0.09	0.08	0.20	0.04
9 幕川温泉	4.8	0.76	0.43	0.85	0.29	0.93	0.78	0.46	0.15	0.18
10 新幕川温泉	6.6	0.73	0.48	0.43	0.55	0.56	1.40	1.87	0.18	0.16
11 横 向 温 泉	7.6	0.57	0.86	1.70	6.53	4.95	1.18	0.35	1.87	0.00
12 塩 沢 温 泉	6.8	0.62	0.23	0.42	2.37	0.17	0.04	0.09	1.41	0.03
13 土湯源泉1号	8.8	1.21	1.59	1.17	14.17	3.78		0.49	37.1	0.42
18 川上温泉 C	6.2	0.71	1.14	0.96	8.86	2.03	0.78	1.39	16.0	0.45
22 不 動 湯 B	7.4	0.68	0.81	0.81	6.70	2.01	0.53	1.50	10.9	0.19
24 土湯温泉山根屋	7.6	0.73	1.19	0.65	14.17	2.71	0.80	0.98	19.6	0.15

ようになり、土湯源泉の pH 8.8 が最高である。また温度は高度とは関係なく、土湯源泉のように山体上部の温泉より高温のものがある。これらの関係は図 2 および図 3 に示した。また主な化学成分のうちで、各温泉間でその含有量が大きく変動している成分は、Cl⁻、SO₄²⁻、Na⁺、および Mg²⁺ である。これらの溶存化学成分と高度との関係を図 4、図 5、図 6 および図 7 に示した。Cl⁻ および Na⁺ は、頂上付近の温泉では、それらの含有量が少ないが、高度がさがるにしたがって含有量が増加している。SO₄²⁻ および Mg²⁺ はこれとは逆に、頂上付近の温

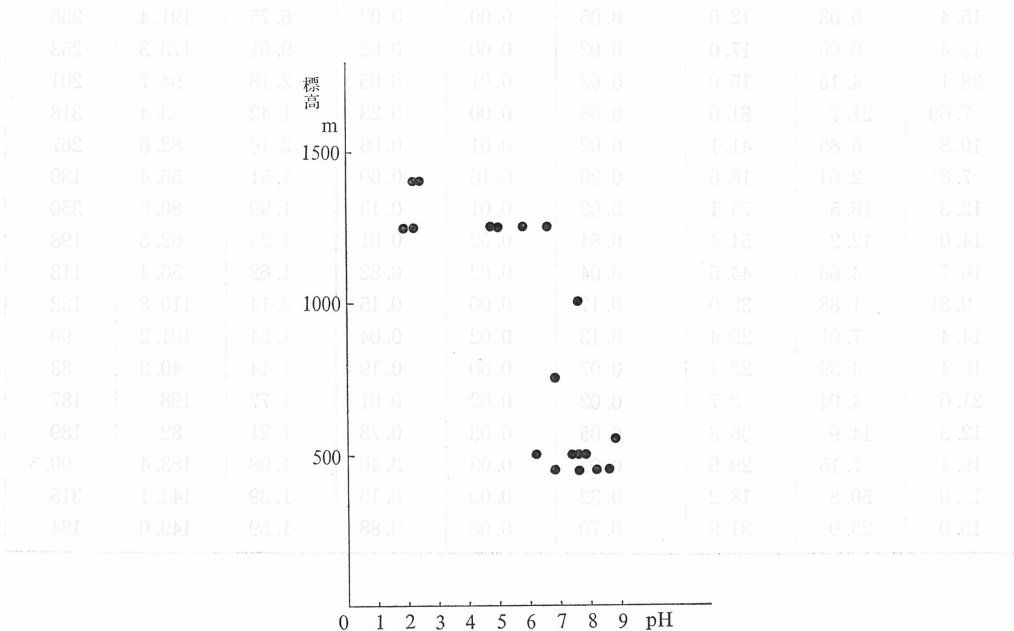


図 2 安達太良山周辺の温泉の高度と pH との関係

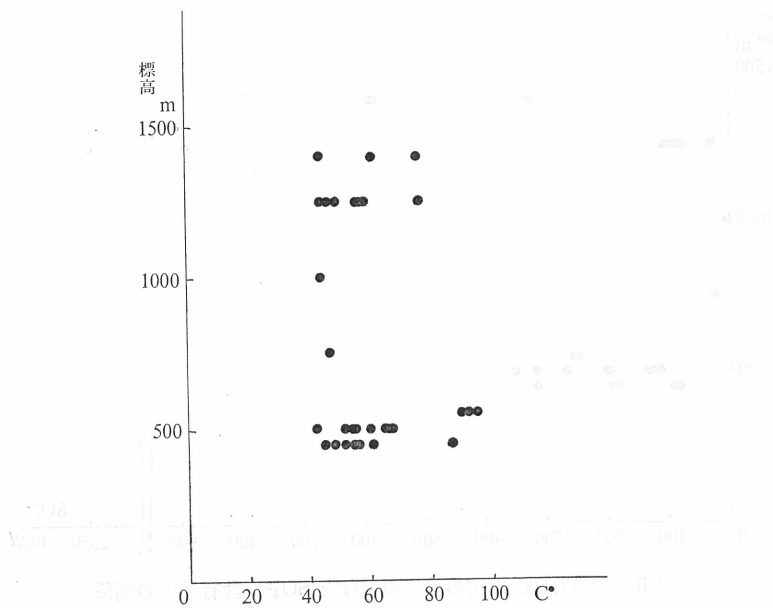


図 3 安達太良山周辺の温泉の高度と温度との関係

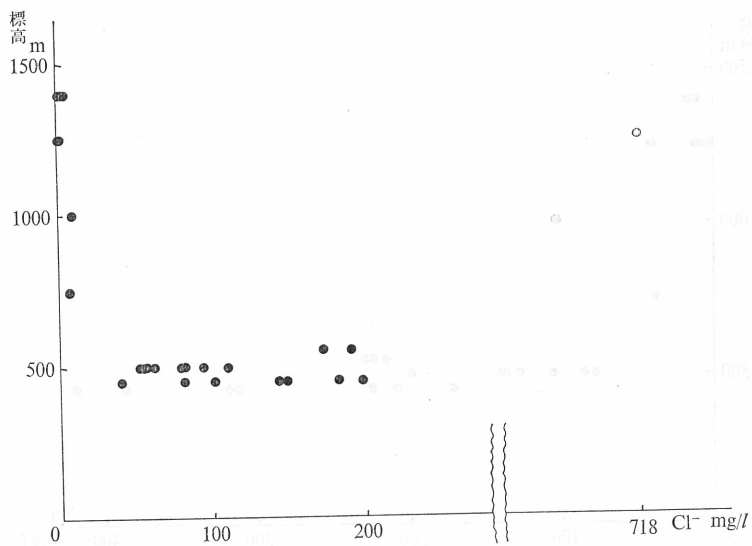


図 4 安達太良山周辺の温泉の高度と Cl⁻ 含有量との関係

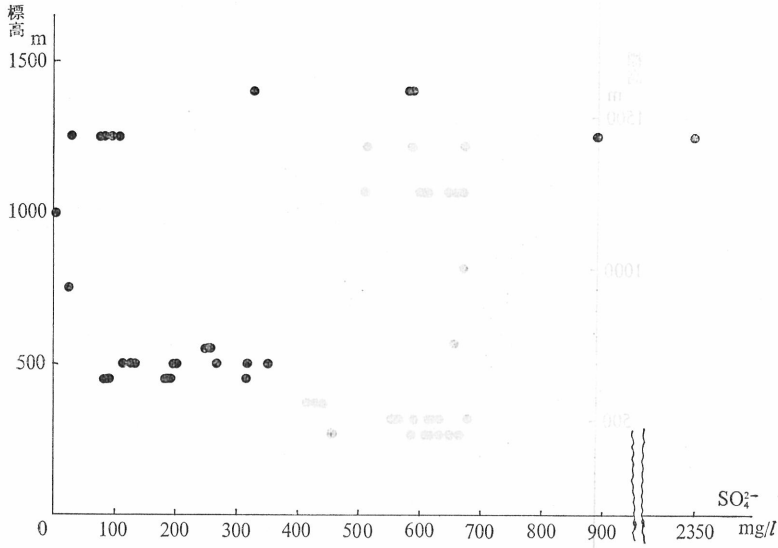


図 5 安達太良山周辺の温泉の高度と SO₄²⁻ 含有量との関係

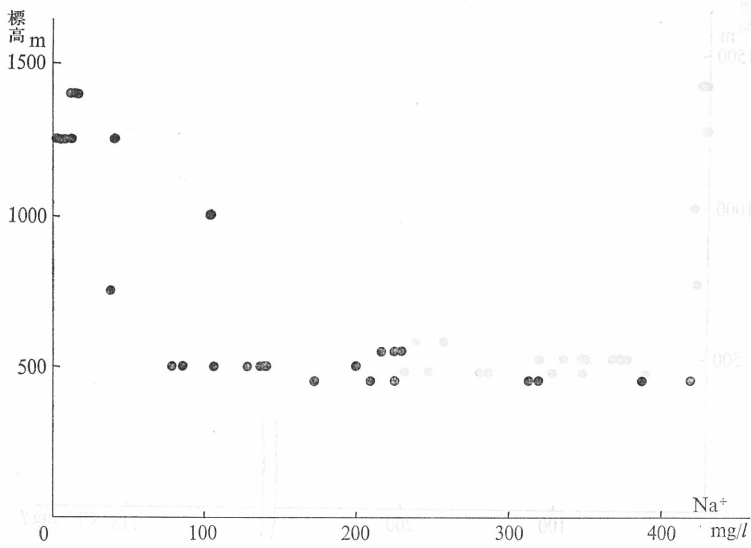


図 6 安達太良山周辺の温泉の高度と Na⁺ 含有量との関係

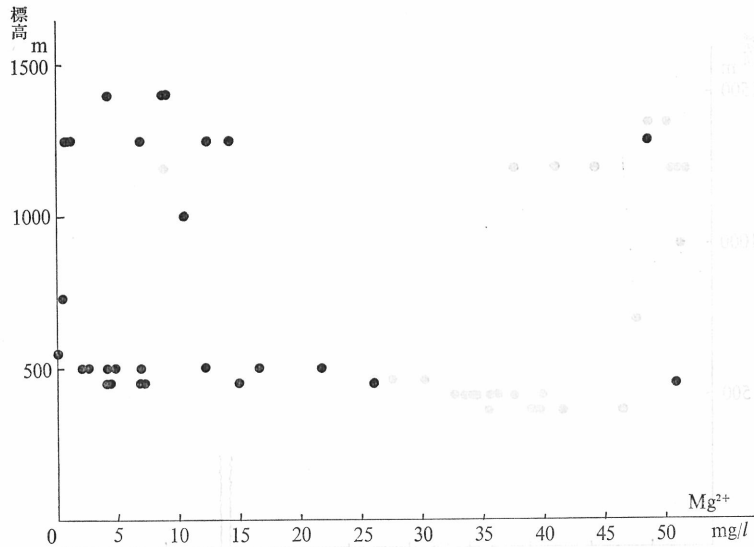


図 7 安達太良山周辺の温泉の高度と Mg^{2+} 含有量との関係

泉で高い含有量を示すが、高度が低くなるにしたがって、その含有量は減少している。しかしながら、標高約 500 m 付近の土湯源泉、川上温泉および土湯温泉には SO_4^{2-} 含有量が比較的高いものがある。またこれらの温泉は弱酸性またはアルカリ性であるが、 Mg^{2+} を比較的多く含むものがある。

山岳温泉では、一般的に山体の下部に湧出する温泉は、それより上部の温泉より湧出量が大いと考えてよいと思うが、安達太良山周辺の温泉においても、沼尻温泉元湯のような例外はあるが、下部に位置する温泉は上部のものより湧出量が大であると思われる。したがって溶存成分の含有量だけによって各温泉を比較することは出来ないので、2, 3 の成分の比をとってみたのが図 8, 図 9, 図 10 および図 11 である。これらの図は縦軸に高度を、横軸に Cl^-/Na^++K^+ , $SO_4^{2-}/Mg^{2+}+Ca^{2+}$, Na^+/K^+ および $Na^++K^+/Mg^{2+}+Ca^{2+}$ をとったものである。 Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , および SO_4^{2-} は、それぞれのモル数を用いた。図 8 から山体下部の温泉ほど Cl^-/Na^++K^+ の値が 1 に近づくことがわかる。図 9 から、高度と $SO_4^{2-}/Mg^{2+}+Ca^{2+}$ との間には関係は認められない。土湯源泉 (No. 13, 14, 15) と土湯温泉 (No. 26) が高い $SO_4^{2-}/Mg^{2+}+Ca^{2+}$ 値を示しているが、これらはアルカリ性 (pH 8.2~8.8) の高温泉 (87.3~94.5°C) である。後で示す図 13 から明らかであるが、これらの温泉は $Mg^{2+}+Ca^{2+}$ の占める割合が少ないために高い $SO_4^{2-}/Mg^{2+}+Ca^{2+}$ 値をとる。図 10 に高度と Na^+/K^+ との関係を示した。山体上部から下部の温泉になるにしたがって Na^+/K^+ 値が大きくなっている。これは妙高山の温泉でも同様であった。図 11 は高度と $Na^++K^+/Mg^{2+}+Ca^{2+}$ との関係を図示したものである。これも図 10 と同様の傾向が認められるが、川上温泉、不動湯および土湯温泉が小さい値をとる。これはこれらの温泉が湧出している地帯が地形的にも地質的にも複雑であるためと考えられる。ただし図 9 で説明した土湯源泉と土湯温泉 (No. 26) のアルカリ性の高温泉は $Mg^{2+}+Ca^{2+}$ の含有量が小さいために高い $Na^++K^+/Mg^{2+}+Ca^{2+}$ 値を示す。図 12 は温泉の主要成分である Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SiO_2 , Cl^- および SO_4^{2-} の 7 成分のモル数の合

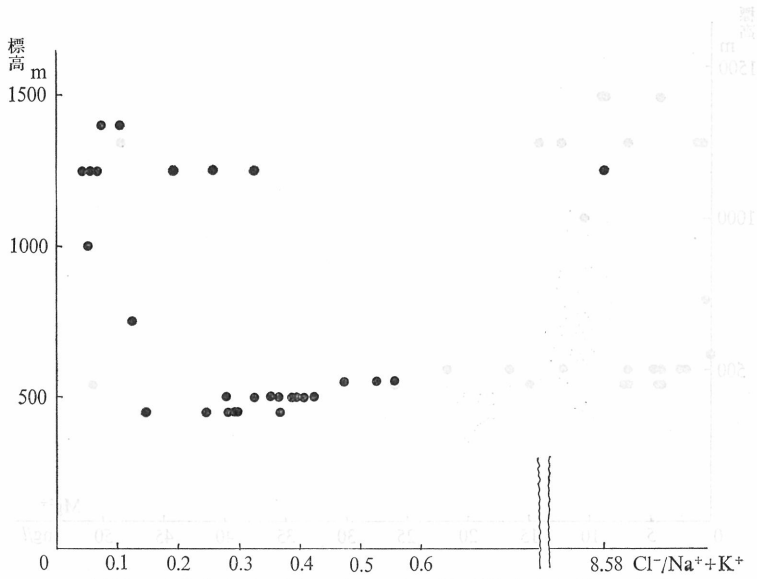


図 8 安達太良山周辺の温泉の高度と $\text{Cl}^-/\text{Na}^++\text{K}^+$ との関係

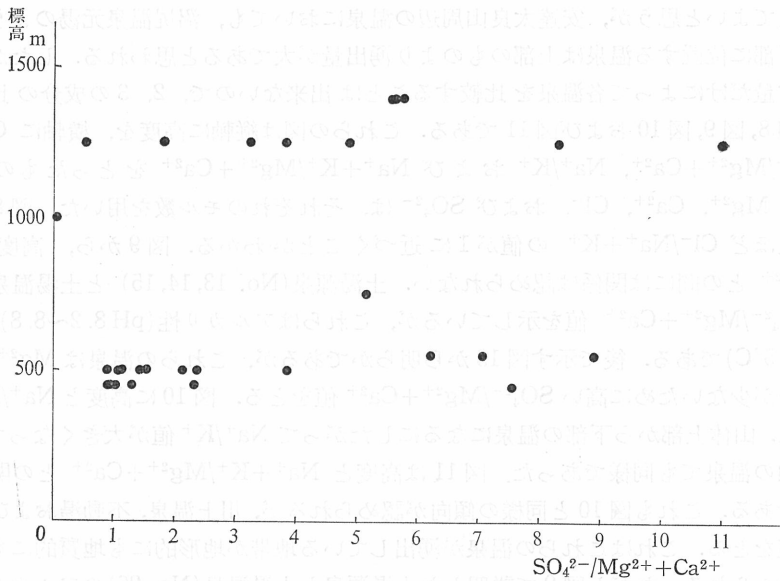


図 9 安達太良山周辺の温泉の高度と $\text{SO}_4^{2-}/\text{Mg}^{2+}+\text{Ca}^{2+}$ との関係

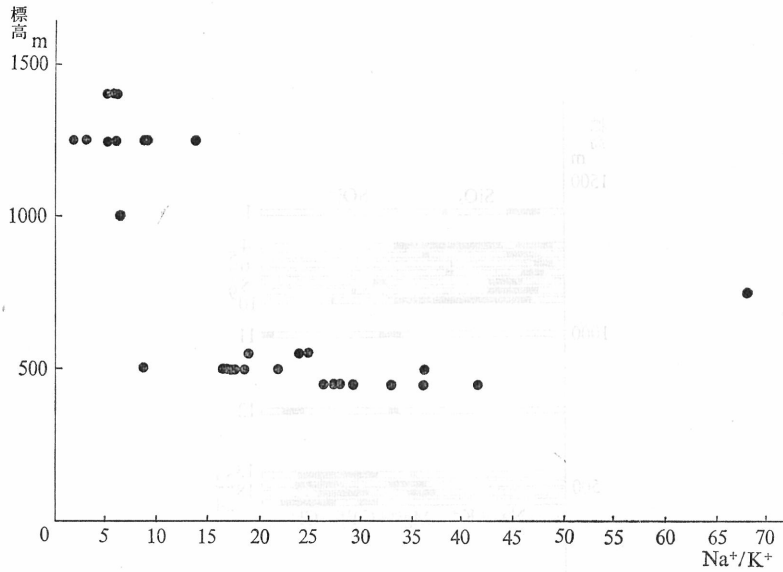


図 10 安達太良山周辺の温泉の高度と Na^+/K^+ との関係

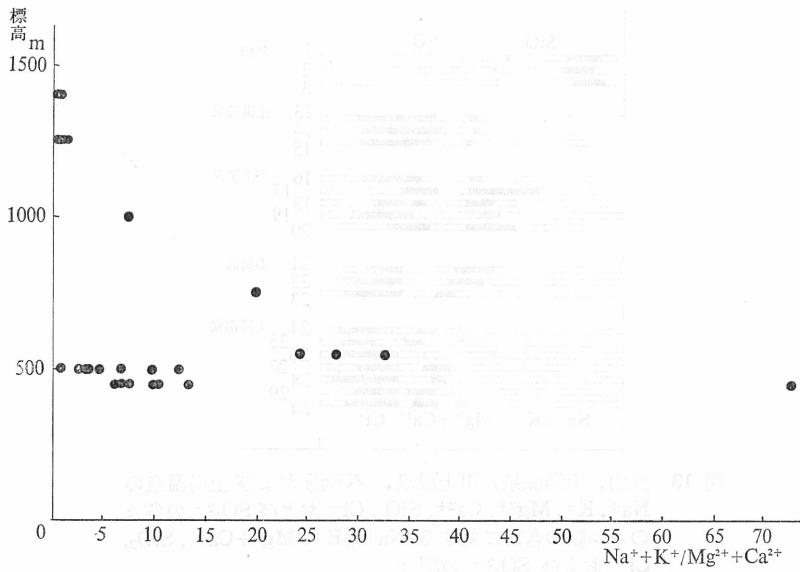


図 11 安達太良山周辺の温泉の高度と $\text{Na}^+ + \text{K}^+ / \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$ との関係

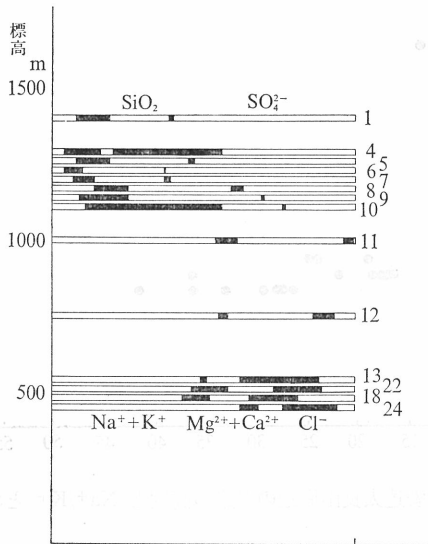


図 12 安達太良山周辺の温泉の Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SiO_2 , Cl^- および SO_4^{2-} の各々のモル数の合計に対する Na^++K^+ , $\text{Mg}^{2+}+\text{Ca}^{2+}$, SiO_2 , Cl^- および SO_4^{2-} の割合
注) 図の右側の番号: 試料番号

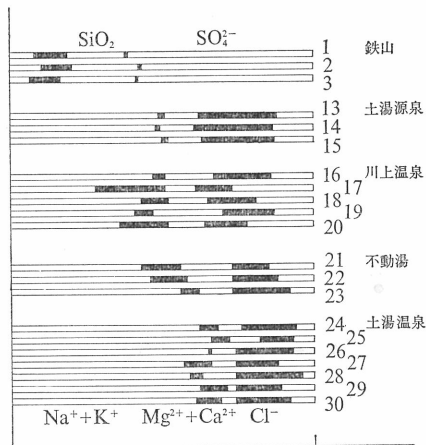


図 13 鉄山, 土湯源泉, 川上温泉, 不動湯 および 土湯温泉の Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SiO_2 , Cl^- および SO_4^{2-} の各々のモル数の合計に対する Na^++K^+ , $\text{Mg}^{2+}+\text{Ca}^{2+}$, SiO_2 , Cl^- および SO_4^{2-} の割合
注) 図の右側の番号: 試料番号

計に対する各成分のモル数の割合を求めて図示したものである。縦軸は高度である。鉄山、土湯源泉、川上温泉、不動湯および土湯温泉は試料が3点以上あるため、これは図13に示した。この図から明らかであるが、これらの温泉は、それ程その割合が違わないので、図12にはそれらのうち、各々1つを図示した。この図から次のことが認められる。 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ の割合は山体上部の温泉から下部の温泉に移るにしたがって増加する。 Cl^- も同様に増加するが、沼尻温泉元湯(No. 4)は比較的上部に位置しながら Cl^- の占める割合が高い(36%)。 SO_4^{2-} は山体上部の温泉程、その占める割合が高く、下部の温泉になるにしたがって減少する。また新幕川温泉(No. 10)はpH6.6であるが $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$ の占める割合が高い。このように2, 3の例外が認められるが、緒言で述べた八ヶ岳および妙高山の温泉の傾向と同様の傾向が安達太良山周辺の温泉についても認められる。ここでいう安達太良山周辺の温泉の範囲は広く、また土湯源泉、土湯温泉付近に断層圧砕帯があること等により地形的にも複雑である。このように安達太良山周辺の温泉は複雑な地形とその湧出地点が広い範囲にわたっているが、図12で示したように妙高山や八ヶ岳の温泉と同様に温泉の湧出場所(高度)と、溶存成分との間に密接な関係が見出される。これら主要な溶存成分の起源を考えてみると、マグマからの発散物と岩石から溶脱されてきたものとの2通りが考えられる。一般に陽イオン成分は岩石と水との反応によって岩石から溶出されたと考えられる。安達太良山周辺の温泉については図12からも明らかであるが、山体下部の温泉になるにしたがって、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ の割合が増加する。山体下部の温泉ほど湧出量も多く、また岩石との接触時間が長くなることから、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ は岩石から溶脱されたと考えられる。 $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$ は温泉の位置(高度)によって、その占める割合にあまり変化はないが、酸性泉の方がいくぶん大きいようである。また鉄山温泉や沼尻温泉元湯のように酸性の強い温泉および、土湯源泉や土湯温泉のように酸性ではないが SO_4^{2-} 含有量が高い温泉がある。1つは旧爆裂火口の近くの温泉であり、他の1つは断層圧砕帯の温泉である。このことから、 SO_4^{2-} は H_2S や SO_2 ガスの酸化や、これらのガスの影響を受けてつくられた硫化物や硫黄の酸化によって生じたと考えられる。 Cl^- の起源についても、噴気からのものと岩石から溶脱されてくるものと2通り考えられるが、安達太良山周辺の温泉については、図12から明らかであるが、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ と同じように山体下部の温泉ほど、その占める割合が大きいこと、また沼尻温泉のように山体上部の湧出量の大きい温泉に多く含まれることなどから岩石から溶脱されてきたものと考えられる。

主要成分以外の分析値は表1に示すとおりである。 $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$ 、 Al^{3+} および Mn^{2+} は酸性泉に多く含まれている。 F^- は沼尻温泉元湯が20.5mg/lで最高値を示す。土湯源泉も6.75~9.01mg/lで高い値を示すが、他の温泉は0.08~2.18mg/lである。

終りに、試料採集に協力して下さった飯島俊文氏と羽生利通氏に感謝致します。

(1969年4月 日本化学会第22年会講演発表)

文 献

- 1) 中村喜一, 坂田 朗, 国分信英, 温泉科学, 22, 1(1971).
- 2) 中村喜一, 坂田 朗, 国分信英, 温泉科学, 23, 158 (1972).
- 3) 柴田秀賢編, “日本岩石誌Ⅲ”, 朝倉書店 (1968). p.162.
- 4) 半沢正四郎, “日本地方地質誌東北地方”, 朝倉書店(1954) p.162.
- 5) “20万分1福島県地質図”, 内外地図
- 6) 坂田 朗, 中村喜一, 国分信英, 温泉科学, 23, 125 (1972).