

登別温泉の地球化学的研究

北海道大学 西 村 雅 吉

(昭和40年10月31日受理)

Geochemical Study on Hot Springs in Noboribetsu

Masakichi NISHIMURA

(Department of Chemistry, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

The hot springs in Noboribetsu have been investigated by Uzumasa and Murozumi in detail, and are grouped into three types according to their chemical composition and location (Table 2 and Fig. 2). Hot spring of Type I, being located at Noboribetsu town, the lower part of the district, is neutral and of high temperature. The hot spring is rich in sodium and chloride, and poor in sulfate. Hot spring of Type II is spurting in a crater called Jigoku-dani Valley which is located at the higher level of the district, and is strongly acidic, rich in sulfuric acid, and extremely poor in chloride or salts. Type I-II, a mixture of I and II, is also abundant in the Valley. Type III can be explained as a mixture of ordinary underground-water and the water of Type I-II.

It may be concluded that the hot spring of Type I is the original thermal water which reaches the surface of the ground from a depth of the underground, and the vapor separated from the original thermal water is condensed and oxidized at the higher place to make the hot spring of Type II in Jigoku-dani (Fig. 3).

The chemical feature of Noboribetsu hot springs has been changing remarkably as shown in Fig. 4. The change may be attributed to the change of mixing ratio of Type I and Type II waters or change of activity of the original thermal water, Type I.

1. ま え が き

登別温泉の組織的な地球化学的研究は、北海道大学理学部化学教室、太秦研究室において1937年に着手以来、今日におよんでいる。¹⁻⁵⁾ その中でも、太秦、室住の報文³⁾を主として、また少しく私見を加えて登別温泉の地球化学的考察を試みたい。

2. 登別温泉の概説

登別温泉の湧出地域は、地獄谷、大湯沼、温泉町中央、温泉町五色・万寿湯の4地域に大別され(第1図)、泉質の多様性ととともに、その規模の大きいことは著名である。太秦、室住による³⁾1949年における温泉水量、および地上に温泉水とともに運び出される塩分量は第1表のごとくである。また登別温泉においては、長年月にわたって成分の変動が測定されていることは貴重な資料である。

泉質によって分類される温泉成分の特徴を第2表、³⁾第2図に示す。

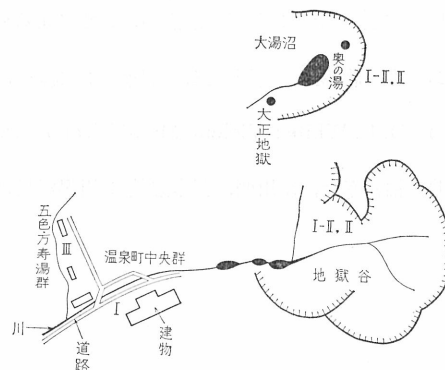


Fig. 1 Noboribetsu Hot Springs

Table 1 ton/day

	pH	温泉 °C	温泉量	総塩分量	Cl ⁻	ΣSO ₄ ²⁻	Na ⁺	H ₂ S
地獄谷	2	90	3×10 ³	3	0.6	0.9	0.3	0.2
大湯沼	3	30~50	1.7×10 ³	0.3	0.06	0.07	0.03	0.006
温泉町中央	7	95	3×10 ³	25	12	0.07	5	10 ⁻⁴
合計			7.7×10 ³	28	13	1.0	5	0.2

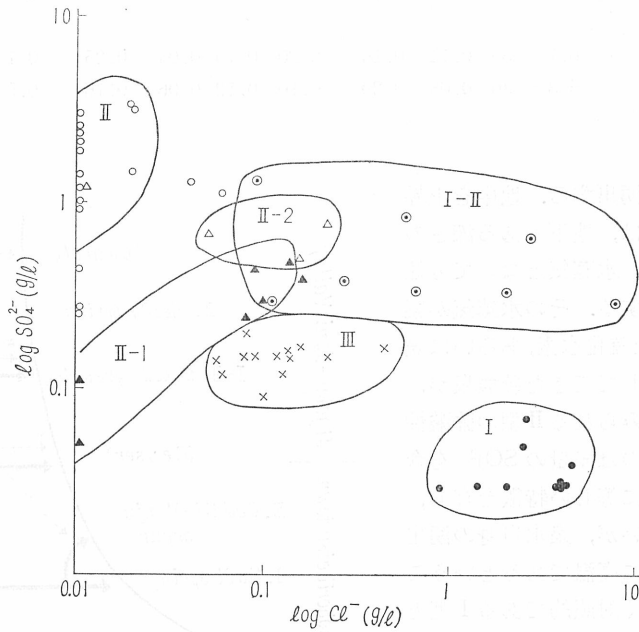


Fig. 2 Relation between Cl⁻ and SO₄²⁻ in Noboribetsu Hot Springs

- I: neutral, NaCl type
- II: acidic, simple H₂SO₄ type
- I-II: acidic, mixed type
- × III: subgroup of I-II
- ▲ II-1: ,,
- △ II-2: ,,

3. 成因と湧出機構

結論からいうならば、温泉町中央に湧出する塩素イオン(Cl⁻)に富み、硫酸イオン(SO₄²⁻)に乏しい、中性、高温の濃食塩泉(I)が登別温泉の本源に近い泉質のものであると考える。地下深部から、その濃食塩泉の上昇があり、それがそのまま、あるいは地下水で多少うすめら

Table 2

分類	源泉名	pH	泉温 °C	g/l						mg/l			
				Cl ⁻	ΣSO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	Ca ²⁺	H ₂ SiO ₃	Fe ³⁺	Al ³⁺	H ₂ S	CO ₂
温泉町中央群													
I	No. 5 (C)	7.0	95	3.83	0.03	0.14	1.66	0.54	0.26	0.2	11	4	20
I	No. 29 (A)	6.9	73	4.53	0.04	0.14	1.86	0.65	0.27	0.1	45	3	30
地獄谷, 大湯沼群													
II	地獄谷, U	1.6	100	0.02	3.10	0	—	0.02	0.45	66	109	8	0
II	大湯沼, 奥の湯	1.4	93	0.02	3.16	0	—	—	—	63	173	—	0
II-1	地獄谷, F	2.4	75	0.16	0.39	0	0.10	0.04	0.20	7	29	8	0
II-2	地獄谷, A	2.3	31	0.22	0.75	0	0.12	0.06	0.21	2	37	61	0
I-II	地獄谷, E	2.4	93	2.70	0.66	0	1.30	0.40	0.43	19	30	7	0
I-II	大湯沼, 大正地獄	2.9	94	7.65	0.30	0	—	—	—	4	19	25	0
五色一万寿湯群													
III	No. 12	6.1	55	0.14	0.16	0.20	0.10	0.04	0.25	0.1	92	30	180
III	万寿湯	5.3	36	0.08	0.20	0.10	0.12	0.06	0.16	0.5	32	20	160

れて温泉町中央に湧出する。地中を上昇してきた濃食塩泉は、地下のある深さのところで沸とうし、水蒸気となって分離して噴気孔を形成する。その水蒸気が凝縮し、包含していた硫化水素、あるいは表層中の硫黄を酸化してできた硫酸泉が、地獄谷、大湯沼にみられるII型の強酸性泉である。このものは多量のSO₄²⁻を含むが、Cl⁻はゼロに等しい特徴を有し、ガス沸とう泉が多いが、泉水自身の湧出量は少ない。ともに高温であるということ以外は、まったく対照的であるI型とII型との混合泉(I-II)が地獄谷、大湯沼地域にみられる。地獄谷におけるII-1、II-2型の温泉は、I-II型の温泉がさらに地表水でうすめられたものと理解することができる。五色一万寿湯群にみられるIII型の温泉も同様である。

以上の成因を大変模式的に図示すると第3図のようになる。

4. 変 動

登別温泉の活動が変動していることは、地獄谷における湧出状態の外観上の変化からも認められるが、泉質においても特徴ある大きな経年変化が測定された。それらのうちから3泉源を選んで第4図に泉質の変化を示す。資料は、前記文献¹⁻⁵⁾と未発表の那須、那須の測定および西村の測定を使用した。

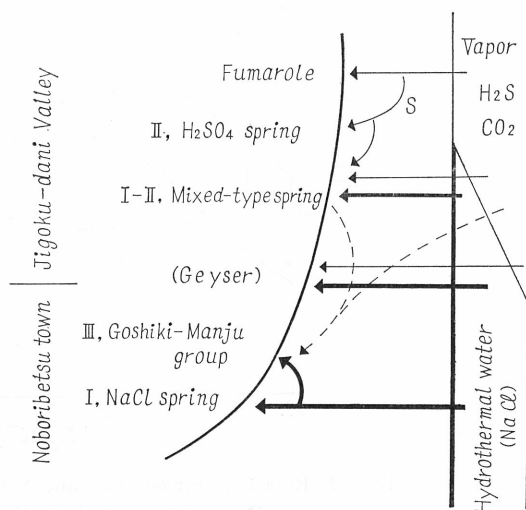


Fig. 3 Schematic explanation of the origin of hot springs in Noboribetsu

温泉町中央に湧出する中性食塩泉, No. 5 泉 (I 型) の Cl^- 含量は 1952 年初頭から急激に減少しはじめ, 1953 年には $1/4$ に当る 1 g/l まで減少した後, ふたたび急激な増大を示したが, 1956 年より増大率はゆるくなって現在におよんでいる. SO_4^{2-} 含量は, Cl^- とはちょうど逆に 1952 年より増大した.

地獄谷のほぼ中央に位置する酸性泉, X 泉 (I-II 型) は 1940 年ごろまでは, $\text{Cl}^- 1 \text{ g/l}$ であったのであるが, 以後次第に増大し, 1952 年には極大 (3 g/l) に達した後, また 1 g/l 位に減少した.

1952 年には, 食塩泉の Cl^- の急激な減少と SO_4^{2-} の増大, 酸性混合泉における Cl^- の極大という, それぞれ泉質の異常な変化を示したのであるが, そのころには, 地獄谷の外観の活動においても, 昭和地獄の大活動, 1952 年 1 月末には水蒸気爆発^{6,7)} などと大きな異常を示したのである.

登別温泉, とりわけ地獄谷における外観上の変化を伴う泉質の変化は著しいものであり, 明治年間には地獄谷の奥に大間歇泉があったという記録がある.⁷⁾ 間歇泉であれば, それは中性の食塩泉 (I 型) であったはずである. 現在の地獄谷には, II 型の酸性泉, I-II の混合泉型の湧出のみがみられるが, 温泉活動の変化は I 型と II 型との混合比の変化であると解釈するこ

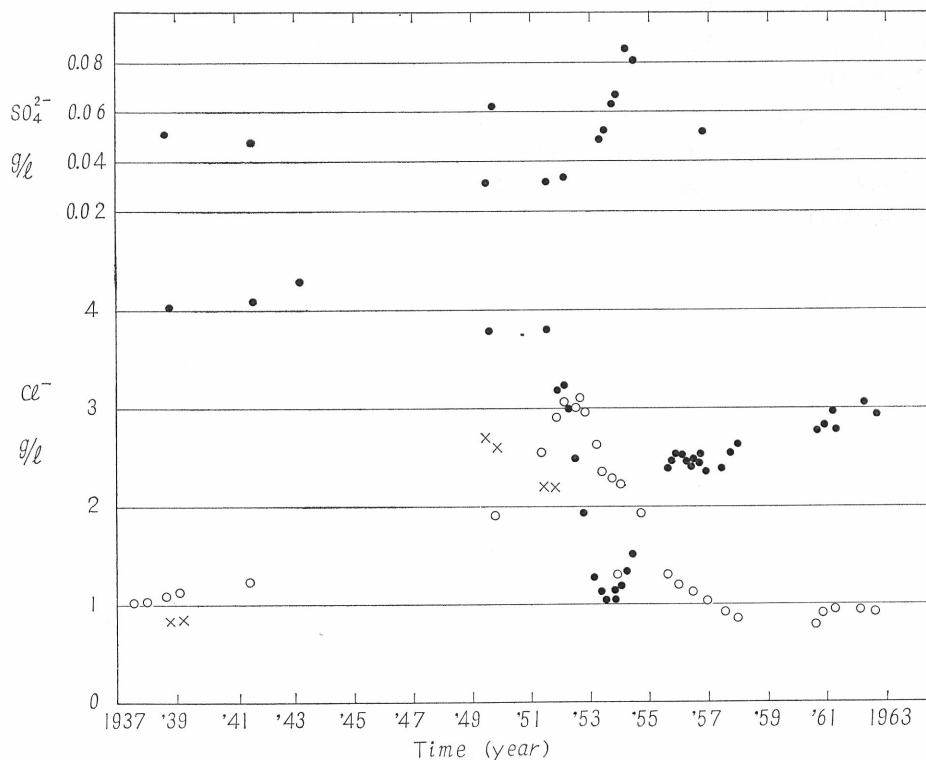


Fig. 4 Fluctuation of constituents in Noboribetsu Hot Springs

- Hot spring No.5 in the town (I: neutral, NaCl type)
- Hot spring "X" in the valley (I-II, acidic, mixed type)
- × Hot spring "Furosen" in the valley (I-II, acidic, mixed type)

とができる。いいかえれば、I型食塩泉の供給量の変化であり、その変化は地下より上昇するI型温泉水の地中で蒸気相に移る面の上昇、下降で理解できそうである。

第4図において、I-II混合型である不老泉** についての Cl^- の変化は資料が不足ではあるが、その Cl^- の最大が同じく I-II型のX泉よりも数年前にあったようである。地獄谷の中にあっても、高い位置にあるX泉が低い位置にある不老泉よりも Cl^- の最大時期がおくれていることは注目すべきことであり、上述のI型温泉水の液層面上昇と関係がありそうであるが、単純には説明がつかない。I型温泉水にかかっている圧、湧出量、および温泉水が地下で水蒸気となることによる残留液中での成分の濃縮ということも大きな因子として考えなければならぬであろう。

文 献

- 1) 奥野久輝, 碓山昇, 太秦康光: 温泉の化学的研究 (第1報), 北海道登別温泉 (1), 日化, 59, 853 (1938).
- 2) 奥野久輝: 同上 (第2報), 北海道登別温泉 (2), 日化 60, 685 (1939).
- 3) 太秦康光, 室住正世: 同上 (第32~35報), 北海道登別温泉 (3~6), 日化, 76, 844, 848, 852 (1955), 77, 267 (1956).
- 4) 太秦康光, 赤岩英夫: 同上 (第39報), 温泉水中の微量成分の消長 (1), 北海道登別温泉, 日化, 79, 654 (1958).
- 5) 太秦康光, 那須義和, 瀬尾淑子: 同上 (第46報), 北海道西南部の諸温泉 (5), 日化, 80, 995 (1959).
- 6) 福富孝治, 藤木忠美: 昭和26年11月から27年3月頃の登別温泉地獄谷の活動について, 北大地球物理学研究報告, 3, 23 (1953).
- 7) 鈴木醇, 石川俊夫, 鈴木淑夫, 勝井義雄: 登別温泉地質班調査報告, 北海道温泉調査報告, 6, 35 (1958).

** 不老泉は1952年を中心とする昭和地獄の活動で壊滅した。