

## 群馬縣鑛泉の化学的研究 第3報

### 吾妻地方温泉群の地球化学

山縣登・武藤覚・山縣穎子・北爪良夫

(群馬大学工学部工業分析化学教室)

(31年9月18日受理)

筆者等が第1報<sup>1)</sup>に報告した分類によるⅣの榛名温泉群中に属する鳩の湯、薬師温泉等と、Ⅰの奥利根温泉群に属する川原湯、松の湯、川中湯について、1955年秋に現地へ行き、種々調査したのでその結果について報告する。これらは、いづれも榛名火山の基底に分布している中新統に属する第三紀層と信州の第三紀層の連結部を、碓氷峠において南北に走る断層線に沿って噴出した碓氷火山列の東側に湧出する温泉である<sup>2)</sup>。

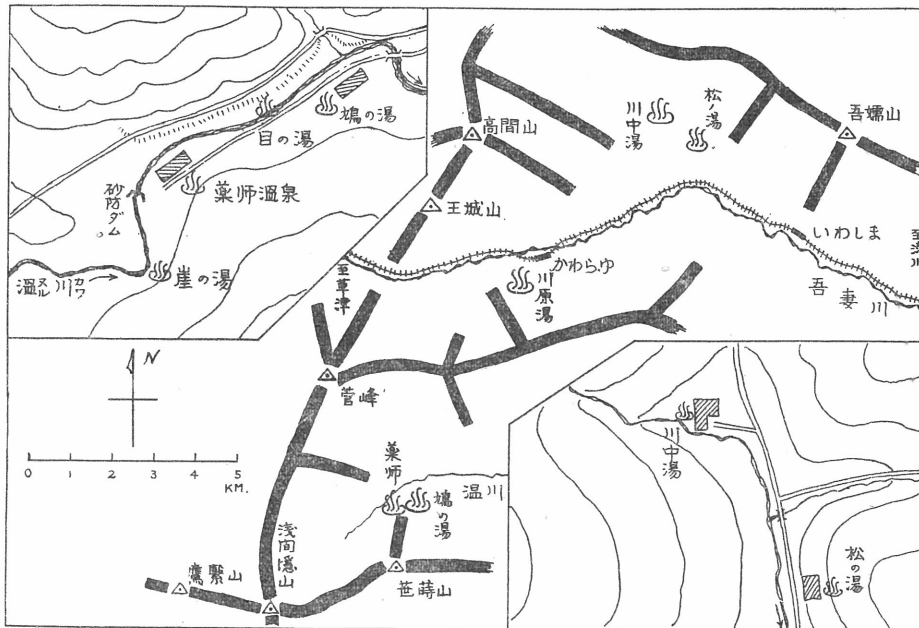
これらの中で、川原湯、松の湯、川中湯については、筆者の一人がその化学成分について稀アルカリ元素を主体として報告したが<sup>3)</sup>、今回はこれら同一の地質構造線に属する温泉相互の関係を、地球化学的に考究するのを目的とした。

#### 位置・地形

第1図に地形および位置の概略図を示したが、高間、玉城、菅峰、浅間隠の諸火山が前述の断層線に沿って噴出し、いづれもトロイデ型火山で、浅間、榛名の両火山より噴出時期も古く、その解析された東側にこれらの諸温泉が湧出している。

川中湯、松の湯はいづれも浴槽中に湧出し、泉温も低く、冬季は浴用に供せられない。第1報で No.30と No.31の両温泉であるが No.30は松谷温泉でなく松の湯温泉である。いづれも簡単な旅館が一軒づつあるのみで、試料は浴槽底の湧出口に試料瓶を沈め、空気置換で採取した。

第 1 図



川原湯は第1報に No.32と示したもので交通の便もよいので設備も整っているが、源泉は1つで旅館街の西端にコンクリートで囲み、溜った湯をパイプで配湯している。筆者等はこの源泉におい

て試料を採取した。

鳩の湯は裏榛名山の浅間山に近く、交通が不便な為古くより知られて居り乍ら余り利用されていない。第1報による No.54と No.55、No.56、No.57の4種は現存泉名のあるのは No.54のこの鳩の湯と No.57の薬師温泉だけで、木製の浴槽の底部から湧出しているものを川中湯と同じ要領で採取した。

目の湯は、<sup>ヌルカワ</sup>温川を距てて鳩の湯のやゝ上流の対島の川辺に湧出しているので、河川水で相当稀釈されているものと思われる。従つて泉温も低く、現今は殆んど利用されていない。

薬師温泉は、第1報の No.57に相当するものであつて、目の湯の上流約200mの地点に、温川の右岸を山腹に向つて20m位掘つた穴の中に湧出しており、これを川岸の旅館まで25m位引湯して用いている。試料は、浴槽に流れ込む直前の所で瓶の口に受け採取した。

崖の湯は、薬師温泉より温川沿いに尙150m位さかのぼつた右岸の屹立した崖壁から湧出しているものを仮称したもので、自然流失にまかせ利用はされていない。鉄分の多い粘土状のものが湧出口附近の壁に附着して黄褐色を呈する。

更に上流約300mの所にも湧出口があつたとの事であるが、砂防ダム工事の為土砂で湧出口は閉塞されていた。

## 分 析 結 果

分析方法は、水温、pH、イオン状珪素、イオン状燐、重炭酸（メチルオレンヂアルカリ度から換算）を現地で測定し、他の成分は、教室に持帰つた試料について、常法により分析を行つた。但し、ホウ素はSilvermanのクルクミンによる比色法<sup>4)</sup>を用いた。

第1表中には新鹿沢温泉が入つているが、これは浅間火山列に属するもので、川原湯の西方約20kmの位置にある。碓氷火山列のものと根本的に化学成分も異なるものの例として本表中に挙げた。

第1表 温泉組成成分分析表 (mg/l)

	鳩の湯	目の湯	薬 師	崖の湯	川原湯	松の湯	川中湯	新鹿沢
水温°C	41.8	18.5	43.8	36.2	71.2	31.0	34.2	—
pH	6.9	6.7	6.9	6.9	8.0	7.7	8.7	—
残 留 物	3284	916	3327	3439	1615	2219	1581	—
Na <sup>+</sup>	721	236	691	711	273	77	55	156
K <sup>+</sup>	19	11	17	20	7	11	12	27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0	2.4	1.0	0.8	7.0	3.6	9.0	31.
Ca <sup>++</sup>	426	133	418	425	254	475	291	44
Mg <sup>++</sup>	14	6	24	37	10	11	11	73
Si	42	16	48	64	9	28	13	89
イオン状 Si	18	16	19	—	—	9	8	—
Cl	1110	377	1186	1120	335	39	13	171
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	733	219	643	675	618	1580	909	2.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	292	112	267	—	56	27	112	735
イオン状 P	0.4	0.8	2.3	—	—	0.1	0.0	—
B	79.2	24.0	42.5	24.9	8.8	0.3	0.02	—

## 各成分についての考察

鳩の湯温泉群はいづれも比較的低温で、現在浴用に供しているものも恰度そのまま入浴に用いられている程度の泉温であり、河川水の混入した目の湯になると18.5°Cというように浴用にはそのまま用いられない。川原湯は最も泉温高く、71.2°Cを示すが、松の湯、川中湯は30°Cをわづかに超

えているにすぎない。

pHは川中湯が8.7で最も高く、川原湯、松の湯がこれについていづれも弱アルカリ性を示し、鳩の湯温泉群は6.9を示しほぼ中性である。従つて、これから鳩の湯温泉群と、川原湯、松の湯、川中湯は異なる系統のものであることが判明する。

蒸発残留物は鳩の湯温泉群に多く、崖の湯、薬師、鳩の湯、目の湯の順になつては、目の湯は河川水の混入が多いので、特殊の条件であることを、残留物についてのみならず、他の成分についても考慮に入れなければならない。従つて第1表のみにては、目の湯の残留物は前三者の約3分の1以下で、他の温泉に比べても最も低い値を示している。鳩の湯温泉群について松の湯、川原湯、川中湯の順に残留物は減少している。

ナトリウム、カリウムのアルカリ元素は、鳩の湯温泉群が最も多く、700mg/l程度含有され、川原湯温泉がこれにつぎ、松の湯、川中湯が最も少い。ただし、カリウムは、松の湯、川中湯が川原湯より若干多くなつてはいる。このアルカリ元素の含有量からみると、第1図のように3つの地域に分けられるこれらの温泉も、矢張り3つの群に分けることが至当であつて、南方のもの程アルカリ含有量が多くなつてはいる事實は、この南の方に磯部、八塩等の化石水に起因すると考えられる強食塩泉の存在と考え合わせて興味深い事實である。

鉄、アルミニウム等の水酸族元素の酸化物合計は、鳩の湯温泉群は少くして1mg/lであるが、他の温泉にはその数倍以上も含まれていて、矢張り地域的特性を表わしているものと考えられる。

カルシウムは川原湯が最も少く、川中湯がそれについて少いが、他の温泉はいづれもほぼ同じで400mg/lを超えている。マグネシウムも同じ傾向がみられる。

塩素は鳩の湯温泉群が多く、薬師、崖の湯、鳩の湯、目の湯の順になつて、ついで川原湯が多く、松の湯、川中湯は極めて少い。アルカリ元素の含有量と比較すると、鳩の湯温泉群は食塩の供給を多く受ける源泉に由来しているが、川中湯、松の湯はそれが極めて少く、川原湯はその中間であるという地域的特性が認められる。従つて、アルカリ元素の項で述べたように、南の方が北方の温泉に比べて、食塩の供給が多いという現象が極めて明瞭に見られる。

硫酸は、鳩の湯温泉群と川原湯が同程度であるのに対し、川中湯、松の湯は極めて多く、松の湯のごときは1.58g/lにおよんでいる。

その他、重炭酸、珪素、磷についても、上述のごとき地域的特性が大体においてあらわされている。

ホウ素についても、塩素と殆んど同じ結果が認められ、鳩の湯温泉群に甚しく多く、川中湯、松の湯は1mg/l以下で極めて少く、川原湯がその中間的な値をとつている。

### 成分比についての考察

$\text{Na}^+/\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$ 、 $\text{SO}_4^{--}/\text{Cl}^-$ 、 $\text{B}/\text{Cl}^-$ で表わされる重量比をそれぞれ第2表に示す。

$\text{Na}^+/\text{K}^+$ は鳩の湯温泉群に川原湯を加えた吾妻川南岸のもの、川中湯、松の湯の北岸のものと全く別の重量比を示すことから、これら2群の温泉の源泉または湧出過程が本質的に相異したものと

第2表 成分相互の重量比

	鳩の湯	目の湯	薬師	崖の湯	川原湯	松の湯	川中湯	新鹿沢
$\text{Na}^+/\text{K}^+$	37.95	21.45	40.65	35.55	39.00	7.00	4.58	5.78
$\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$	30.43	23.00	17.42	11.49	25.40	43.18	26.45	0.603
$\text{SO}_4^{--}/\text{Cl}^-$	0.696	0.581	0.542	0.603	1.841	40.51	69.92	0.016
$\text{B}/\text{Cl}^-$	0.071	0.063	0.036	0.022	0.026	0.008	0.002	0.003

であることを表わしている。

$\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$ は、最低は崖の湯の11.49、最高は松の湯の43.18で、地域的に見ると、松の湯、川中湯の平均値34.83が鳩の湯温泉群の平均値20.59より大であり、川原湯の25.40がその中間値で、地域的特性をよく表わしている。更に、鳩の湯温泉群でも東方から西方にかけて重量比が減少する。すなわち、鳩の湯が最高値を示し、崖の湯が11.49で最低値を示している。

$\text{SO}_4^{--}/\text{Cl}^-$ も $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$ と同様な事実が指摘されるが、重量比の値の地域的特性が $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$ より更に明瞭で、鳩の湯温泉群はいずれも1.0以下で、塩素が硫酸より遙かに多く含まれているのに対して、川原湯は硫酸の方が多く、従つて1.841という比の値を示し、松の湯、川中湯に至つては40.51、69.92という大なる値を示す。ナトリウム含有量も鳩の湯温泉群が桁外れに大きいところから、若し温泉の源泉が碓氷火山列の影響であり、碓氷火山列の温泉供給源が同一の化学組成より成ると仮定することが許されるならば、鳩の湯温泉群はその他に食塩を主成分とする地下水、あるいは化石水の供給を湧出過程において二次的に受けているということが断定できる。既に述べたように、吾妻川南岸はその基底に第三紀層を有し、古代海洋の影響を甚しく受けたと解せられる点があり<sup>5)</sup>、上記の仮定が無理な推論でないことを裏付けしている。

$\text{B}/\text{Cl}^-$ も $\text{SO}_4^{--}/\text{Cl}^-$ と同様であるが、重量比の値は逆に鳩の湯温泉群が最も大きく、0.071~0.022で、川原湯は0.026、松の湯、川中湯は0.008~0.002という低い値を示している。従つて、一層今までの地域的特性を裏付けすると共に、南の方のもの程ホウ素が多い事実は、化石水に由来すると考えられている磯部鉱泉に、食塩と共にホウ素が多く含まれている事実とよく一致している。更に、鳩の湯温泉群については、東方すなわち標高も低い鳩の湯が0.071という高い値を示し、目の湯、薬師、崖の湯の順になつていて、最も標高の高い崖の湯が0.022と低い値になつている。これも前述の化石水の二次的供給があるとする推論の一証であろう。

## 摘 要

碓氷火山列に属する群馬県吾妻郡地方の、川中湯松の湯、川原湯、鳩の湯温泉群について、その分析値を示すと共に、地球化学的考察を試みた。

これらの温泉の源泉が同一火山列に属している故、同一の岩漿に由来すると仮定すると、鳩の湯温泉群はその他に食塩とホウ素の供給を受けており、これは化石水の影響であつて、北方の温泉になる程その影響を受ける程度は小さくなつている。

鳩の湯温泉群のみについても、標高の低い東側のものは、化石水の影響を最も大きく受けるとみなされ、標高の高い西側のもの程、食塩やホウ素含有量が少なくなつている。

化学成分から判別すると、鳩の湯温泉群はホウ酸および石膏含有食塩泉に属し、川原湯は石膏含有弱食塩泉、川中湯、松の湯は石膏含有単純泉に属する。

本報は第9回日本温泉科学会において講演したものであり、文部省科学研究費にその経費を仰いだものであることを附記する。

## 文 献

- 1.) 山県、武藤、北爪、他7名、本誌6,40 (1955)
- 2.) 岩崎、震災予防調査会報告 No.11.
- 3.) 山県、日化 72, 157 (1951)
- 4.) L.Silverman, K.Trego, Anal.Chem. 25, 1264 (1953)
- 5.) 八木、"浅間火山" 信濃教育会 32pp. (1931)

## Chemical Studies on the Mineral Springs in the Gunma Prefecture.

### III. Geochemical Studies of Thermal Springs at Agatsuma Region.

Noboru YAMAGATA, Satoru MUTO, Toshiko YAMAGATA, and Yoshio KITAZUME.

The thermal springs at Agatsuma region, Gunmas prefecture, named Kawanakayu, Matsunoyu, Kawarayu, Hatonoyu, and Yakushi springs were studied geochemically. The chemical compositions were shown and the geochemical discussions were explained.

As the origin of the springs were considered to belongs to the same volcanic chain, it is easy to suppose that the waters of the same origin were supplied from there. Then the chemical composition of Hatonoyu spring group is considered to consist of the primary supply from the volcanic source and the secondary supply from other source. The later source is rich in sodium chloride and boron and is like as petrified water.

Although on the Hatonoyu spring group, the eastern springs affected more by the petrified water than the western one which placed on the higher region. And the eastern springs contain much sodium chloride and boron.

The Hatonoyu spring group belongs to the common salt spring, Kawarayu to the weak common salt spring, and Kawanakayu and Matsunoyu to the simple spring according to their chemical composition.

Kiriu College of Technology  
Gunma University