

昭和 50 年 3 月

原 著

アイスランドの間歇泉と日本及び
イエローストン国立公園の間歇泉

東邦大学化学教室 野口喜三雄・相川 嘉 正

名古屋工業大学化学教室 神 谷 宏

(昭和 50 年 1 月 30 日受理)

A Comparison of Geysers in Iceland with the Geysers in Japan
and in Yellowstone National Park

Kimio NOGUCHI*, Hiroshi KAMIYA** and Kasho AIKAWA*

*: Department of Chemistry, Toho University

**: Department of Chemistry, Nagoya Institute of Technology

ABSTRACT

The authors made an investigation of the Great Geyser and the Strokkur Geyser in Iceland on September 18, 1973. The results are as follows: All the spring waters in the geyser area were generally alkaline. The content of chloride, sulphate and borate in the water samples collected from the geyser area were found to be 126 to 137 mg/l, 100 to 124 mg/l and 4.9 to 5.4 mg/l respectively. The periods of the eruptions of the Strokkur Geyser were found to be 1 min and 51 sec to 2 min and 50 sec, the duration of the eruptions 4 to 15 sec and the height of eruptions about 10 m. The chloride and sulphate content in the water samples from the orifice of the Strokkur Geyser increased with the approaching eruption. Those phenomena are similar to the variation of chemical components of the Miyazawa Geyser in Japan and of Old Faithful and Plume Geysers in Yellowstone National Park during their eruptions.

著者の一人野口は多年本邦の間歇泉を調査し、また米国のイエローストン国立公園の間歇泉を調査して、それらの間歇泉の噴騰に伴ふ化学組成の変化を明にし、それによって噴騰機構を推定した。^{1,2,3,4,5,6,7,8)} 今回アイスランドの間歇泉について同様の方法で調査し、その結果をこれまでの結果と比較するのが本研究の目的である。

アイスランドは気温が低いため植物としては苔類、草類、灌木類などが生育するに過ぎない。

アイスランドの大間歇泉は古くより世界的に著名であって、ブンゼンによる温度測定や噴騰機構に関する説はよく知られている。^{9,10)} アイスランドの大間歇泉を訪れた日本人としては故

横山又次郎博士をあげることが出来る。¹⁾ 著者らは1973年9月16日ロンドン経由でアイスランドのケフラビック空港に着き、次いで首府レイキャビックに行き、ここに4日間滞在した。18日タクシーを使ってレイキャビックから約120km離れたGreat Geysirへ調査に行った。(図1参照)。ホテルGeysirに着いたのは12時頃であった。温泉はゆるやかな傾斜地に幅約100m長さ約500mの地域に点在し、地表面の多くは硅華で蔽われていた。この点イエローストンの温泉と似ているが規模ははるかに小さい。間歇泉はGreat GeysirとStrokkur Geysirの2つしかなく、温泉の源泉数も少なかった。尚又Great Geysirは噴騰せず、Strokkur Geysirのみよく噴騰していたので、これについて観測することにした。(図2及び写真1, 2参照)。



図 1. Ice Land.

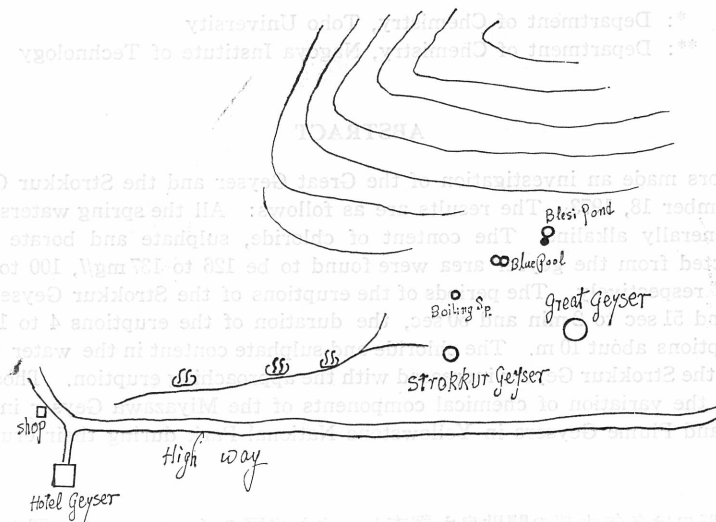


図 2. Great Geysir の附近の温泉

温泉水の温度、pH 及び Cl, SO₄, HBO₂ 等の含量を表1に示した。温泉水は何れもアルカリ性であるが、Cl, SO₄, HBO₂ 等の含量は比較的少い。Strokkur Geysir の湧出口は直径約8mの皿状をなし、その中央に直径約3mの噴孔が存在した。著者はこの皿の一端から溢流する温泉水を刻々採水してその化学成分の含量を検した。

Strokkur の噴騰週期は1分51秒, 2分23秒, 2分39秒, 2分44秒, 2分50秒, 2分18秒

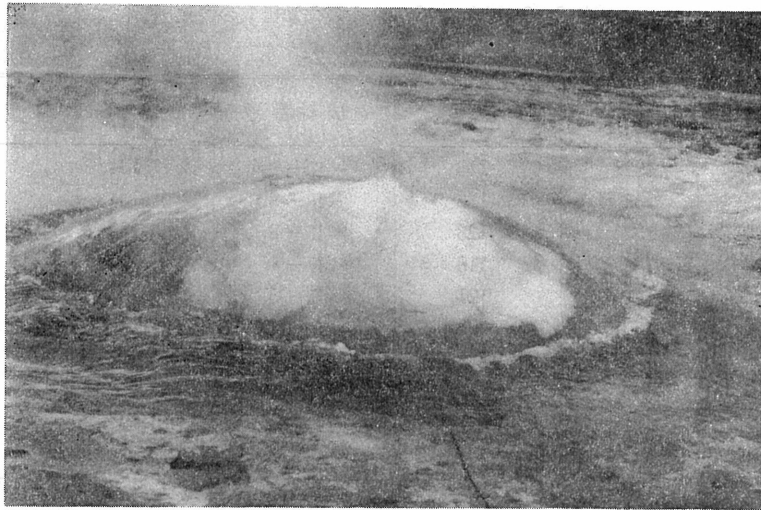


写真 1. Strokkur Geyser の噴騰開始の瞬間

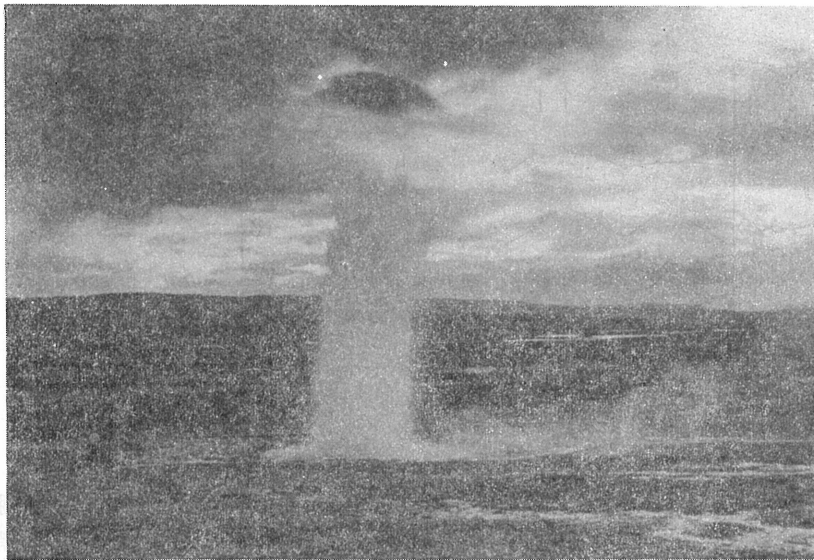


写真 2. Strokkur Geyser の噴騰, 左端に見えるのは神谷教授

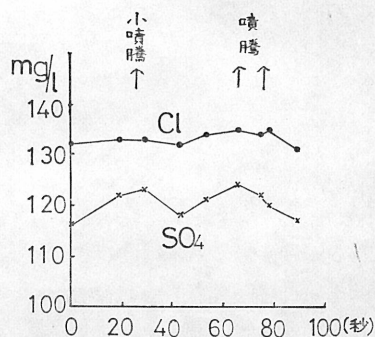
表 1. Great Geyser の附近の温泉

番号	温泉名	T °C	pH	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	HBO ₂ mg/l
1	Great Geyser	90.5	8.8	130	104	5.4
2	Strokkur Geyser	96	8.7	131~135	116~124	—
3	Blesi Pond	90.0	9.2	132	108	4.9
4	Blue Pool	28.8	9.4	137	116	5.4
5	Sp. near B. P.	97.0	8.9	132	109	5.4
6	Boiling Sp.	99.0	9.7	126	100	5.4

表 2. Strokkur Geyser の化学組成の変化
(1973. 9. 18 測定)

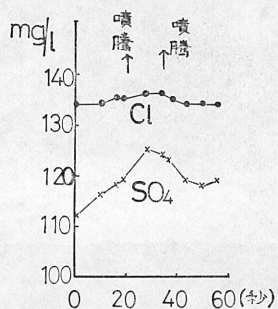
試料番号	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	試料番号	Cl mg/l	SO ₄ mg/l
I-1	132	116	II-1	134	112
I-2	133	122	II-2	134	116
I-3	133	123	II-3	135	118
I-4	132	118	II-4	135	119
I-5	134	121	II-5	136	125
I-6	135	124	II-6	136	124
I-7	134	122	II-7	135	123
I-8	135	120	II-8	134	119
I-9	131	117	II-9	134	118
			II-10	134	119

T(°C) 96 pH 8.7



(第 1 回)

図 3. Strokkur Geyser.



(第 2 回)

図 4. Strokkur Geyser.

平均 2 分 28 秒, 噴騰継続時間は 9 秒, 4 秒, 15 秒, 噴騰の高さは約 10 m である. 噴騰に伴ふ温泉水の Cl, SO₄ 含量の変化を表 2 及び図 3, 4 に示した. 水温は 96°C で沸点より稍低いが, これはサーミスター温度計を噴孔の中心部に挿入することが困難であった為のようである. 2 回連続採水を行ったが, 何れの場合においても噴騰が近づくに従って Cl, SO₄ に富む水が湧出し, 噴騰末期にはこれらの含量が少い地下水に富む水が湧出することが明になった. このことは日本の間歇泉たとえば鬼首宮沢間歇泉 (図 5, 6 参照), 米国イエローストン公園の間歇泉, たとえば Old Faithful Geyser や Plume Geyser (図 7, 8 参照) の場合と全く同様である. 間歇泉の 1 回の噴騰で湧出する水の Cl 含量の最大値と最小値との差を最大値で割って変化率を求め, 日本, 米国, アイスランドの間歇泉を一括し表示すると表 3 の通りである. Strokkur Geyser の Cl の変化率は小さく 3.0% で, 日本の鹿部間歇泉の値と同じであった. また SO₄ 含量の変化率を表 4 に示した. この場合 Strokkur の変化率は 6.4% で鹿部間歇泉の 3.9% より幾分か大きい.

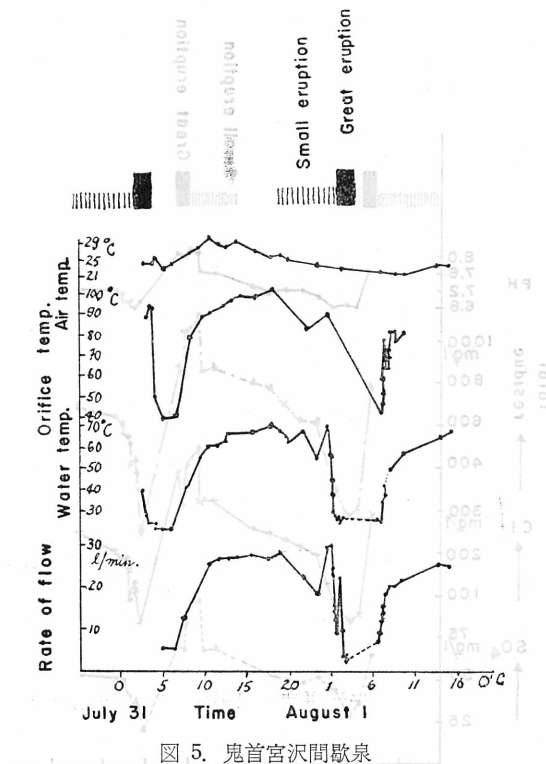


図 5. 鬼首宮沢間歇泉

間歇泉の pH については多くはアルカリ性であるが酸性のものも若干ある。表 3 の下欄に示す通り鬼首の女釜男釜間歇泉は天然のもので現在は噴騰を休止しているが pH 2.4 を示し、別府の竜巻地獄は 2.5、イエローストーン公園の Echinus Geyser は 3.3 を示している。

間歇泉の噴騰機構については地下深部から上昇する高温の熱水が地表付近に近づくと圧力の低下により沸騰が起る。一方浅処には地下水が多量に存在するから熱水と地下水との混合が起ることになる。湯を吹き上げる力は地中の空隙に貯蓄された水蒸気の圧力によるものであり、浅い地下水に富む水が先に噴出し、つづいて熱水に富む水が後から高く噴出することになる。最後に水蒸気圧が低下すると再び浅い地下水に富む水が湧出するようになるものと推定される。

結 語

以上の結果を総括すると次の通りである。

- 1) アイスランドの Great Geyser 及びその附近の温泉は一般にアルカリ性で珪華が多量に析出し、Cl 及び SO₄ 含量は比較的少い。
- 2) Strokkur Geyser は噴騰の週期 1 分 51 秒～2 分 50 秒、噴騰継続時間 4～15 秒、噴騰の高さ約 10m である。
- 3) Strokkur Geyser は噴騰が近づくに従って Cl, SO₄ に富む水、即ち熱水に富む水が噴出し、噴騰末期にはこれらの含量が少い地下水に富む水が噴出することが明になった。この点

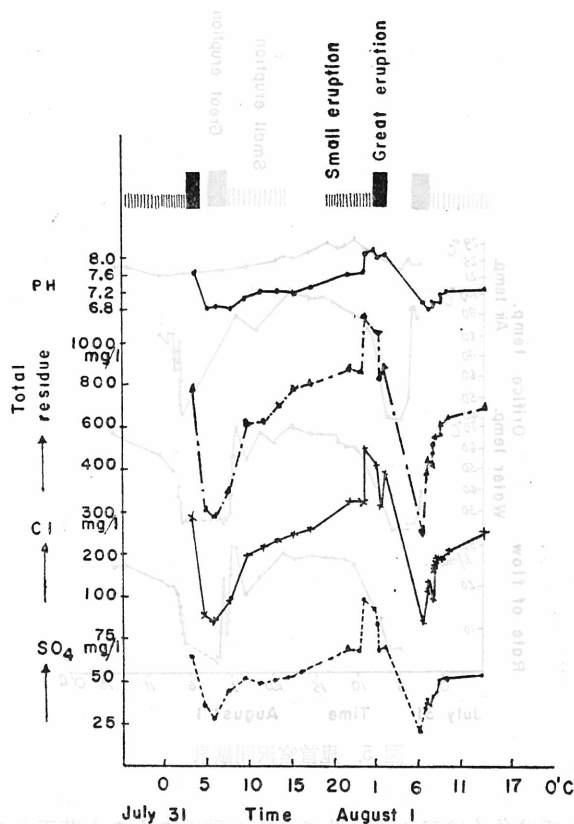


図 6. 鬼首宮沢間歇泉

日本の鬼首の宮沢間歇泉，米国のイエローストン公園の Old Faithful Geyser, Plume Geyser と良く一致する，

- 4) Strokkur Geyser の噴騰に伴ふ Cl 含量の変化率は 3%，SO₄ の変化率は 6.4% であった。
- 5) この間歇泉の Cl 及び SO₄ の含量の変化率が小さいのは，噴孔が池状をなしていること並に噴騰休止時間が短いことが1原因であろう。
- 6) 間歇泉の多くはアルカリ性であるが，酸性のものも若干存在する。鬼首女釜男釜間歇泉，別府の竜巻地獄間歇泉，イエローストン公園の Echinus Geyser などはその例である。

(昭和 49 年 7 月，日本温泉科学大会にて講演)

表 3. 間歇泉の Cl の変化率

間 歇 泉 名	pH	Cl		差 mg/l	変 化 率 %
		最 大 値 mg/l	最 小 値 mg/l		
(日本)					
鳴子温泉湯泉楼間歇泉	7.6~8.0	686.7	500.2	186.5	27.2
鳴子温泉金忠間歇泉	7.2~8.0	437.6	372.6	65.0	14.8
土 湯 間 歇 泉	7.1~8.7	194.1	179.2	14.9	7.7
宮 沢 間 歇 泉	6.8~8.2	458.0	38.3	419.7	92
鹿 部 間 歇 泉	7.3~8.0	1714	1659	55	3.2
(米国)					
Old Faithful Geyser	10.0(9.3)	466	451	15	3.2
Plume Geyser	10.1	461	442	19	4.1
Solitary Geyser	9.3(8.7)	416	401	15	3.6
Pink Cone Geyser	9.1	352	340	12	3.4
Spray Geyser	9.2(8.8)	204	200	4	2.0
(アイスランド)					
Strokkur Geyser	8.7	135	131	4	3.0
Great Geyser	8.8	130		—	—
宮城県鬼首雌釜間歇泉	pH 2.4				
別府市龍巻地獄間歇泉	2.5				
Echinus Geyser	3.3				

表 4. 間歇泉の SO₄ の変化率

間 歇 泉 名	SO ₄		差 mg/l	変 化 率 mg/l
	最 大 値 mg/l	最 小 値 mg/l		
(日本)				
鳴子温泉湯泉楼間歇泉	488.9	381.9	107.0	21.9
鳴子温泉金忠間歇泉	771.9	670.8	100.8	13.1
土 湯 間 歇 泉	215.2	198.8	16.4	7.6
宮 沢 間 歇 泉	98.0	24.7	73.5	75
鹿 部 間 歇 泉	423.9	407.4	16.5	3.9
(米国)				
Old Faithful Geyser	21.0	18.5	2.5	11.9
Plume Geyser	28.8	27.0	1.8	6.2
Solitary Geyser	28.9	27.0	1.9	6.6
Pink Cone Geyser	25.0		—	—
Spray Geyser	21.1		—	—
(アイスランド)				
Strokkur Geyser	124	116	8	6.4
Great Geyser	104		—	—

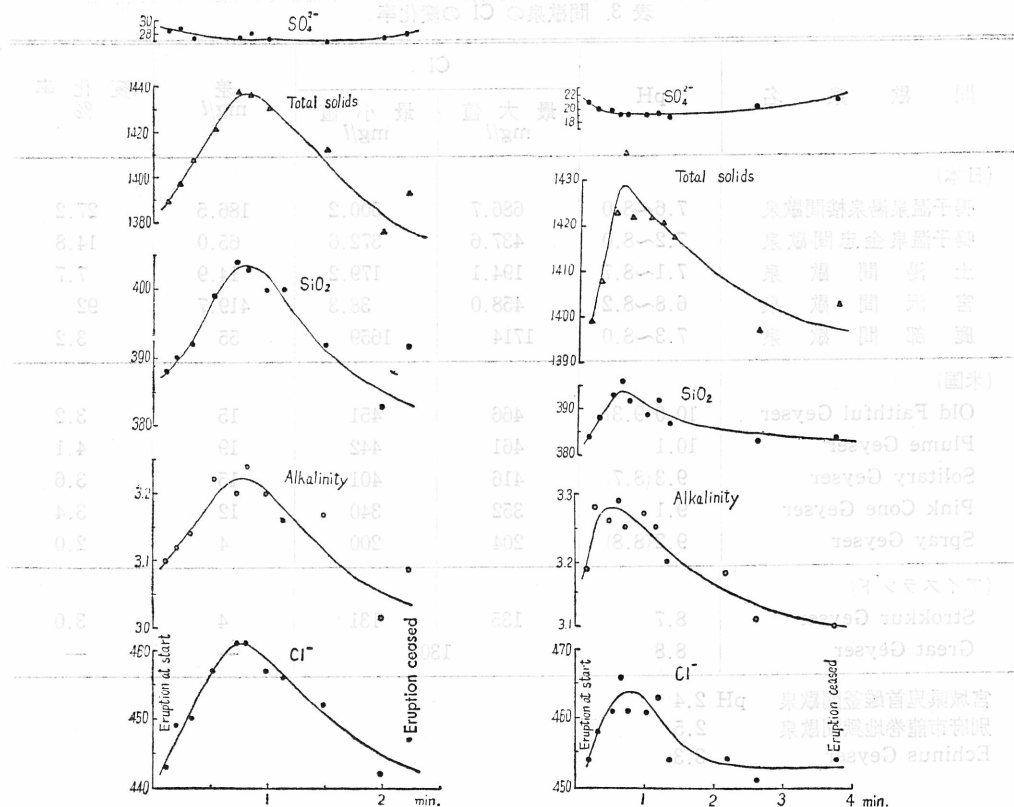


図 7. Old Faithful Geyser, June 23, 1962.

図 8. Plume Geyser, June 24, 1962.

文 献

- 1) 野口喜三雄: 鳴子間歇泉の研究, 第一報, 日本化学会誌 **61**, 677 (昭 15).
- 2) " : " , 第二報, " **62**, 718 (昭 16).
- 3) " : " , 第三報, " **62**, 723 (昭 16).
- 4) 野口喜三雄: 鳴子間歇泉の地球化学的研究, 地震 **12**, 1 (昭 15).
- 5) 野口喜三雄: 本邦間歇泉の化学的研究, 温泉科学 **1**, 1 (昭 16).
- 6) 野口喜三雄: 新潟県松之山温泉の研究, 温泉科学 **3**, 13 (昭 18).
- 7) Kimio Noguchi: Geochemical Investigation of Geysers in Japan. Proceedings of the Eighth Pacific Science Congress, Vol. 11, p. 228~240 (1956).
- 8) Kimio Noguchi and Joe Nix: Geochemical Studies of Some Geysers in Yellowstone National Park. Proceedings of the Japan Academy, Vol. 39, 370 (1963).
- 9) E. T. Allen and A. L. Day: Hot Springs of the Yellowstone National Park, 209 (1935).
- 10) 小川琢治: 温泉に就いて, 温泉研究 **14** (大 14).
- 11) 横山又次郎: アイスランドの大間歇温泉, 小川琢治著温泉の研究 **62** (大 14).