

27 北海道の温泉成分の化学的研究（第9報）

濁川温泉の湧出機構

北海道立衛生研究所

中 谷 省 三 都 築 俊 文

勝 田 也 子 橋 高 敏

北海道衛生部

渡瀬 納

森保健所

三 上 正 村 森 田 邦 雄

I. 緒 言

道南の濁川温泉は森町よりバスで約40分、海岸から約5 km のところにある長経約3 km の盆地に湧出している温泉群で、この盆地は噴火口に沖積土したものともまたカルデラともいわれている。周囲は200~300 m の急崖に囲

まれていて周縁部に自然湧出の温泉が10カ所ほどあり最近盆地中央画に80~100 m の堀さくにより20数か所の自噴井ができ、合計35か所の湧出口をもつ温泉群である。

われわれはこの温泉群の湧出機構を明らかにする目的で1968年8月調査を行ない、その湧出機構の概要を知ることができたので報告する。

1表 濁川温泉調査結果

No.	泉 名	泉温 °C	E.R g/l	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	体阿弥ツネ○	54	2.17	6.6	7.95	4.4	16.7	20.8	痕跡	23.4	1.0	6.53	4.19	0.13
2	美完成○	57.5	2.25	6.4	4.99	3.4	15.8	22.3	"	23.9	1.3	5.68	3.53	3.05
3	第一ホテル○	80	2.62	6.8	4.31	3.4	17.4	26.1	"	28.2	1.5	5.58	0.57	3.32
4	中谷佐一(渋谷)○	72	1.51	6.6	4.20	5.1	14.2	11.7	"	11.3	0.7	8.43	1.31	1.12
5	" ×	57	1.03	6.2	7.04	2.3	13.6	3.8	"	7.8	1.0	5.78	1.97	2.37
6	竹田憲一○	58	2.58	6.6	9.54	5.6	15.0	28.2	"	33.0	1.6	4.19	0.74	5.86
7	中谷正作×	63	1.34	6.6	9.54	9.8	20.8	2.2	"	9.5	1.3	9.58	0.32	0.8
8	天竜(井田)○	54	1.86	6.8	12.0	1.0	11.2	21.0	"	19.1	1.0	4.69	3.94	11.2
9	鈴木武義×	59	1.37	7.0	6.58	1.2	22.1	2.2	"	8.6	2.5	6.73	3.12	6.9
10	中西正雄×	59	0.93	6.4	11.1	3.0	16.6	0.5	"	5.2	1.0	5.78	2.22	15.8
11	山本松夫×	42.5	0.43	6.4	15.9	3.2	8.0	0.5	"	2.3	0.4	3.04	1.56	8.9
12	山本源次郎○	53	1.78	6.4	12.4	0.8	13.4	16.6	"	16.1	1.0	5.68	4.52	10.9
13	竹田忠吉×	50	0.61	6.8	4.99	1.5	7.3	0.6	"	4.3	1.1	1.14	0.82	1.25
14	中吉朝吉×	43.5	0.31	6.8	0.90	0.6	3.5	0.5	"	1.6	0.7	0.79	0.41	1.4
15	松岡作次郎×	60	0.56	6.8	1.88	1.7	6.7	0.6	"	4.3	1.1	0.79	0.57	0.46
16	高瀬清作×	55	0.51	6.6	1.63	1.7	6.3	0.7	"	3.7	0.7	1.04	0.57	2.0
17	豆沢豊次郎×	35	0.34	7.0	0.90	0.6	3.5	0.5	"	1.5	0.4	1.04	0.57	1.02
18	上村忠吉×	62	0.49	6.6	2.95	1.3	6.0	0.5	"	2.1	1.1	1.74	0.90	0.7
19	上村忠吉○	47	1.21	6.8	11.3	1.0	13.8	6.7	"	6.1	0.9	0.79	4.35	20.8
20	共同湯○	62	2.87	6.6	8.86	0.8	13.6	33.7	"	34.7	2.0	6.08	1.72	12.1
21	辻原竹雄○	68	4.20	6.8	4.20	1.0	9.6	51.5	"	50.4	2.3	6.93	6.57	7.2
22	柴田啓助○	63	3.36	6.6	7.15	1.0	18.9	37.9	"	38.2	1.9	6.18	6.90	4.7
23	愛場久蔵○	87.5	4.75	7.0	1.88	1.2	12.4	65.2	"	60.8	3.0	5.98	3.86	1.28
24	中田チヨ○	80	5.67	6.8	2.49	1.2	10.6	81.8	"	76.5	3.5	5.58	3.04	0.66
25	松田敏雄○	48	1.31	6.4	13.6	1.0	13.2	7.9	"	10.4	0.5	6.93	0.90	11.2
26	辻原勝利×	42	0.89	6.6	15.4	1.7	12.0	2.6	"	6.9	0.4	5.03	1.31	21.0

図1 潁川温泉泉源分布図

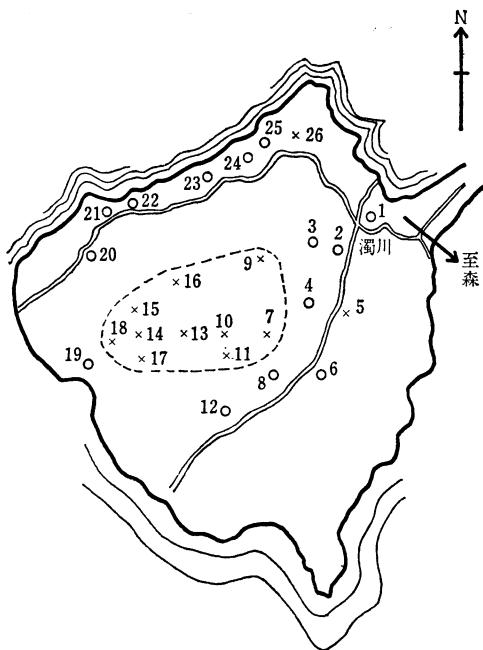
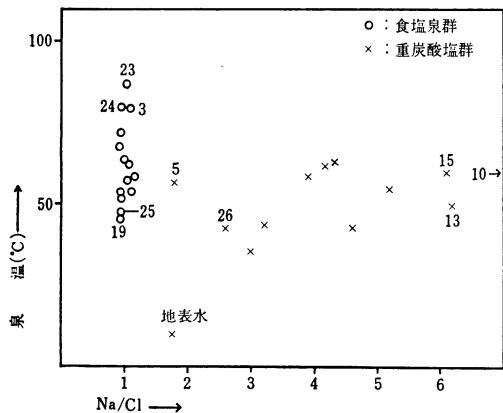


図2 潁川温泉泉温と Na/Cl の関係



II. 実験方法と結果 I

26湧出口と1地表水とについて現地で、泉温、pH、 CO_2 、 H_2S 、 HCO_3' について分析を行ない試料を採取して試験室で SO_4 、 Cl 、 Na 、 K 、 Ca 、 Mg 、 Fe 、及び蒸発残渣につき分析を行なった。

採水位置図と分析値をそれぞれ図1及び表1に示す。図1中○、×、両方とも調査した湧出口である。No.は表1の採水 No. を示す。

III. 考察

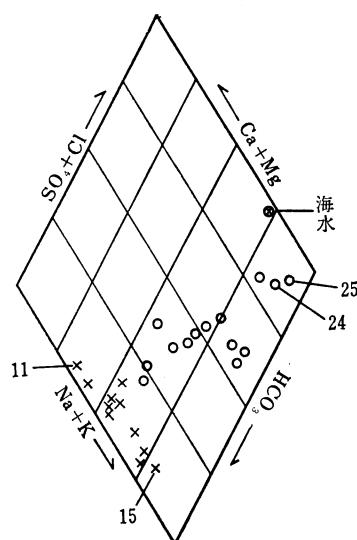
1. 泉温と Na/Cl の相関

泉温と Na/Cl の相関図を図2に示す。この図から瀬川温泉群は二つの群に分けて考えることができる。すなわち一つは Na/Cl がほぼ1.0で、泉温が変化(47°C~87°C)

してもその比の値は変わらない群である。この群を図2中で○印で表し、仮りにこの群を食塩泉群と呼ぶ。また他の一つは、図2中×印で示した群でこの群では泉温の35°Cから63°Cの間で Na/Cl 比が2から10まで大きく変化する群である。表1の結果からわかる如くこの温泉群は SO_4 を痕跡しか含まないので、×印で示した群の Cl の2~10倍も存在する Na と当量の陰イオンは HCO_3' であることになる。この群を重炭酸塩群と今後呼ぶ。

食塩泉群は図1採水位置図中 No. 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 であって、山沿いに古くから自噴していたものと、盆地中央を流れる小川に沿った掘さく井群である。また重炭酸塩群は図1中央部に破線で囲んだ群でこれに属する湧出地点は No. 5, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18 と山沿いに1つ No. 26 が存在する。

図3 Keydiagram



2. Keydiagram

瀬川温泉群の Key diagram を図3に示す。

重炭酸塩群(×印)では陰イオン中 HCO_3' が90%以上を占め $\text{Na}+\text{K}/\text{Ca}+\text{Mg}$ 比が変化していて図2の結果と矛盾はない。食塩泉群では $\text{Cl}+\text{SO}_4$ は事実上 Cl のみであるから Cl の割合の増大に伴なって $\text{Na}+\text{K}$ が増大し、 $\text{Ca}+\text{Mg}$ の割合が少なくなる。図2、図3の結果から重炭酸塩群では HCO_3' が大部分 NaHCO_3 の形で供給され、また食塩泉群では Na は NaCl として、さらに HCO_3' は $(\text{Ca}+\text{Mg}) \leftrightarrow \text{HCO}_3'$ の形で供給されていると考えられる。なぜならば Na/Cl の比が1であって、 Cl の割合の増加は $\text{Ca}+\text{Mg}$ 及び HCO_3' の割合を減じているからである。すなわち、 Na は Cl と行動を共にし、 $\text{Ca}+\text{Mg}$ は HCO_3' と行動を一致させている。

3. 泉温と化学成分の相関

図4に泉温と Cl 、また図5に泉温と HCO_3' の関係を示す。

図4 泉温とClの関係

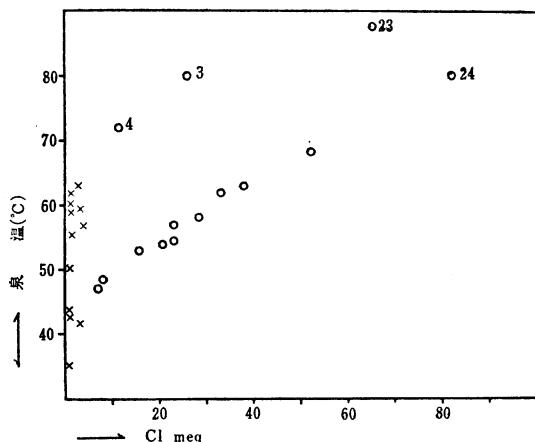
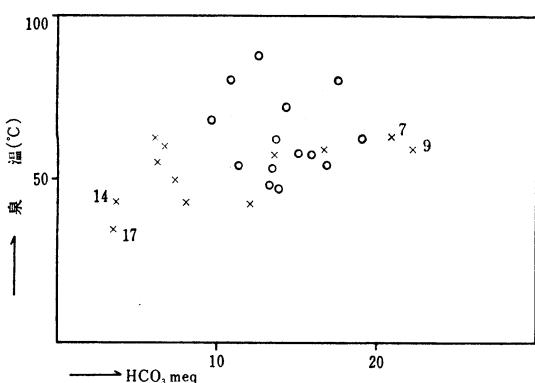
図5 泉温とHCO₃の関係

図4から食塩泉群(○印)ではNo. 3, 4を除いて高温のものほどCl含量が多くなる。すなわち正相関々係をもち、また重炭酸塩泉群では泉温が変化してもCl含量は変わらない。また図5からは食塩泉群では泉温とHCO₃含量に一定の関係ではなく、重炭酸塩泉群では泉温がほぼ同一でもHCO₃含量は著しく相違のあることがわかる。

図4と図5及び、Na/Cl比の結果から食塩泉群はNaClを含む熱水に地表水が関与して湧出し、HCO₃の供給には温度が殆んど関係していないことがわかる。また重炭酸塩泉群も重炭酸の供給は泉温とまったく関係がないが、わずかに低温のものはHCO₃含量が少ない。

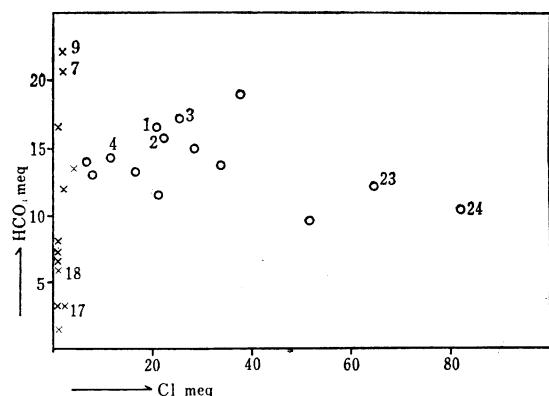
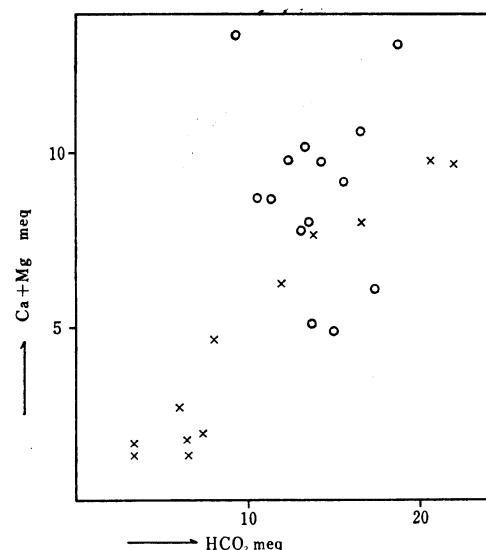
4. HCO₃～Cl, 及び Ca+Mg～HCO₃の相関

図6にHCO₃とCl、図7にCa+MgとHCO₃の相関関係を図示する。

図6から重炭酸塩群では比較的少量のClとは無関係にHCO₃のみが変化し、食塩泉ではやや逆相関々係になる。また図7で重炭酸塩群ではCa+MgとHCO₃は正相関々係にあり、食塩泉群では一定の相関はない。

5. 化学成分平均と湧出機構の考察

表2に化学成分の一覧表を食塩泉群と重炭酸塩群に分けて、平均値、最低値、および最高値の三つについて比較し

図6 HCO₃とClの関係図7 Ca+MgとHCO₃の関係

2表 成 分 平 均

成 分	泉質	平 均	最 低	最 高
E.R g/l	○	2.72	1.21(19)	5.67(25)
	x	0.73	0.31(14)	1.37(9)
HCO ₃ meq	○	13.98	9.6 (21)	18.9(22)
	x	10.53	3.5 (14.17)	22.1(9)
Cl meq	○	30.7	6.7 (19)	81.8(25)
	x	1.92	0.5 (14.17)	3.8(5)
Ca + Mg meq	○	8.9	4.93(6)	13.5(21)
	x	4.73	1.20(14)	9.85(9)
Na meq	○	30.8	6.1(19)	76.5(25)
	x	4.81	1.5(17)	19.1(8)

() は試料No., ○…食塩泉群, ×…重炭酸塩群

である。

5-1 食塩泉群

この群は蒸発残渣が多く陰イオンは Cl^- が多くまた HCO_3^- も多いが、 SO_4^{2-} は痕跡である。その湧出は図2および図4の相関から $\text{Na}-\text{Cl}$ を主成分とする熱水が存在し、これに重炭酸塩が附加されて湧出するものと考えられる。重炭酸塩は2の Keydiagram の項で述べられた如くそれは $(\text{Ca}, \text{Mg})-\text{HCO}_3^-$ の形で供給され、しかもこの重炭酸塩は図5の結果から泉温とは無関係であることがわかる。

また硫酸イオンを欠くところから化石水が殆んど成分を持たない過熱蒸気で熱水となり、途中でなんらかの溶解、岩壁との交換作用で $(\text{Ca}, \text{Mg})-\text{HCO}_3^-$ を附加されて地表近くで通常の地下水の関与を受けて湧出しているものと考えられる。

5-2 重炭酸塩群

この群はその傾向が食塩泉群とまったく異なり蒸発残渣が少なく、また Cl^- も少なく SO_4^{2-} を欠き、溶存成分の大部分は重炭酸塩として存在する。

図4および図5の結果から明らかなように泉温と化学成分との相関がないので、殆んど成分を持たない過熱蒸気に食塩泉群と同様に途中で泉温と無関係に若干の $(\text{Ca} + \text{Mg})-\text{HCO}_3^-$ および $\text{Na}-\text{HCO}_3^-$ を附加され地表水に関与されて湧出する。しかし図7から明らかなように $\text{Ca} + \text{Mg}$ と HCO_3^- の相関が食塩泉群と著しく相異しているので、前に述べた食塩泉群の $\text{Ca} + \text{Mg}$ とは起因が異なっていると考えられる。

6. 硫化水素および鉄含量

表1から明らかなように硫化水素含量と鉄含量の差異も興味あるものである。硫化水素はNo.1~7の湧出口に極端に多く、他成分との相関が明らかでないが、この付近の湧出口は盆地中央部としては泉温も高く、硫化水素を含む熱蒸気または熱水の存在も予想される。また鉄は局地的に多くなり、全体的な考察はできないが、その差異の大きなことからこの地区的複雑な地質構造がうかがわれる。

IV. 結 語

濁川温泉群は大きく2つの群に分けることができる。すなわち山沿いの堀さく井群、および、盆地中央部の堀さく井群である。

前者は、過熱蒸気に化石水、および地質的に附加される $(\text{Ca}, \text{Mg})-\text{HCO}_3^-$ の成分を伴なって湧出している。—食塩泉群

また後者は過熱蒸気に若干の $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Mg})-\text{HCO}_3^-$ が附加されて湧出している。—重炭酸塩群

食塩泉群と重炭酸塩群とはその湧出機構上ほとんど関係はないようである。

この盆地形の濁川一帯は噴火口ともカルデラともいわれ

るが、非常に複雑であり、上に述べた両群も地表近くで関与し合っていることも考えられ（No. 3, 4、および26など）、また硫化水素を含む熱水の関与も考えられる。更に鉄が不規則に関与するなど、噴火口にしろ、カルデラにしろ、地下での変化の多い火成活動が推定される。（第20回（1968）北海道公衆衛生学会報告）

27 Studies on Chemical Composition of Mineral Springs in Hokkaido (Part 9) Issueing Mechanisms of Nigorikawa 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, twenty-six spring waters have been collected from Nigorikawa Hot Spring.

The chemical compositions (CO_2 , Na , K , Ca , Mg , Fe , Cl , SO_4^{2-} , and HCO_3^-) pH and temperature of these waters were determined, and the relationships between the contents of these elements and the issueing mechanisms of these hot springs were considered.

As a result, these hot springs were divided into two groups. One of them scarcely contained sulfate and the content of sodium chloride increased in proportion to the increase of the temperature of the hot springs. But the contents of Calcium and Magnesium bicarbonate were independent of the increase of the temperature. Therefore, this group had the thermal water accompanied by fossil water rich in sodium chloride, and it contained $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{HCO}_3^-$ which seemed to be supplied irregularly from rocks on the route of the thermal water.

The other group had a low content of evaporated residue, and the content of sodium chloride were very small unlike the former. Most part of the evaporated residue in this group was $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Mg})\text{HCO}_3^-$, and the amounts of these bicarbonates had no obvious causal connection with the temperature and other compositions such as chloride. So this group had the thermal water including $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Mg})\text{HCO}_3^-$ which seemed to be supplied from rocks on the route.