

28 北海道の温泉成分の化学的研究（第10報） 鹿部温泉の湧出機構

北海道立衛生研究所

中 谷 省 三 都 築 俊 文

勝 田 也 子 橋 高 毅

北海道衛生部

渡 瀬 納

森保健所

三 上 正 村 森 田 邦 雄

I. 緒 言

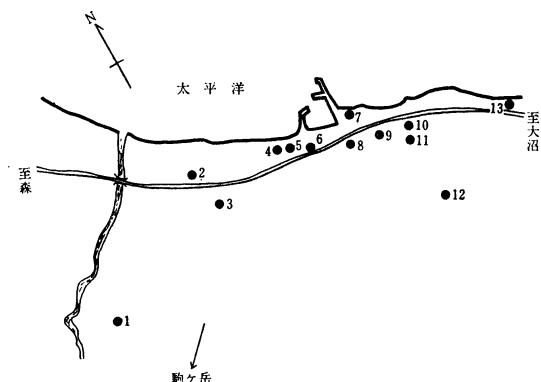
鹿部温泉は道南駒ヶ岳の東山そが海に落ちる所の海岸線に湧出する温泉群で、50~400 m の掘さくにより湧出している。主要な泉質は食塩泉であるが、道南の温泉群の特徴¹⁾と同様に重炭酸塩含量も多い。

昭和43年8月われわれは前報（本誌）の潤川温泉群の調査と同じ時期に鹿部温泉群の湧出機構を知る目的で調査を行なった。その結果塩化ナトリウムを主成分とする熱水に低温の重炭酸塩を含む水系が混合湧出していることについては太秦²⁾らと一致したが、さらに Ca、あるいは SO₄ 含量から得た結果では、単純な二水系のみでなく、複雑な地学的関与を受けて湧出していることが推測された。

II. 実験および結果

鹿部温泉の全湧出口13カ所について現地で泉温、pH、CO₂、HCO₃、H₂Sなどを測定し、他の主要成分については採取試料につき実験室で分析を行なった。採水位置を図1に、また分析結果を表1に示す。

図1 鹿部温泉試料採水位置図



III. 考 察

1. 泉温と Na+K, Cl および HCO₃ の相関

泉温と (Na+K) および Cl の相関々係を図2に示す。泉温とこれらの成分には比較的良い直線関係がある。このことは No. 10, 11 で代表される NaCl を主体とした熱

表 1 鹿部地区温泉調査結果

No.	泉 名	泉温 (°C)	E.R (g/l)	井深 (m)	pH	CO ₂ (meq)	H ₂ S (mg/l)	HCO ₃ (meq)	Cl (meq)	SO ₄ (meq)	Na (meq)	K (meq)	Ca (meq)	Mg (meq)	Fe (mg/l)
1	北海道地開	57	1.28	500	7.4	0.39	1.1	7.0	2.6	9.6	17.8	0.2	0.94	0.20	3.15
2	喜久の湯	32	2.11	60	7.8	0.29	1.3	12.6	8.5	12.4	32.6	0.5	0.73	0.41	2.07
3	とらの湯(長幡)	50	1.56	70	7.6	0.39	0.8	11.2	6.5	7.2	23.9	0.5	0.73	0.31	0.75
4	鹿の湯(伊藤)	77	2.55	50~100	7.0	1.39	1.0	6.9	20.4	12.4	33.4	1.0	4.21	1.05	0.52
5	黒田	65	2.40	100	7.0	1.19	1.0	9.1	23.1	7.2	33.9	0.9	2.84	1.05	0.64
6	吉の湯	82	2.90	100	6.8	2.49	0.3	7.5	29.4	10.0	38.2	1.8	4.74	1.36	1.17
7	鹿部村	87	3.46	150	8.0	—	1.0	7.4	38.4	10.0	46.9	1.8	5.23	0.94	0.78
8	(道)ふか場	76	2.18	100	6.6	2.19	1.1	6.5	23.4	6.6	30.4	1.1	3.36	1.05	5.85
9	亀の湯(相沢)	93	3.09	100	7.4	0.89	1.0	6.9	32.9	8.4	39.1	1.6	4.74	0.62	0.96
10	鶴の湯	97	3.78	100	8.0	—	1.3	5.4	45.2	8.7	49.5	2.2	4.52	0.83	0.54
11	製塩場	100	3.74	120	8.0	—	1.5	3.4	45.4	9.1	51.7	2.2	2.73	0.73	0.60
12	鹿部村(立正教)	83	3.12	400	6.6	3.58	0.8	7.4	39.0	3.5	41.7	1.6	4.10	1.25	3.30
13	温研	83	3.19	100	7.0	1.09	1.1	7.1	39.3	6.6	43.4	1.6	4.73	1.05	0.84

図2 泉値と Cl, (Na+K) の関係

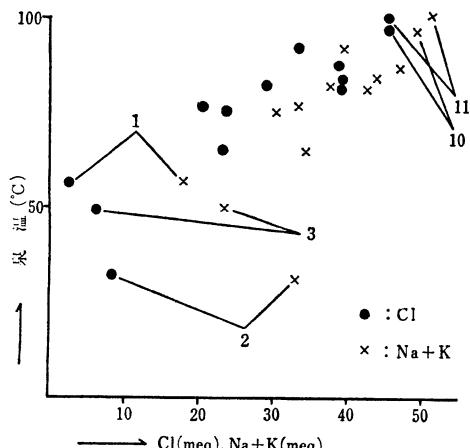


図3 泉温と $\text{Na} + \text{K}/\text{Cl}$ の関係

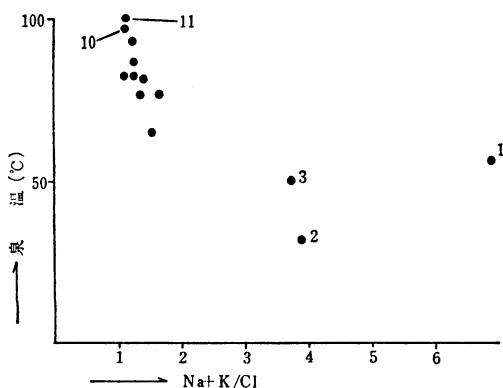
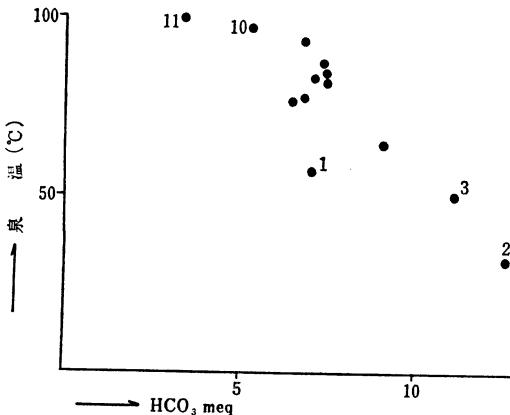


図4 泉温と HCO_3 の関係



水に No. 1 で示されるごとき水系が混合湧出していることが分かる。

ここで注意をひくことは No. 1, 2 および 3 の湧出口である。この 3 湧出口は図 1 で示されるごとく、鹿部温泉群の西方に離れて存在する低温の温泉群であり、この 3 温泉については明かに $\text{Na} + \text{K}$ 、および Cl は泉温と逆相関々係をもっている。すなわち高温の No. 1 が最も NaCl が

少なく、このことは蒸発残渣についても同一であった。また高温の No. 1 は 500 m の掘さく井であり、No. 2 と 3 は 50~70 m の掘さく井である。

また図3に泉温と $\text{Na}+\text{K}/\text{Cl}$ 比の関係をとると、これらの関係はやや逆相関々係にある。すなわち泉温が 100°C に近くなると、比の値は 1 に近くなり、 $\text{Na}+\text{K}$ と Cl はほぼ当量で存在しているが低温になるにつれて $\text{Na}+\text{K}$ は Cl の当量より多くなり前に述べた西方に偏在する低温群では 4 倍から 7 倍になる。このことから NaCl を含む熱水に比較的低温で Na 塩を含む水系が関与していることが推定される。

また図4に泉温と HCO_3^- の相関々係を示すと明かに高温のものほど HCO_3^- が少なく、逆相関々係を示す。このことから前に推定された低温の水系は NaHCO_3 を含む水系ということになる。

2. 低温群に関する考察

ここで No. 1, 2, および 3 の低温群について考えてみると図 2 から低温のものほど Na と Cl は多くなり、また図 3 では Na+K/Cl 比は高温のもの、すなわち No. 1 の湧出口が大きい。また図 4 から高温の No. 1 が HCO_3 は最も少ない。これらを整理すると、この低温 3 湧出口は (Na+K) HCO_3 を比較的多量に含む水系に、成分の非常に少ない熱水が関与していることが分かる。しかもこの熱水は、No. 11 で代表される NaCl を多量に含む熱水とは異ったものであることが分かる。

3. Ca, Mg および SO_4 について

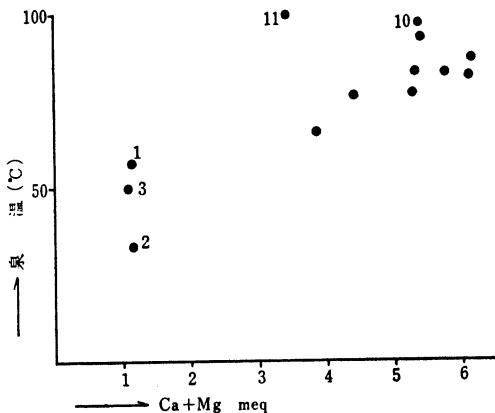
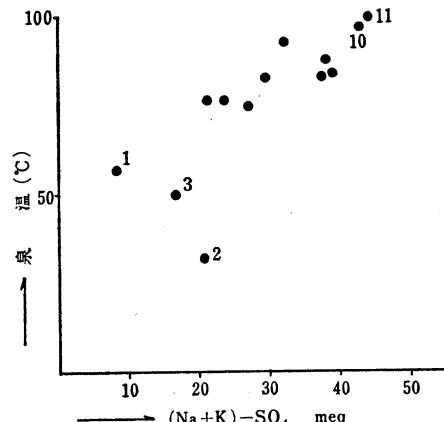
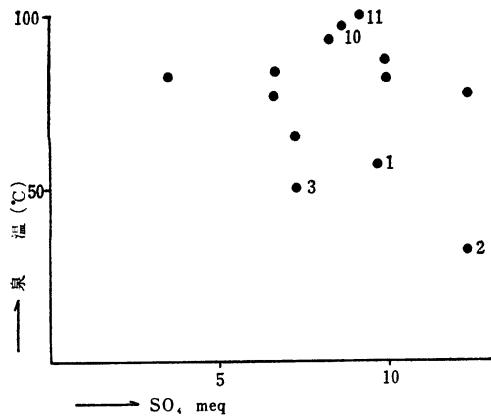
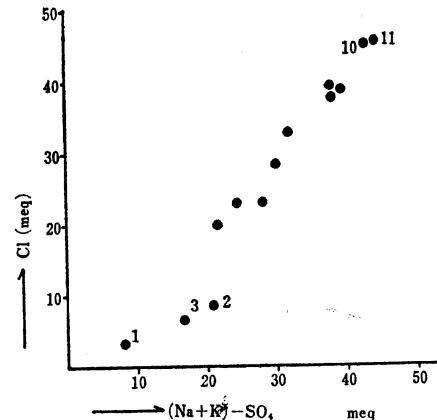
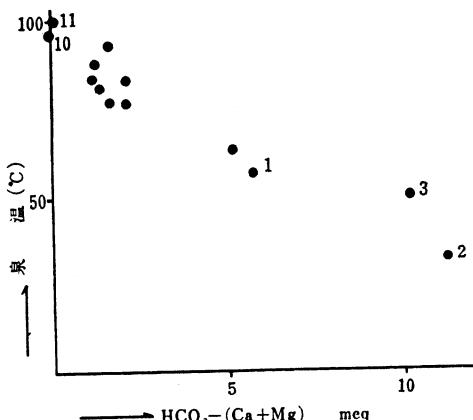
以上述べたことから鹿部温泉では簡単に考えて、No. 11 で代表される高温で NaCl の多い熱水(蒸発残渣 3.7 g/l), No. 1 のやや高温で成分の少ない水系(蒸発残渣 1.2 g/l), および No. 2 で代表される NaHCO_3 に富んだ低温の水系(蒸発残渣 2.1 g/l)の 3 水系が複雑に混合して湧出していることが推定される。

ここで泉温と $\text{Ca} + \text{Mg}$, および泉温と SO_4 の関係をそれぞれ図 5 および図 6 に示す。

泉温とこれらの成分間には、 $\text{Ca} + \text{Mg}$ がやや正相関、 SO_4 ではやや逆相関々係があるが、明瞭でなく、むしろ一定の関係がないようにも考えられる。前節で述べた 3 水系の関連で湧出していることを仮定すると何らかの相関が存在すべきであるが、一定の関係がない。

このことを検討するために今、勝手に $\text{Ca} + \text{Mg}$ が例えれば石灰石、あるいは通常の岩石から供給されたとしても、それらが $(\text{Ca} + \text{Mg}) \text{ HCO}_3$ の形で温泉中に由来していると仮定する。この仮定と、今まで述べた NaCl 热水と、 $(\text{Na}, \text{K}) \text{ HCO}_3$ を含む冷水の混合湧出という推定が成り立つためには、図4で示された泉温と HCO_3 の逆相関々係図において、 $(\text{Ca} + \text{Mg}) \text{ HCO}_3$ を差引いてもなおこの関係の成り立つことである。そこで泉温と $\text{HCO}_3 - (\text{Ca} + \text{Mg})$ との相関を図7に示す。この結果は図4の泉温と HCO_3

図5 泉温と Ca+Ma の関係

図8 泉温と (Na+K)-SO₄図6 泉温と SO₄ の関係図9 Cl と (Na+K)-SO₄図7 泉温と HCO₃-(Ca+Mg)

CO₃ のみの関係図に比較して、より一層明瞭に直線関係を示している。

このことから (Ca+Mg) が重炭酸塩として存在しているように考えられるが、ではなぜ泉温などと一定の関係がないかという疑問が残る。

鹿部温泉群では、湧出後 CaCO₃ の堆積をはじめる湧

出口が多いが、その状態はおのれの異っている。すなわち (Ca+Mg) 含量に一定の関係のないのは湧出までの通路における CaCO₃ 堆積の相異ということで説明できるかも知れない。

SO₄について考えてみよう。図6に示すとく泉温とは一定の関係ではなく、さらに他の Cl, あるいは HCO₃ などとも一定の関係はなかった。SO₄ 含量は表1から鹿部温泉群で 3.5 meq～12.4 meq と相異があり、この相異は何に起因するのであろうか。

今 Ca+Mg の場合と同様に勝手に SO₄ はナトリウム塩として関与していると仮定してみる。これには若干の根拠がある。SO₄ が熱水とともに供給されていないことは図6で明かであり、酸として供給されるのであれば、pH、あるいは CO₂、または Ca, Mg などと相関がありそうであるが、実際には相関がない。そこで泉温に影響をほとんど与えないナトリウム塩の形で SO₄ が温泉に関与していると仮定する。この仮定が成り立ち、同時に前に述べた3水系存在の推定が成り立つためにはまず、泉温と Na+K の直線関係が SO₄ と当量の Na を減じてもなおかつ成立することである。

図8に泉温と $(\text{Na}+\text{K})-\text{SO}_4$ との相関を示す。図2に示した泉温と $\text{Na}+\text{K}$ の相関と比較してその直線性はむしろ勝れている。さらに図9に Cl と $(\text{Na}+\text{K})-\text{SO}_4$ の相関を示すと、これもNo.1, 2, および3の低温群とは別に極めてはっきりと直線性を示している。

このことから SO_4 はナトリウム塩として泉温に影響しない状態で関与すると考えても良さそうである。ではそのような Na_2SO_4 が有り得るかどうかである。これについては次のような存在を考えることができる。すなわち、ハロゲン化アルカリを先に分化したSに富むマグマ発散物の中和された凝縮水である。このようなものの微細な量が広く分布していると考えれば、鹿部温泉の泉温、あるいは他の成分と一定の関係のない SO_4 の説明ができる。この推定が成立つとすると、鹿部温泉の SO_4 含量にはかなり変動があるかも知れない。

IV. 結 語

鹿部温泉は、 NaCl に富む热水と、 NaHCO_3 に富む比較的低温の水系が関与して湧出している。

さらに低温の水系群では、高温で化学成分量の少ない水系と、低温で NaHCO_3 など成分含量の多い水系が関与していると考えられる。

さらに勝手な推定が許されるならば、地学的に CaCO_3 の堆積層、あるいはマグマ発散物の微細な凝縮水などが存在し、Caあるいは SO_4 含量はこれらのものに支配されていると思われる。

文 献

- 1) 中谷省三；温泉工学会誌，2, 26 (1964)
- 2) 太秦、那須、瀬尾；日化，80, 859 (1959)

28 Studies on Chemical Composition of Mineral Springs in Hokkaido

(Part 10) Issueing Mechanisms of Shikabe Hot Spring

Syōzō Nakaya, Toshifumi Tsuzuki, Nariko Katsuta and Takeshi Kitsutaka
(Hokkaido Institute of Public Health)
Osamu Watase (Department of Public Health, Hokkaido Prefectural Government)
Masamura Mikami and Kunio Morita
(Hokkaido Mori Health Center)

For the purpose of clarifying the issueing mechanisms, thirteen spring waters were collected from Shikabe Hot Spring. The chemical compositions of these waters were determined, and the issueing mechanisms of these hot springs were considered in rel-

ation with these chemical compositions.

There was a positive correlation between the temperature and the amount of chloride, and a negative correlation between the temperature and the amount of bicarbonates, so that Shikabe hot springs were found to have mixtures of thermal water (100°C) rich in sodium chloride and low temperature water (30-50°C) rich in sodium bicarbonate.

From the behaviour of Ca and SO_4 , it was presumed that some calcium carbonate deposits and minute condense water volatilized from maguma seemed to exist on the route of these hot waters.