

# 箱根火山大涌谷における温泉及び 河水の化学成分 (第2報)

東邦大学教養化学教室 野口喜三雄・相川嘉正・今橋正征

(昭和46年10月20日受理)

## Chemical Components of the Hot Springs and River Waters at Owakudani Valley, Volcano Hakone II

Kimio NOGUCHI, Kasho AIKAWA and Masayuki IMAHASHI

Department of Chemistry, Toho University

### ABSTRACT

The authors made an investigation of hot springs and river waters at Owakudani Valley, Hakone in February, 1971. The results were as follows:

- 1) In February, 1971, the rate of flow of the river at Owakudani was 10.6l/min and 40.7l/min at A and B points indicated in fig. 1 respectively.
- 2) The highest degree of water temperature and the highest content of chemical components in the hot springs and river waters were as follows: Temperature 96.0°C; pH 6.8 (lowest 2.1); Cl 156 mg/l; SO<sub>4</sub> 6130 mg/l; HBO<sub>2</sub> 2039 mg/l; Fe 640 mg/l; Al 1658 mg/l; Ca 466 mg/l and Mg 284 mg/l.
- 3) The temperature of the hot springs in February, 1971 were almost the same as those in July, 1970.
- 4) The hot waters from the horizontally drilled wells at a slope of the mountain were very high in temperature and were almost neutral. Those results coincide with that obtained in July, 1970.
- 5) If the water samples collected in February, 1971 are compared with those of July, 1970, the former are lower in pH and higher in SO<sub>4</sub>, HBO<sub>2</sub>, Al and Mg contents than the latter.
- 6) The hot springs and river waters in Owakudani Valley are distinctly rich in boric acid as stated in the previous report.

### I. 緒 言

箱根火山大涌谷には古くより硫化水素、亜硫酸ガスが多量に噴出しているほか、酸性泉が多数存在する。著者らはこれら酸性の温泉及び河水について、主成分並びに微量成分を調査する目的をもって研究を行ないその結果の一部を第1報に報告した。第1報は1970年7月の調査結果であったから、増水期の温泉水及び河水の性質を示すものと考えられる。今回は最も湯水する2月を選び1971年2月18日~20日に調査したものである。調査地点はなるべく前回と同じ地点を選び総計40点である。大涌谷の中央を流れる河川について今回の水量は上流のA地点で10.6l/min、下流のB地点で40.7l/minを示し前回の値の、およそ5%程度であった。尚今回は温泉の固湯したもの多数存在した。温泉及び河川の化学成分については前回の値と今

回の値とを比較検討した結果を報告する、尚また試料水の採取は1971年2月18, 19, 20日に合計40箇所にて行ない、採水容器にはビールびんを採用した。

## II. 分析方法

水温、及び pH の測定並びに  $\text{SO}_4$ , Al, Ca, Mg,  $\text{HBO}_2$  等の分析法は前回と同一であるからこれを省略する。但し Fe は今回はオルトフェナントロリンによる呈色を分光光度計で測定した。

## III. 測定結果

今回の採水位置の番号は前回の番号と全く同じである。分析結果は前回の値とならべて表1に示した。採水位置は図1に示す通りである。

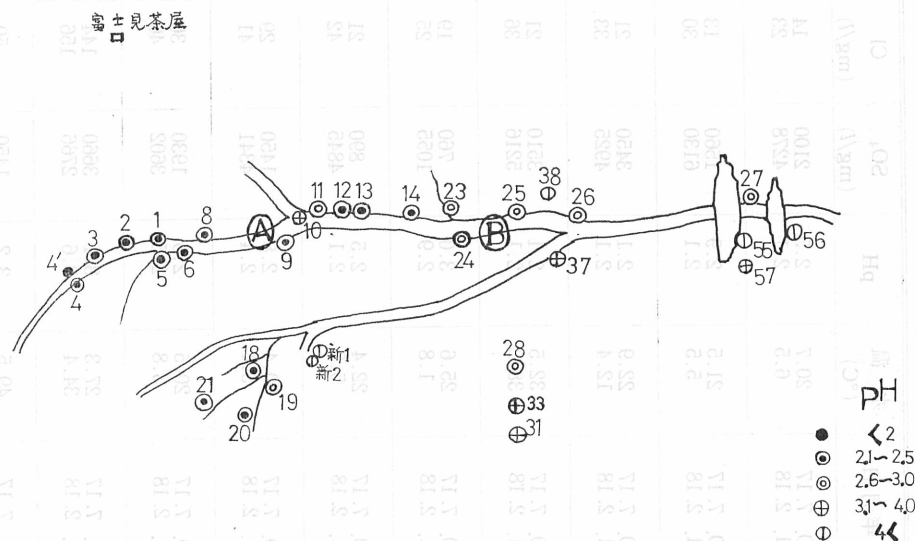


図1. 採水位置と水の pH 分布 (数字は試料番号)  
 ①, ② は共に水量測定位置

1. 温度については、試料番号 (1), (2), (3), (5), (6), (8), (9), (13), (14), (25), (26), (27) における如く、2月測定した河水の水温が前年の7月の値に比較して著しく低下しているが、これらはいづれも気温の低下によるものである。河水でも、(4), (10), (11), (12), (18), (19) における如く水温が明に上昇しているものが存在するが、これらは河水が湧水してかえって温泉水の混入割合が増大した場合と考えられる。湧水においては (23), (24), (28), (37) 等は水温が低下している、これらは気温の低下、ならびに湧水量の減少に基因するものと思われる。(20), (31), (38), (55), (57) 等は著しい変化を示さない。然し (21), (33), (56) 等

表 1. 化学成分の比較表

試料番号	温泉, 川の別	採水年月日	水温 (°C)	pH	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	HBO <sub>2</sub> (mg/l)	Fe (mg/l)	Al (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
1	川	1970. 7. 17	20.7	2.5	2100	14	971	307	1287	320	127
		1971. 2. 18	6.5	2.1	4278	23	977	585	1530	205	82
2	川	1970. 7. 17	21.5	2.9	1560	13	1014	182	245	361	122
		1971. 2. 18	5.5	2.1	6130	30	934	640	1470	278	89
3	川	1970. 7. 17	22.9	2.1	3450	21	802	—	—	240	110
		1971. 2. 18	12.4	2.1	4925	33	934	—	—	195	100
4	川	1970. 7. 17	32.5	2.1	3510	21	1014	37	1688	188	111
		1971. 2. 18	38.2	2.1	5216	36	1020	57	1603	181	109
5	川	1970. 7. 17	25.6	3.0	760	19	971	8.9	126	182	55
		1971. 2. 18	1.8	2.9	1055	25	859	22	197	191	284
6	川	1970. 7. 17	22.4	2.5	890	21	971	155	627	227	80
		1971. 2. 18	5.8	2.1	4845	42	1074	555	1070	287	82
8	川	1970. 7. 17	20.4	2.8	1450	29	887	310	593	242	79
		1971. 2. 18	3.1	2.4	4341	41	1020	490	1658	312	198
9	川	1970. 7. 17	20.5	2.9	1930	30	1352	292	771	278	88
		1971. 2. 18	3.8	2.5	3602	46	1041	470	954	286	58
10	川	1970. 7. 17	27.3	3.1	3660	144	464	700	1856	478	293
		1971. 2. 18	34.4	3.6	2766	156	1202	500	338	466	243
11	川	1970. 7. 17	49.5	3.2	1450	50	312	438	426	438	197
		1971. 2. 18	96.0	3.0	3061	58	225	460	840	354	84

表 1. (つづき)

試料番号	源泉名	採水年月日	水温 (°C)	pH	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	HBO <sub>2</sub> (mg/l)	Fe (mg/l)	Al (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
12	川	1970. 7. 17	25.8	2.9	1130	39	1309	583	870	373	174
		1971. 2. 18	31.4	2.5	1244	30	1084	—	—	340	138
13	川	1970. 7. 17	36.9	3.0	1270	38	1267	583	932	392	182
		1971. 2. 18	24.4	2.5	3013	35	1127	370	731	350	138
14	川	1970. 7. 17	29.3	2.9	1240	36	1056	583	782	421	182
		1971. 2. 18	14.6	2.5	1918	47	913	275	601	335	139
18	川	1970. 7. 18	43.8	3.9	920	14	760	29	139	293	92
		1971. 2. 18	52.0	2.5	1069	15	1031	120	350	181	63
19	川	1970. 7. 18	41.2	3.4	1060	14	583	45	260	292	74
		1971. 2. 18	47.0	2.9	1547	12	1009	177	493	226	87
20	温泉	1970. 7. 18	96.0	7.4	510	10	929	0.4	122	188	59
		1971. 2. 18	94.0	2.5	646	14	1041	22	190	188	224
21	温泉	1970. 7. 18	49.8	5.5	490	10	929	56	21	120	75
		1971. 2. 18	96.0	2.4	1105	18	1041	32	152	149	67
23	温泉	1970. 7. 18	31.4	2.9	1660	29	1014	135	225	638	71
		1971. 2. 18	20.2	2.9	1350	30	1074	161	366	284	140
24	温泉	1970. 7. 18	37.1	3.1	980	34	904	121	253	411	175
		1971. 2. 19	14.1	2.9	2539	63	1718	225	305	412	204
25	川	1970. 7. 18	30.7	2.9	790	44	185	583	812	389	115
		1971. 2. 19	10.2	2.9	1795	60	910	218	462	403	206

表 1. (つづき)

試料番号	源泉名	採水年月日	水温 (°C)	pH	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	HBO <sub>2</sub> (mg/l)	Fe (mg/l)	Al (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
26	川	1970. 7. 18 1971. 2. 19	37.1 8.2	2.9 2.9	1120 1919	60 60	676 704	318 213	362 466	347 395	141 191
27	川	1970. 7. 18 1971. 2. 19	24.8 4.2	3.5 2.9	760 1470	48 55	701 773	152 160	191 336	231 243	85 89
28	温泉	1970. 7. 18 1971. 2. 19	42.5 32.0	3.0 3.0	550 957	10 36	954 2039	6.9 19	40.1 158	105 223	40 165
31	温泉	1970. 7. 18 1971. 2. 19	20.9 23.0	3.8 3.6	560 583	10 9	971 859	0.06 0.5	44.9 28	92 210	115 109
33	温泉	1970. 7. 18 1971. 2. 19	37.7 56.5	3.7 3.6	480 141	10 29	811 144	7.3 1.0	45.7 11	118 43	34 130
37	温泉	1970. 7. 18 1971. 2. 19	97.0 62.0	6.6 3.7	870 398	16 33	1140 988	0.2 4.7	16.8 44	228 109	40 186
38	温泉	1970. 7. 18 1971. 2. 19	93.0 90.0	6.8 6.8	900 912	108 118	676 773	0.4 2.0	25.6 53	270 329	136 165
55	温泉	1970. 7. 19 1971. 2. 19	47.2 42.3	5.2 5.6	660 717	31 45	405 859	25 8.0	13 3	203 317	54 97
56	温泉	1970. 7. 19 1971. 2. 19	56.0 66.0	6.2 6.2	880 850	38 30	253 833	6.2 2.5	210 61	205 443	57 93
57	温泉	1970. 7. 19 1971. 2. 19	66.0 69.0	3.5 3.7	820 425	42 52	293 816	22 7.5	50 49	176 109	64 228

の温泉にては2月はかなり顕著に温度が上昇している、この場合はボーリングなど人工的な工事に基因するのではないかと想像される。今回の温度の最高値は、(11) 河水の  $96^{\circ}\text{C}$  でこれは明に高温の噴気によって、河水が熱せられたものである。

2. pH については今回の測定では最小値 2.1 を示した。今回の値を前回の値と比較すると pH が小さくなったものが多く、その例として (1), (2), (6), (8), (9), (12), (13), (14), (18), (19), (20), (21), (27), (37) などあげることができる、これらは (37) を例外とすればいずれも  $\text{SO}_4$  イオン含量が増大していることから pH の減少は  $\text{SO}_4$  の増加に基因するであろう。(10) のみは pH が 3.1 から 3.6 に明らかに増加している、この場合は、 $\text{SO}_4$  含量が減少していることを考慮すれば容易に理解できる。

3.  $\text{SO}_4$  については、最大値は (2) の  $6130\text{ mg/l}$  である。1970年7月の値と1971年2月の値とを比較すると (1), (2), (3), (4), (5), (6), (8), (9), (11), (12), (13), (14), (18), (19), (20), (21), (24), (25), (26), (27), (28), (31), (55) 等 23 例はいずれも顕著に増加しており、 $\text{SO}_4$  含量の減少したものとしては僅かに (10), (23), (33), (37), (57) の 5 例あるに過ぎない。即ち湧水によって、流出する  $\text{SO}_4$  に比較して水量が著しく減少したため、かえって  $\text{SO}_4$  濃度は増大したものと想像される。

4. Cl については最高値は (10) の  $156\text{ mg/l}$  であるが、22 個が増加を示し、6 個は変化を示さない。減少したものは僅 2 個に過ぎない。この場合も、流出する Cl に比較して水量が著しく減少しかえって Cl 濃度は増大したものと考えられる。

5.  $\text{HBO}_2$  については最大値は (28) の  $2039\text{ mg/l}$  であるが、18 個の試料は増加し、10 個の試料は減少した。

6. Fe については最大値は (2) の  $640\text{ mg/l}$  であるが、15 個が増加しており、10 個が減少している。

7. Al については最高値は (8) の  $1658\text{ mg/l}$  であるが今回の値と前回の値とを比較すると 18 個の試料は増加し、9 個の試料は減少した。

8. Ca については最大値は、(10) の  $466\text{ mg/l}$  であるが今回 11 個が増加し、13 個が減少している。従って Ca はその溶出の仕方は Al とはかなり違うようである。

9. Mg については最大値は、(5) の  $284\text{ mg/l}$  であるが今回、14 個が増加し、9 個が減少した。

各成分の最大値、最小値、平均値を求めると次表の通りである。

表2における平均値に重点をおいて観察すると、1971年2月は湧水期であったが、湧水の水温は大差なく、pH はやや小さく、 $\text{SO}_4$  は著しく増大し、Cl,  $\text{HBO}_2$ , Al, Mg などに増加が認められる。Ca のみ、やや減少している点は興味ある点でおそらく硫酸カルシウムの水に対する溶解度が小さい事に関係があるのであろう。

また Fe の含量が 1970年7月と 1971年2月とで大差ない理由としては恐らく鉄は pH が稍大きい水にては容易に酸化され且加水分解し水酸化第二鉄となって沈殿するためであろう。

噴気地帯に水平ボーリングを行って得られた水は非常に高温であるが、いずれもやや中性である点は前回の結果と良く一致する。

尚また、大涌谷湧水河水は著しく、ホウ酸に富んでいる点も前回の結果とよく一致する。物質資源の乏しい本邦としては大涌谷の水は将来ホウ酸の資源としても注目に値するであろう。

表 2. 温度及び各成分の最大値, 最小値, 平均値

	採水年月日	最大値	最小値	平均値	実測値の個数
温度 (°C)	1970. 7. 17~19	97.0	20.9	56.2	12(湧水のみ)
	1971. 2. 18~19	96.0	14.1	55.4	12(湧水のみ)
pH	1970. 7. 17~19	7.4	2.1	3.67	30
	1971. 2. 18~19	6.8	2.1	3.11	30
SO <sub>4</sub> (mg/l)	1970. 7. 17~19	3660	480	1280	30
	1971. 2. 18~19	6130	141	2161	30
Cl (mg/l)	1970. 7. 17~19	144	10	32.8	30
	1971. 2. 18~19	156	9	39.4	30
HBO <sub>2</sub> (mg/l)	1970. 7. 17~19	1352	185	819	30
	1971. 2. 18~19	2039	144	967	30
Fe (mg/l)	1970. 7. 17~19	700	0.06	196	29
	1971. 2. 18~19	640	0.5	207	28
Al (mg/l)	1970. 7. 17~19	1856	13	449	29
	1971. 2. 18~19	1658	3	518	28
Ca (mg/l)	1970. 7. 17~19	638	92	281	30
	1971. 2. 18~19	466	43	268	30
Mg (mg/l)	1970. 7. 17~19	293	34	108	30
	1971. 2. 18~19	284	58	140	30

## IV. 結 語

大涌谷の水は1970年7月の値と1971年2月の値とを比較すると.

- (1) 河水の水量は後者は前者の5%程度であった.
- (2) 湧水の水温はほとんど同じであった.
- (3) pHは後者は前者よりやや減少し, SO<sub>4</sub>は著しく増大した.
- (4) Al, Mg, HBO<sub>2</sub>の含量については後者は前者より多い. Caのみ, 後者は幾分減少を示した.
- (5) 噴気地帯にて水平ボーリングで得られた水は高温であるが, 殆んど中性である点は前者と同様である.
- (6) 大涌谷の湧水河水は著しくホウ酸に富んでいる点も前者と同様であり注目に値する.

最後に本研究を行うに当り現地において箱根温泉供給株式会社より多大の御助力をいただいた. ここに記して感謝の意を表する.