

長野県の温泉の化学成分

東邦大学化学教室 野口喜三雄

Chemical Components of Hot Springs in Nagano Prefecture

Kimio NOGUCHI

Department of Chemistry, Toho University

ABSTRACT

In Nagano Prefecture many hot springs are found. Among them, Yamanouchi Hot Springs Group containing Yutanaka, Andai, Shibu, Jigokudani and Kakuma Hot Springs is the greatest in quantity of thermal water. One of the thermal wells of Yutanaka is emitting hot water by steam pressure as high as 30m. Kamisuwa Hot Springs Group is second in the amount of thermal water. The thermal water of Daini-Seikosha in Suwa City showed 94.5°C in temperature as the highest in this area. The highest content of chemical components of hot spring waters in Nagano Prefecture are as follows: Kasugayuzawa, Tazawa and Kutsukake showed 9.0 in pH respectively. While the lowest values, Shichimi and Kaminoyu showed 2.8 and 3.0 in pH respectively. Kaminoyu showed 1256 mg/l in SO_4 ; Kagai No.2 in Matsushiro 4430 mg/l Cl and Yamada 2440 mg/l Cl; Kumanoyu 205 mg/l H_2S and Yunomata 67 mg/l H_2S ; Matsushiroso in Matsushiro 637 mg/l HBO_2 and Yamada 199 mg/l HBO_2 ; Yamada 1.62 mg/l As and Kakuma 1.46 mg/l As.

The well waters of Shimokaneko Village in the neighbourhood of Suwa Lake were found to be rich in fluoride and showed 6.75 mg/l F as the highest. All the boys and girls who have drunk the well water of this village for a long time were found to be suffering from the mottled teeth.

長野県には温泉が非常に多いが、その分布を見ると南部に極めて少く、主に東部、中部、北部、西部に分布している。そのうち諏訪地方の温泉については本会諏訪大会（昭34年、1959年）東部、中部、北部の温泉については本会軽井沢大会（昭42年、1967年）にて報告^{1,2)}したので今回は西部を含めた長野県全体の温泉について報告し且特徴のある泉質を示す温泉に着目してそれらの考察を試みることにした。

(1) 温度分布

温度の分布を第1図に示した。最も高温で且規模も大きい温泉地は98.0°Cを示す山の内温泉群であって、ここには湯田中、安代、渋、角間、地獄谷が含まれており、天然記念物地獄谷噴泉を始め高さ30mも熱湯を吹き上げる温泉がある。噴出孔にはしばしば石灰華が析出している。次に高温で且規模も大きいのは上諏訪温泉群であって第二精工会の湯は94.5°Cを示した。また西部では中の湯、中房、湯俣等が高温であった。

(2) pHの分布

pHの分布を第2図に示した。pHの最小値は七味温泉の2.8であり、下諏訪の冷泉神の湯は3.0でこれについて小さい。一般に長野県には酸性泉は少い。pHの一番大きいものとして春日湯沢9.2、田沢9.2、沓掛9.2をあげることができる。これらは何れも化学成分の含量が少く、且概して温度

温度の分布

- 24℃以下 ●
- 25～39 ▲
- 40～60 ○
- 61～80 ●
- 81～100 ●



第1図

SO₄の分布

- SO₄ (mg/l)
- 100以下 ●
- 101～500 ●
- 501～1000 ●
- 1001～5000 ●



第3図

pHの分布

- pH
- 2.0～3.0 ●
- 3.1～4.4 ●
- 4.5～6.4 ●
- 6.5～7.4 ●
- 7.5～8.4 ●
- 8.5～9.4 ●



第2図

Clの分布

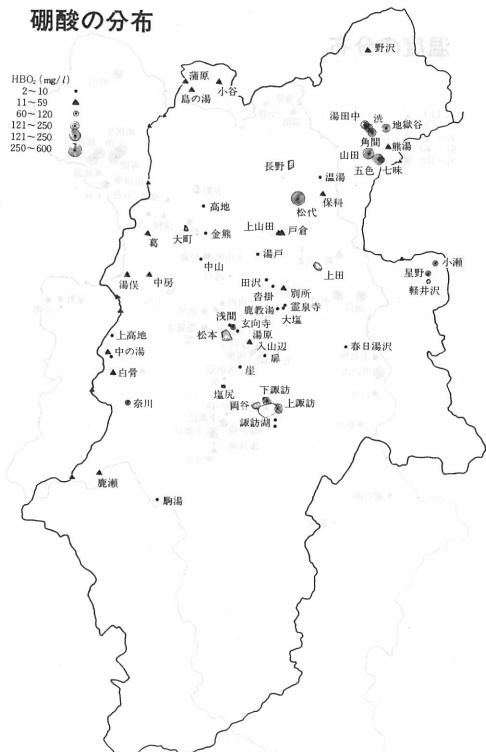
- Cl (mg/l)
- 100以下 ●
- 101～500 ●
- 501～1000 ●
- 1001～5000 ●



第4図



第5図



第6図

も低い。アルプス山麓に位する中房温泉は高温であって89℃を示すが、pH 9.0を示しアルカリ性が強い。

(3) SO₄の分布

SO₄の分布を第3図に示した。最も含量の大きいのは下諏訪の冷泉神の湯でSO₄ 1256mg/lを示した。七味温泉国民宿舎861mg/l、入山辺霞山荘725mg/l、下諏訪旦過湯648mg/l等が含量大きい。一般にアルプス山麓の温泉はSO₄含量小さい。

(4) Clの分布

Clの分布を第4図に示した。松代加賀井温泉No.2の4430mg/lが最高値であって松代地震で湧出した松代町瀬関中曾根湧水の3480mg/lがこれについて塩化物が著しく多い。山田温泉はCl 2440mg/lを示し含量多いが松代温泉とは泉質が著しく異なる。

(5) H₂Sの分布

H₂Sの分布を第5図に示した。熊の湯の205mg/lが最高値である。このほかH₂Sの多い温泉としては五色56.8mg/l、七味43.6mg/l、野沢48.5mg/l、アルプス山麓の湯俣67mg/l、白骨29.6mg/lをあげることができる。

(6) 硼酸(メタ)の分布

硼酸の分布を第6図に示した。松代温泉松代荘637mg/lが最高値であった。山田温泉199mg/l、五色135mg/lが大きい値である。山の内温泉群の温泉も比較的硼酸が多いが、一般に長野県中部の



第7図

温泉や西部すなわちアルプス山麓の温泉は硼酸含量が小さい。

(7) ヒ素の分布

ヒ素の分布を第7図に示した。ヒ素は山田温泉の1.62mg/lが最高値で山の内温泉群の温泉にも比較的多く含まれており角間温泉1.46, 湯田中4号1.22(mg/l)などが大きい値であった。一般にアルプス山麓の温泉や長野県中部の温泉にはAsは少ない。

(8) 成分相互の関係

山の内温泉群についてはClとHBO₂との間に正の相関が成立し同一熱水系に属することが明である。又ClとFとの間にも正の相関が成立するが噴騰泉のフッ素含量は概して小さい値を示している。このことはFがCaF₂としてCaCO₃と共沈するためのようである。

ClとBrとの関係を検すると松代温泉と山田温泉、山の内温泉群とではBr/Cl比が異なり且何れも海水のBr/Cl比とは明に異なる。松代地震により松代温泉から約3km離れた瀬閑、牧内に湧出した水は松代温泉と類似の系統の水であるがBr/Cl比は同一であったがHBO₂/Cl比は若干違うことが判明した。

(9) 上諏訪温泉

上諏訪温泉については地下深部から上昇する熱水に浅処で諏訪ガス田に伴う水が多量に混入しているものが相当あり、これらは主に諏訪湖に接近した地域に見られる。これら有機質に富む温泉を入浴に利用した場合どのような治療効果があるか今後の研究課題である。

諏訪湖周辺の中州村(現在は諏訪市に合併)は斑状菌で著名である。この地域の井戸水のフッ素の最高値はF6.75mg/lである。この地域は以前川の水を飲用水に利用していた由であるが赤痢病が流行した為、川水を飲むのを止めて深井戸の水に切替えた処この水を飲んで生長した子供は悉く強度の斑状菌に罹ったとされている。

(10) 次に特徴的水質を示す温泉をこゝに掲げる。

これらの温泉水の治療効果について医学方面から検討いただければ幸いである。

I) 山の内温泉湯田中4号(42・5・3測定)

温度℃	98.0	HBO ₂	92.7
pH	8.4	As	1.22
Cl	648	H ₂ S	1.6
SO ₄	211	Na	228
CO ₂	0	K	49
アルカリ度(meq/l)	1.07	Li	0.217

Ca	33.9	I	0.51
Mg	18.3	F	0.47 [⊗]
Fe	0.02	V	<0.001
Mn	0.11	Cr $\mu\text{g/l}$	0 [⊗]
Cu	0.002		⊗ : 39.6.11測定
Zn	0.028		単位 mg/l
Br	2.92		

この温泉は山の内温泉群を形成する熱水の代表的組成を表わしている。アルカリ性温泉でヒ素、硼酸を始め各種の塩類を含んでいる。

II) 熊の湯 (42. 5. 5 測定)

水温 $^{\circ}\text{C}$	46.2	Ca	224.4
pH	6.4	Mg	17.9
Cl	106	Fe	0.02
SO ₄	519	Mn	0.87
CO ₂	504	Cu	0.008
アルカリ度(meq/l)	9.80	Zn	0.032
HBO ₂	5.8	Br	0.405
As	0.015	I	0.23
H ₂ S	205	F	—
Na	153	V	0.0015
K	6.5		単位 mg/l
Li	0.015		

この温泉はH₂S 205 mg/lを示し著しく硫化水素に富んでいる。SO₄, Ca, CO₂なども多い。

III) 七味温泉 2号 (42. 5. 6 測定)

水温 $^{\circ}\text{C}$	61.0	Ca	125.0
pH	2.8	Mg	36.9
Cl	114	Fe	0.49
SO ₄	622	Mn	1.18
CO ₂	86	Cu	0.001
アルカリ度meq/l	0.00	Zn	0.064
HBO ₂	41	Br	0.10
As	0.064	I	0.003
H ₂ S	35.0	F	—
Na	108	V	0.0032
K	18.0		単位 mg/l
Li	0.005		

この温泉はpH2.8を示す酸性泉である。この温泉の硫化水素含量35.0 mg/lでかなり多い。また

SO₄, Caにも富んでいる。

IV) 山 田 温 泉 (42. 5. 5 測定)

温度℃	69.0	Ca	372
pH	6.5	Mg	35.4
Cl	2440	Fe	0.07
SO ₄	476	Mn	2.28
CO ₂	140	Cu	0.002
アルカリ度(meq/l)	3.30	Zn	0.034
HBO ₂	199	Br	12.2
As	1.62	I	1.0
H ₂ S	6.8	F	—
Na	1580	V	0.102
K	210		
Li	0.108		

単位 mg/l

この温泉はCl, Na, Kに富んでいるが, Ca, Mg, Br, Mn, HBO₂, Vなどにも比較的富んでいる。

V) 松代温泉加賀井No.2 (41. 12. 22測定)

水温℃	34.3	Ca	983
pH	6.4	Mg	141
Cl	4430	Fe	10.1
SO ₄	166	Mn	7.73
CO ₂	—	Cu	0.004
アルカリ度(meq/l)	30.15	Zn	0.028
HBO ₂	615	Br	7.42
As	0.67	I	0.5
H ₂ S	0	F	1.40 [⊗]
Na	2060	V	0.002
K	284		
Li	2.93		

⊗41. 9. 18測定
単位 mg/l

この温泉は著しく塩化ナトリウムに富んでいるがBr/Cl比は海水の値と全く異なる。HBO₂615 mg/lを示す外Ca, Mg, Fe, Mn等に富んでいる。アルカリ度30.15meq/lを示し著しく重碳酸塩にも富んでいる。

VI) 田 沢 2 号 (41. 12. 8 測定)

水温℃	39.6	CO ₂	0
pH	9.2	アルカリ度 meq/l	0.75
Cl	37	HBO ₂	0.5
SO ₄	29.6	As	0.002

H ₂ S	6.2	Cu	痕跡
Na	50	Zn	痕跡
K	0.73	Br	0.15
Li	0.029	I	0.007
Ca	3.5	F	—
Mg	0.7	V	0.063
Fe	0.00		単位 mg/l
Mn	0.081		

この温泉は温度が稍低いがpH9.2を示し強アルカリ性を示している。各種塩類の濃度は何れも小さい。H₂S 6.2mg/l含有し、バナジウムが稍多い点が注目される。

VII) 春日湯沢 (42. 6. 16測定)

水温℃	25.1	Ca	0.2
pH	9.2	Mg	0.0
Cl	4	Fe	0.13
SO ₄	1.4	Mn	0.018
CO ₂	0	Cu	0.000
アルカリ度(meq/l)	1.14	Zn	0.000
HBO ₂	0.0	Br	—
As	0.028	I	—
H ₂ S	0.0	F	—
Na	30	V	0.048
K	1.9		単位 mg/l
Li	0.008		

この温泉はpH9.2を示す強アルカリ性温泉であるが、化学成分含量は通常の地下水と大差ない。成因的には地下水が地下増温率に基づき地熱で温められて湧出した典型的地下水型温泉であると考えられる。

VIII) 入山辺霞山荘 (42. 5. 7 測定)

温度℃	14.1	Li	0.099
pH	6.1	Ca	516
Cl	73	Mg	106
SO ₄	725	Fe	11.9
CO ₂	1740	Mn	1.72
アルカリ度(meq/l)	25.00	Cu	0.000
HBO ₂	4.3	Zn	0.024
As	0.030	Br	0.216
H ₂ S	0.0	I	0.002
Na	162	F	—
K	14.5	V	0.002
			単位 mg/l

この鉱泉は冷泉であるが多量の炭酸ガスを伴って湧出しており、遊離炭酸の含量が著しく大きい。またCa, Mg, Feなどにも富み、アルカリ度が大きい。

IX) 上諏訪温泉

	第二精工舎	川口幹	丸十物産
測定年月日	33. 2. 14	33. 2. 14	33. 2. 14
水 温	94.5	59.5	43.0
pH	8.0	8.2	7.5
Ca	28	29	37
Mg	2	3	15
アルカリ度(meq/l)	0.88	6.53	10.54
Cl	326	236	114
SO ₄	200	32.6	0.2
H ₂ S	0.0	12.0	0.0
HBO ₂	20.4	12.6	0.1
F	2.60	1.41	0.56
Br	1.10	0.77	0.36
I	0.07	0.04	0.01
KMnO ₄ 消費量	1.6	81.2	74.0
Zn γ /l	6	8	17
As	0.52(宮入英治氏測定)	—	—

第二精工舎の湯は94.5℃を示し、上諏訪温泉を形成する熱水の代表的組成を示している。塩化物、硫酸塩、フッ化物などに比較的富んでいるが、硫化水素は含有されない。

川口幹氏の湯は水温59.5℃を示し、第二精工舎、七ツ釜と比較するとはるかに低く、塩化物、硫酸塩も少ない。一方硫化水素が12.0mg/lも含有されている。この温泉はKMnO₄消費量81.2mg/lを示し、著しく有機物に富んでいる。この場合の硫化水素は硫酸塩の還元によって生じたものと想像される。

丸十物産の湯は43.0℃を示し更に低温であるが、塩化物、硫酸塩は更に少く、有機質を表わすKMnO₄消費量が大きく、アルカリ度も大きい点が特色である。

尚下諏訪温泉を代表する且過湯は68.0℃を示すが上諏訪温泉と比較するとSO₄が多い点が特徴である。硫化水素は含有されない。

X) 下金子井水と諏訪湖の水

	下金子原氏井戸水	諏訪湖の水
測定年月日	33. 2. 12	33. 2. 13
気 温	4.0	— 0.7
水 温	21.0	2.5
pH	7.2	7.0
Ca	3	8
Mg	1	2
アルカリ度(meq/l)	1.32	0.58

下金子原氏井戸水		諏訪湖の水	
Cl	15		10.5
SO ₄	9.6		12.7
H ₂ S	0.0		—
HBO ₂	0.0		0.1
F	6.56		0.17
Br	0.04		0.023
KMnO ₄ 消費量	10.5		3.6

単位 mg/l

下金子原氏の井戸水は下金子地区のフッ素の多い地下水の代表的例である。F6.56 mg/lを示したが他の化学成分の含有量は通常の地下水と大差ない。過マンガン酸カリ消費量のみ大きい。この水に含まれるフッ素は熱水系のものではなく地中に埋没した有機物質に基因するようである。諏訪湖の水の化学組成を比較のためここに掲げた。

XI) 葛温泉 (仙入閣) (50. 9. 10測定)

水温℃	80.8	Na	141
pH	7.0	K	11
Cl	161	Ca	15.8
SO ₄	14	Mg	0.2
CO ₂	20	Fe	0.1
アルカリ度(meq/l)	1.2	Al	1.3
HBO ₂	4.4	Mn	0.07
As	0.11	Cr	0.01以下
H ₂ S	1.4	Hgμg/l	0.02
SiO ₂	121	⊗大町保健所測定, 昭26	
F	8.30 [⊗]	単位 mg/l	

この温泉は高温であるが大町保健所の測定によるとF8.30mg/lを示し著しく大きい点が注目される。

XII) 湯俣温泉 (50. 9. 11測定)

水温℃	86.9 [⊗]	F	3.50 ^{⊗⊗}
pH	6.6	Na	230
Cl	314	K	26
SO ₄	43	Ca	108.2
CO ₂	272	Mg	6.6
アルカリ度(meq/l)	8.4	Fe	0.2
HBO ₂	4.4	Al	13.3
As	0.01	Mn	1.85
H ₂ S	52.8	Cr	0.01以下
SiO ₂	171	Hgμg/l	0.02

⊗ 北安曇誌1巻 336頁

⊗⊗大町保健所測定(昭26) 単位 mg/l

この温泉は天然記念物に指定されている巨大な石灰丘で知られている。水温86.9℃を示し高温であるが、 H_2S 、Cl、Ca、Mnなどに富んでいる。
大町保健所の測定によればF3.50mg/lを示した。

XIII) 中房温泉 (50. 9. 12測定)

水温℃	89.0	Na	127
pH	9.0	K	15
Cl	96	Ca	1.6
SO ₄	39	Mg	0.0
CO ₂	0	Fe	0.1
アルカリ度(meq/l)	3.3	Al	2.9
HBO ₂	2.6	Mn	0.005以下
As	0.08	Cr	0.01以下
H ₂ S	7.6	Hgμg/l	0.02
SiO ₂	252		単位 mg/l

この温泉は89.0℃を示し高温であるがpH9.0で強アルカリ性を示すほかSiO₂の含量が多く多量の硅華が見られる。塩化物その他の化学成分の含量は概して少い。H₂Sは7.6mg/lを示した。

XIII) 中の湯 (50. 9. 12測定)

水温℃	95.0	Na	166
pH	8.2	K	18
Cl	164	Ca	27.3
SO ₄	22	Mg	2.7
CO ₂	0	Fe	0.1
アルカリ度(meq/l)	5.3	Al	0.1
HBO ₂	4.3	Mn	0.38
As	0.14	Cr	0.01以下
H ₂ S	3.0	Hgμg/l	0.00
SiO ₂	218		単位 mg/l

この温泉は極めて高温であるが梓川の川端の崖に湧出している。SiO₂ 218mg/lを示すが化学成分含量は概して少い。

文 献

- 1) 野口：本誌, 11 (1960) 1~11.
- 2) 野口：本誌, 18 (1967) 47~64.
- 3) 野口, 掛川, 村上, 後藤, 一国：本誌14 (1963) 14~25.
- 4) 野口, 上野, 西井戸：本誌, 20 (1969) 67~93.

- 5) 野口, 上野, 相川, 国友: 本誌, 21 (1970) 133~144.
- 6) 野口, 瀧沢, 福島, 皆川, 高橋, 須賀, 岩津: 日本病理学会々誌, 43 (昭29) 386~389.
- 7) 野口: 化学と工業, 20 (1967) 113~116.
- 8) 野口, 相川: 本誌, 23 (1972) 1~8.
- 9) 野口, 掛川: 本誌, 20 (1969) 94~99.
- 10) 南, 野口, 上野, 一国, 高橋, 綿拔, 稲垣, 千野: 上諏訪温泉調査報告書 (長野県諏訪市) 昭35, 頁9~53.

(XII) 泉温水中の成分 (20.9.12測定)

Na	89.0	水温度	21.0
K	0.0	pH	7.8
Ca	86	Cl	161
Mg	39	SO ₄	33
Fe	0	CO ₂	0
Al	3.3	アモロシ度(meq/l)	2.3
Mn	3.9	HBO ₃	4.3
Cr	0.08	As	0.14
Hg μ l	7.8	H ₂ S	3.0
単位 mg/l	292	SiO ₂	218

この温泉は89.0°Cを示し高温であるがpHが7.8で強アルカリ性を示す。SiO₂の含量が大きい。成分の組成は概ね以下の通りである。H₂Sは7.6mg/lを示した。

(XIII) 泉中の成分 (20.9.12測定)

Na	82.0	水温度	21.0
K	8.3	pH	7.8
Ca	161	Cl	161
Mg	33	SO ₄	33
Fe	0	CO ₂	0
Al	2.3	アモロシ度(meq/l)	2.3
Mn	4.3	HBO ₃	4.3
Cr	0.14	As	0.14
Hg μ l	3.0	H ₂ S	3.0
単位 mg/l	218	SiO ₂	218

この温泉は極めて高温であるが特出成分はほとんどなく、SiO₂ 218mg/lを示す。成分の組成は概ね以下の通りである。

補 文

- 1) 野口: 本誌, 11 (1960) 1~11.
- 2) 野口: 本誌, 18 (1967) 47~64.
- 3) 野口, 掛川, 綿抜, 稲垣, 千野: 本誌, 14 (1963) 14~22.
- 4) 野口, 上野, 西村: 本誌, 20 (1969) 97~99.