

群馬縣鑛泉の化學的研究

第2報 アルカリ性食塩泉の加熱による變化

山県 登・武藤 覚・山県 穎子・北爪 良男

(群馬大学工学部分析化学教室)

(30年5月16日受理)

1. 縣内における分布

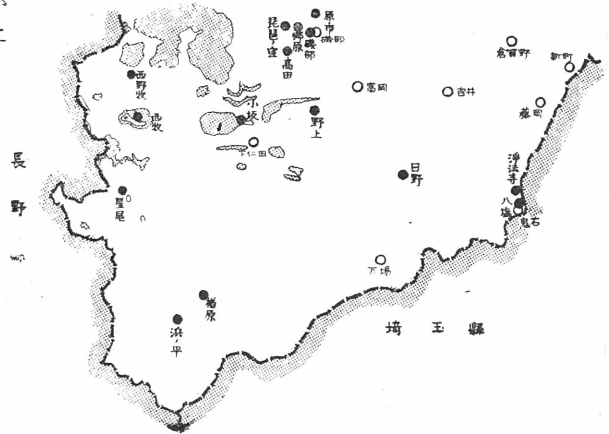
筆者等が既に第一報¹⁾で指摘したように、群馬縣の南西部、地質的には推積岩類および変成岩類に属する富岡層群(中下部中新統)、御坂層(中新統)、三波川結晶片岩類および御荷鉾綠色岩類、古白堊紀層、秩父古生層(石炭一二疊系)の地域には、磯部、八塩および檜原等の食塩泉を湧出する。それらの分布図および地質図を第1図に示す。

これらの中で磯部鑛泉については、その他球化學的研究を既に筆者の一人が発表し^{2) 3)}、八塩鑛泉については、その塩分含有量等を発表しているが⁴⁾、これら縣の南西部冷泉群の化學成分を第1表に示す。

第1表によつて判明することは、これらアルカリ性食塩泉の成分相互間の比率は大体において一定であるので、泉源は同一のものか大体似たものであろうということである。従つて、西野牧、郷原、磯部、西牧、高田、琵琶の窟および八塩鑛泉のように蒸発残留物の比較的に多い鑛泉は、その泉源の化學成分を略々純粋に保持したものであり、他の鑛泉は地下水等の混入があるものと想像される。然し、硫酸の含有量は最も差異が大きく、特に星尾、西牧および八塩の諸鑛泉に多量含

第1図 群馬縣南西部の冷泉分布

(註) 灰色地は火成岩類、白地は推積岩類及び変成岩類を示す。



第1表 アルカリ性食塩泉成分表 (g/l)

泉名	檜原	星尾	西野牧	小坂	郷原	磯部	西牧	野上	高田	琵琶の窟	八塩
PH	—	—	—	—	7.4	7.6	6.5	8.2	—	7.4	7.6
蒸発残留物	5.22	1.55	11.82	8.50	21.13	26.27	14.22	3.10	11.10	27.81	21.72
Na	1.62	0.31	4.20	2.81	8.22	9.66	3.79	0.87	4.29	10.63	8.13
K	0.077	0.022	0.15	0.18	0.043	0.200	0.25	0.027	0.080	0.13	0.15
NH ₄	0.003	0.0003	0.009	0.002	0.01	0.008	0.002	—	0.002	0.026	0.030
Fe	0.0011	0.0007	0.0061	0.0028	trace	0.0006	0.0002	0.002	—	0.0007	0.0003
Al	trace	—	0.014	—	0.0004	0.0011	0.015	0.0012	—	0.0025	0.061
Ca	0.25	0.21	0.17	0.29	0.070	0.35	0.99	0.18	0.034	0.070	0.30
Mg	0.071	0.027	0.049	0.060	0.032	0.075	0.13	0.013	0.012	0.037	0.103
NO ₃	0.0057	—	trace	—	trace	0.0025	—	—	—	—	—
Cl	2.51	0.44	5.16	4.26	8.90	11.94	5.87	1.45	6.15	11.54	9.34
Br	0.0009	—	0.008	—	0.003	0.005	0.003	—	0.012	0.026	0.019
I	0.0015	—	0.010	0.005	0.041	0.006	0.006	—	0.019	0.042	0.052
SO ₄	0.003	0.106	0.004	0.019	0.018	0.094	1.402	0.012	0.002	0.007	1.564
HCO ₃	1.23	0.74	3.38	1.55	6.86	6.76	2.33	0.57	1.07	9.00	5.33
遊離CO ₂	0.50	0.23	0.44	1.28	0.49	1.27	1.10	0.21	0.06	1.03	1.02
HBO ₂	0.17	0.021	0.15	0.14	0.15	0.28	0.47	0.04	0.02	0.32	0.39
H ₂ SiO ₃	0.058	0.023	0.040	0.054	0.054	0.029	0.132	0.028	0.010	0.039	0.034

まれ、地質との関係があるものと推測される。従つて、これら鉱泉の主成分としては、アルカリ元素とハロゲン元素が多く、炭酸塩を含むことがその共通の特色とみられる。また、メタ磷酸の含有量も他の温泉や冷泉に比べて多い。

筆者等はこれら冷泉の中で磯部鉱泉および八塩鉱泉を選び、その加熱による成分変化を研究した。

2 八塩鉱泉について

群馬縣多野郡鬼石町淨法寺の八塩川の沿岸一帯にアルカリ性食塩泉の湧出を見ることは、筆者等が既に報告したが、その中の鉱泉旅館であるS館の源泉および風呂場の湯の化学成分を第2表に示す。S館の源泉は地表を約5m掘下げ、湧出した鉱泉水を一旦コンクリート製のタンクに貯蔵し、鉄パイプで約40m引いてある。それを加熱して浴用に供しているものである。

第2表 八塩鉱泉の加熱変化 (g/l)

	源泉	風呂場
気温°C	29.6	29.3
水温°C	19.3	38.8
PH	6.7	7.1
RPH	7.9	7.6
蒸発残留物	20.84	9.04 (43)
Na	6.13	3.30 (54)
K	0.17	0.15 (88)
Fe	0.012	0.012 (100)
Al	0.002	0.003 (150)
Ca	0.61	0.25 (41)
Mg	0.60	0.11 (19)
Cl	9.25	4.09 (44)
SO ₄	1.39	0.45 (32)
H ₂ SiO ₃	0.030	0.010 (33)
HCO ₃	4.05	1.89 (47)

第2表において、()の中の数字は、源泉における各成分を夫々100とした場合の、風呂場における各成分含有量である。従つて、今かりに塩素を基準とすると、44以下になる成分は浴用に供するまでに減少した成分になる。その顕著なものはCa, Mg, SO₄およびH₂SiO₃で、逆にNa, K, Fe, AlおよびHCO₃は増加の傾向にある。

蒸発残留物が100:43であり、かつ、主成分であるNa, K, Fe, AlおよびHCO₃もほぼそれに近い値を示しているので風呂場の水は源泉水の約2倍稀釈されていることになり、若しそういうことが実際面であるとすれば、この八塩鉱泉に限らず、鉱泉一般の医効用を論ずる場合は源泉の化学成分を基礎とすると反つて論據がらうすいということになる。従つて、現在厚生省衛生検査指針に指定されているように浴槽内の水について分析を行い、医療効果を指定した方がよい。

上述の減少がみられる成分は加熱処理途中における沈澱がその主な原因であるとみられ、増加の傾向があるものゝ中でNa, K等は入浴により人体等から供給されるとみられ、Fe等は送水パイプが鉄であるのに起因しているものと考えられる。然し、HCO₃が反つて若干増加しているのは注目すべきで、一般にこの種の水では加熱により



の反応が起つて、HCO₃は減少するのが常態となつている。それが反つて増加の傾向にあるのは、水の稀釈と、入浴による攪拌等のため、上記の反応が左へ若干移行するものではなからうか。

3 磯部鉱泉について

第1表に示された如く、磯部鉱泉は八塩鉱泉と以た泉質を有するが、SO₄について見ると、八塩鉱泉の方が遙かに大きい値を示している。また、蒸発残留物も磯部鉱泉の方が若干多く、従つて、主成分である食塩も重炭酸も磯部鉱泉に多い。

この鉱泉水を蒸発濃縮していくと、初めは表面に石膏または炭酸カルシウムを主成分とすると思われる沈澱が浮遊して来ると共に、淡黄色の鉄を含む沈澱が懸沈して来る。

更に濃縮を続けると、白色結晶状の沈澱を生ずるに到る。筆者等は各濃縮段階における析出塩を順次掬い取り、析出塩の組成を分析して第3表の結果を得た。

析出塩の最も多量なのは濃縮率0.029のところ、こゝにおける析出塩は食塩を主成分とするものであることが判明する。一方、炭酸ソーダはその前後において多量に析出し、特にその前期における析出量が最も大であつて、ついで、最後の残留物中に多く含まれている。従つて、ナトリウムの含有量もこれと比例的關係を有し、濃縮率0.029のところ最も多く、ついで0.057, 0.006, 残留物の順になつている。それに比べると、0.47および0.14のものには含有量が極めて少い。カリウムは残留物に濃縮されていて、その2.8%を占める。

鉄、カルシウムおよびマグネシウムは、前期において殆んど完全に沈澱してしまふ。特にカルシウムは鉄の沈澱(恐らくFe(OH)₃・nH₂Oの組成を有すると思われる)に先立ち、CaCO₃あるいはCaSO₄として沈澱してしま

第3表 析 出 塩 の 組 成

濃 縮 率	1(原水)	0.47	0.14	0.057	0.029	0.006	残留物
外 観	—	白色結晶 黄色膠状	黄色膠状	白色結晶	白色結晶	白色結晶	白色結晶
PH	8.0	9.2	9.3	9.4	9.5	9.8	—
沈 澱 物 総 量 (g)	29.42 (g/l)	4.6	0.8	39.6	80.3	58.0	36.0
%	Na	—	5.1	16.5	37.7	39.1	35.2
	K	—	0.1	0.5	0.5	0.3	0.8
	Fe	—	0.6	1.6	0.1	0.0 ₀	0.0 ₀
	Ca	—	30.9	3.2	0.0 ₄	0.0 ₀	0.0 ₀
	Mg	—	10.2	8.9	0.1	0.0 ₀	0.0 ₀
	Cl	13.54 (g/l)	1.7	—	21.8	57.2	51.8
	HCO ₃	7.99 (g/l)	—	—	7.9	0.0	0.0
	CO ₃	0.00 (g/l)	0.6	—	33.6	4.8	6.4
	B	—	0.0 ₂	0.2	0.0 ₄	0.0 ₅	0.1
	Si	—	0.1	0.2	0.0 ₅	0.0 ₀	0.0 ₀

うが、普通の鉱泉におけるこれら化合物の行動と逆で興味深い。マグネシウムも殆んどカルシウムと同じ行動をとるものと思われる。

硼素は後期に濃縮されているが一部は濃縮率0.14の所で沈澱する。これは、鉄の水酸化物に共沈するものである⁵⁾。太秦氏等⁶⁾はこれと殆んど泉質の同じ豊富温泉について加熱濃縮の研究を行い、その工業的利用価値を判定されているが、筆者等の行つたこの実験で析出塩の組成を图示すれば第2図が得られる。

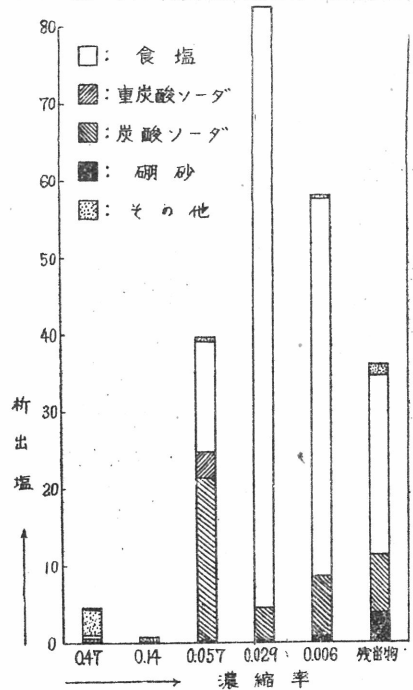
第2図には上述の結果がよくあらわれている。なお、沃素、臭素も後期の析出塩に濃縮される傾向があるが、本研究ではそれに到らなかつた。

(最後に本研究は温泉科学々会第7回大会で講演したものであることを附記する。

文 献

- 1) 山縣 他9名：温科. 6, 40 (1955)
- 2) 武藤 覚：日化. 73, 108 (1952)
- 3) 武藤 覚：日化. 73, 110 (1952)
- 4) 山縣 登, 武藤 覚：温科. 5, 60 (1954)
- 5) Gmelin, "Handbuch der Anorganischen Chemie", 8 Auf, 13, 53 (1926)
- 6) 太秦, 西村, 豊福：石油技術協会誌17, 374 (1952)

第2図 析出塩分量とその組成



Chemical Studies on the Mineral Springs in the Cinnna Prefecture.

II. The Alteration of Chemical Composition of Alkaline
Common Salt Springs by Heating.Noboru YAMAGATA, Satoru MUTO, Toshiko YAMAGATA,
Yoshio KITAZUME.

The chemical contents of the alkaline common salt springs in the south-western district of the prefecture were compared, and the difference of Ca and SO_4 contents of them were discussed.

On the Yashio Mineral Springs, the waters of the original spring and of the bath-room were compared. The contents of Ca, Mg, SO_4 , etc. were decreased by heating and K, Fe, Al, etc. were increased. So it is very important that the physiological effects of the mineral and thermal springs to the human lives must be considered on the water of bath-room rather than the original water.

On the Isobe Mineral Springs, the deposits of the water by condensation were analyzed. At first, Ca is deposited and Fe becomes the next. The main compositions of the water such as NaCl and Na_2CO_3 begin to deposit when the water is evaporated almost to 1/15.

Boron, iodine, bromine, etc. are condensed in the later part of the evaporated water.

