

# 長野県姫川流域の諸温泉の研究

阿部修治\*, 酒井均\*\*, 飯島南海夫\*\*\*

(昭和53年7月17日受理)

Studies of the Hot Springs in the Catchment Area of HIMEKAWA  
River of the Northwest of Nagano Pref. of Central Japan

Shuhji ABE\*, Hitoshi SAKAI\*\*, Namio IJIMA\*\*\*

\*Department of Industrial Chemistry, Faculty of Technology, Tokyo University of Agriculture and Technology

\*\*Institute of Balneology, Okayama University

\*\*\*Geological Laboratory, Faculty of Education, Shinshu University

## Abstract

There are many hot and mineral springs in the catchment area of HIMEKAWA river which flows from the AOKIKO-lake to the Japan Sea. We studied geological structures, chemical composition of 21 mineral waters and the eruped gases with 3 springs. We studied also the isotope composition of the waters of 9 springs in this area.

Conclusions from the results are as follows:

- (1) The left side area of this river is covered by so-called old rocks (Paleozoic crystallin schist, Mesozoic serpentinite and granite and igneous rocks) and the right side area is mainly covered by the rocks of the Trisassic age. This river flows along the west edge of the Fossa Magna. 9 springs of 23 ones flow out near along the HIMEKAWA river.
- (2) The main cation is generally  $\text{Na}^+$ , but Jyoyama, Shiojima, Tsuboyama, Miyanoshita of southern area is  $\text{Mg}^{2+}$ -type.
- (3) The main anion is  $\text{HCO}_3^-$  and  $\text{Cl}^-$ , but the springs are divided into two groups;  $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$  type (Buno and Gamahara) and  $\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$ -type (the others)
- (4) Buno spring contains much Li (13mg/l) and much metaboric acid (396mg/l) and indicates oxygen-shift of water. These characters of this spring are now yet under investigations.
- (5) The composition of eruped gas with hot springs change from south to north; Joyama:  $\text{CH}_4 > \text{N}_2 > \text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , Kudarise:  $\text{N}_2 > \text{O}_2 > \text{CO}_2$  and Oki:  $\text{CO}_2 > \text{O}_2 > \text{CH}_4 > \text{N}_2$ .
- (6) The high temperature springs distribute in the northern area, and it is concluded that the residual magmatic activities of the northern part are yet now strong than that of the southern.

## 1. ま え が き

姫川は、Fossa magna 北部の西縁を画する糸魚川・静岡構造線に沿い、青木湖付近から糸魚川へ北流しているが、その流域には、多数の温・鉱泉及び同微候地点がある。この地域の地質などについては、1956年に、工業技術院地質調査所の総合調査報告書(1)などが公表されているが、特

\* 東京農工大学工学部工業化学科 東京都小金井市中町2丁目

\*\* 岡山大学温泉研究所 鳥取県東伯郡三朝町山田

\*\*\* 信州大学教育学部地学教室 長野県長野市西長野

に温・鉱泉については、なお研究に空白が見られる。

著者らは、1970年頃から、本地域の地質学、次いで地球化学的研究に着手したが、本稿では主に、(1)主要源泉の地質との関係、(2)泉水の主要溶存成分の分析結果、(3)温泉泡出ガス組成の分析結果ならびに(4)泉水の水の安定同位体組成について述べ、本流域諸温泉の二三の特徴を指摘する。

## 2. 温泉と地質

本地域には未利用の温泉・鉱泉が非常に多い。本稿でとりあげないものでも、主なものの所在を矢印で図1に示した。

本地域の温泉・鉱泉と地質区との関係を示すと次の如くである。

### 2. 1. 古期岩層地域に分布する温泉

姫川断層の西側の山地は、主として古生層・結晶片岩・中生層・蛇紋岩・花崗岩、中生代火山岩などの古期岩層から成っている。

この地域には、蒲原(L)・島(K)・来馬(J)の諸温泉が分布する。蒲原温泉は姫川の川底から湧出している。1970年当時は、500 m間に約10個所の湧出口があり、このうち2個所を蒲原温泉と姫川温泉(引湯)で利用していた。

これらの温泉は古生層の粘板岩ないし蛇紋岩に汚染された粘板岩から湧出するものであろう。しかし、この粘板岩体に珪質流紋岩の岩脈がみとめられた。いわゆる石坂流紋岩の活動と関係ある温泉の可能性がある。

島温泉(K)は来馬層(中生層)の頁岩層に掘った横穴から引湯している。この付近は蛇紋岩が分布している。

来馬温泉(J)は、土沢の河床にボーリングした温泉で自噴している。来馬層の頁岩層から湧出するといわれるが、この付近には火成岩体は分布しない。

### 2. 2. 小隆起帯に分布する温泉・鉱泉

姫川断層の東側の地域をフォッサ・マグナ北部と称する。この新第三紀層を平林(3)は次の地域区に分けている。すなわち、北部から南部へ、小谷隆起帯・中土破碎帯・中土沈降部・中土背斜部である。

小谷隆起帯は第三紀中新世中期の変動を契機として上昇区に転じた地域で、この変動期には、大渚山・雨飾山を構成する角閃石ひん岩類の貫入がみられ、緑色火山岩地域は背斜構造を形成し、ともに隆起帯となった。

小谷隆起帯に属する温泉・鉱泉は、小谷温泉(H)、全熱湯(I)、梶山元湯(M)、全新湯(N)、戸土(O)、雨飾山荘(Q)の諸泉である。

小谷熱湯温泉では中新統の泥岩層に角閃石ひん岩が貫入し、ほぼN60°E方向にのびる岩脈を認めた。小谷温泉(元湯、新湯)もまたひん岩の貫入による温泉であろう。

梶山元湯は、直接には流紋岩のN80°W方向の節理にそった約30cmの横穴の最奥の下底から湧出している。しかし、この付近には、ひん岩の小岩体も分布している。

梶山新湯と戸土鉱泉は、雨飾山のひん岩と同質岩から湧出している。

### 2. 3. 中土破碎帯に分布する鉱泉

小谷隆起帯と中土沈降部の界部を中土破碎帯と称するが、中谷川流域の地回り地帯である。ここにも無名の鉱泉が分布している。

沖鉱泉(G)は姫川断層に接した所から湧出するが、中新統の玄武岩・流紋岩に関係ある鉱泉であらう。その他、ほど沢鉱泉、千沢鉱泉、ぬけ沢鉱泉、押立沢橋下温泉(200m試掘、34°C)

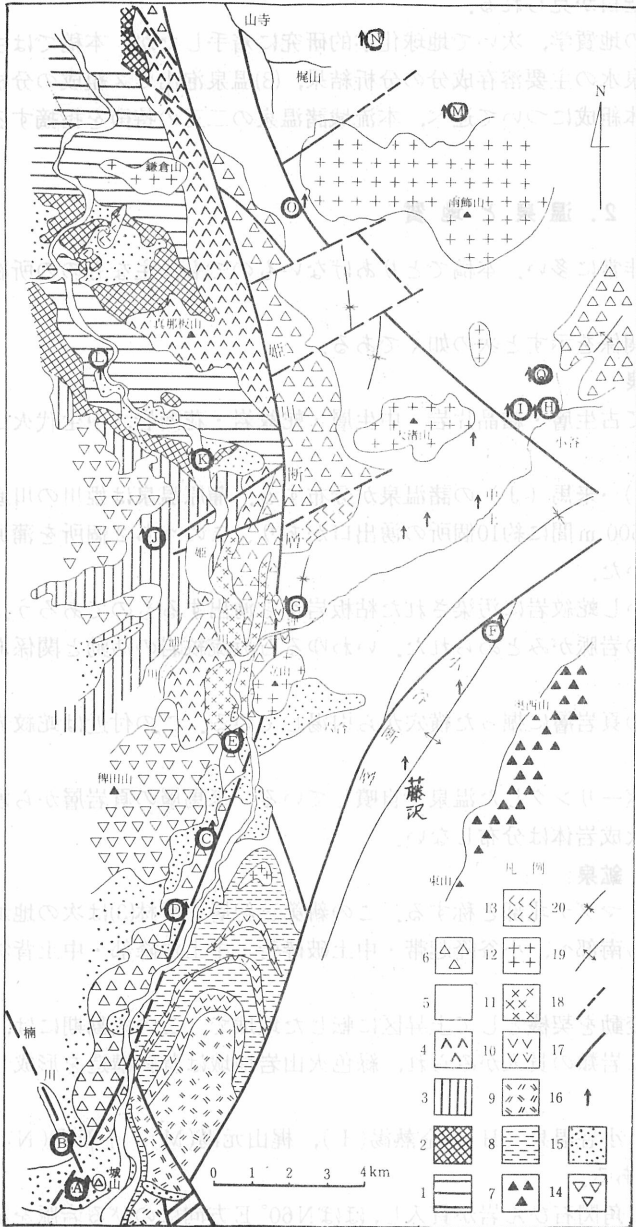


図1の註

\*; 1976, 杉山ほか原図(2)に一部加筆

- 凡例：1. 古生層（砂岩，粘板岩，チャート）  
 2. 超塩基性岩（蛇紋岩，かんらん岩）  
 3. 中生層（米馬層）  
 4. 流紋岩，溶結凝灰岩（白堊紀）  
 5. 泥岩，砂岩，礫岩（中新統）  
 6. 安山岩質凝灰角礫岩（中新統）  
 7. 集塊岩（中新統）  
 8. 泥岩，砂岩，礫岩（鮮新統）  
 9. 安山岩質凝灰角礫岩（鮮新統）  
 10. 溶結凝灰岩（鮮新統）  
 11. 玄武岩（第三紀）  
 12. ひん岩（第三紀）  
 13. 流紋岩（第三紀）  
 14. 安山岩（第四紀）  
 15. 洪積層，沖積層  
 16. 温泉，鉱泉  
 17. 断層  
 18. 推定断層  
 19. 背斜軸  
 20. 向斜軸

図1 姫川流域の地質図\*

は中新統の泥岩層から湧出している。ほど沢鉱泉，押立沢橋下温泉は，可燃性ガスを伴う。これらの鉱泉・温泉は大渚山のひん岩に関係するものであろう。

2. 4. 中土背斜部に分布する温泉・鉱泉

いずれも，いわゆる奉納背斜軸部に貫入したひん岩体から湧出している。

奉納温泉（F）は中新統の泥岩層に貫入したN60°E方向のひん岩の岩脈から湧出している。この外，藤沢では600 m間に6個所の鉱泉があり，中の沢では1鉱泉がある。

2. 5. 姫川断層に沿う温泉・鉱泉。

姫川断層に沿って分布する温泉・鉱泉は、第三紀層から湧出し、一般的には中新統の火山岩に関係する温泉・鉱泉であろう。

城山鉱泉(A)は川原にボーリングしたもので、河床礫層から可燃性ガスと共に湧出する。城山鉱泉の第三紀層の基盤は、おそらく花崗岩の可能性が甚大である。

塩島鉱泉(B)は、楠川橋下の河床からCO<sub>2</sub>と共に20mにわたり湧出している。中新統の火山岩に関係ある鉱泉であらう。

なお、城山(A)と塩島(B)の各鉱泉は姫川断層と楠川断層(4)の交叉点にある。

## 2. 6. 南谷地

なお、南谷地(P)は、城山からさらに、南方7kmの地点で、110mのボーリングを行い、泉水及び可燃性ガスが湧出したが、現在は湧出していない。同泉の図2, 3, 5, 及び表2の表示は文献(1)による。

## 3. 温泉水の化学成分

### 3. 1. 試料

試料水は、21箇所て採取し、中ふた付白色ポリエチレンびんを満して持ち帰った。なお、'74年調査時には、全鉄を定量するため、250ml試料水に2N塩酸10mlを加え酸性固定を現地で行ったのが9試料である。

泡出ガスは、3箇所て、小型ロート、黒ゴム管、約200mlのガラスびんで水上置換て採取し、肉の薄く、かつ、びん口を蔽える型のゴム栓をして、研究室に持参した。

### 3. 2. 分析法

- 気温及び泉温(現地)；標準温度計及び溜点温度計により測定した。
  - pHとRPH(現地)；比色法により測定
  - 電導度(現地)；東亜電波製、CM-3C型を用いた。
  - 蒸発残量；試水100~200mlを、5A濾紙で濾過後、白金皿で蒸発乾固し、110°C~120°Cで恒量として秤量とした。
  - Na<sup>+</sup>とK<sup>+</sup>；'72採取試水では炎光分析、'74採取試水では原子吸光法を用いた<sup>1)</sup>
  - Li<sup>+</sup>；原子吸光法
  - Ca<sup>2+</sup>；EDTA滴定(EBT指示薬)で求めた(Ca+Mg)量から、原子吸光法で求めたMg量を差引いて求めた。
  - Mg<sup>2+</sup>；原子吸光法
  - Sr<sup>2+</sup>；全上
- 原子吸光装置は、日立製208型である。
- Cl<sup>-</sup>；硝酸銀滴定法(Mohr法)
  - F<sup>-</sup>；オリオン社製フッ素イオン電極による電位差法(pH=5.2；酢酸・酢酸ナトリウム使用、NaFを標準物質とする検量線法)
  - Br<sup>-</sup>；過マンガン酸カリウムで酸化後、四塩化炭素抽出、(Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-KI-Hg(SCN))、硝酸及びジフェニルカルバゾンを加えて吸光分析(5)。
  - I<sup>-</sup>；Br<sup>-</sup>の吸光分析法記載の文献(5)による。
  - SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>；硫酸バリウム重量法
  - HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>；M.O.を指示薬とする $\frac{1}{10}$ NHCl滴定

文註 1) 炎光分析法と原子吸光法とによる同一試水の分析値の比較は行わなかった。

- $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ; モリブデン酸アンモニウム法による比色定量.
- $\text{NH}_4^+$ ; ネスラー法比色定量
- $\text{HBO}_2$ ; マンニット法による滴定
- 全Fe; オルトフェナントロリン比色法
- $\Sigma\text{CO}_2$ ; 硫酸酸性とし、発生する二酸化炭素を窒素気流でアルカリ性塩化バリウム溶液に導入し、炭酸バリウム沈殿を濾過後、濾液中の残余  $\text{Ba}^{2+}$  をEDTA 滴定(6).  
分析用試水は、いずれも、あらかじめ濾紙5 Aで濾過したものをを用いた.
- ガス分析; 仁丹テルモ社製気体試料用マイクロシリンド、試料びんのゴムキャップを通して、内容気体を5 mlを採取し、ガスクロマトグラフにより、メタン、二酸化炭素、酸素、窒素の定量分析を行った(7).

実験条件は

大倉理化製、1900型ガスクロマトグラフ中間セル方式: 第1カラム: シリカゲル,  $\phi$  4 mm, 長さ90cm, 第2カラム: モレキュラーシーブ-13X,  $\phi$  4 mm, 120 cm, 温度, 室温, キャリヤーガス: ヘリウム,

また、アテニューエーターを最高値に設定して分析を行ったが、上記各成分以外は水素を含め検出されなかった. フィラメント電流; 100mA.

### 3. 3. 分析結果

温泉水の化学分析結果を表1に、泡出ガスの分析結果を表2に示した. なお、戸土においても、炭酸ガスと考えられるガスの泡出が認められたが、微量のため採取ができず分析を断念した. これは坪山も同様であった.

#### (1) PH, 泉温, 蒸発残量

この地域の源泉は、中性をはさんで弱酸性から弱アルカリ性で、小谷諸温泉が、ややアルカリ性が強い.

図2に示した泉温と蒸発残量との関係からみると、低温で蒸発残量が多いグループと、小谷、蒲原、梶山などの様に、高温で蒸発残量が比較的少ないグループとに二大別される. 前者には、姫川断層上の諸泉と、奉納及び戸土の諸泉が属する.

#### (2) 陰イオン

図3に示した主要陰イオン当量比図からみると、この地域の諸泉は、雨飾山荘源泉を除くと、共通して  $\text{SO}_4^{2-}$  が少く、 $\text{Cl}^-$  と  $\text{HCO}_3^-$  が多い. さらに、その中で、 $\text{Cl}^-$  が比較的多い奉納、蒲原と、 $\text{HCO}_3^-$  が主であるその他の諸泉とに二大別される.

#### (3) 陽イオン

図4をみると、陽イオンでは、南部のA城山からB塩島、D宮の下、C坪山の順序に、 $\text{Ca}^{2+}$  の割合に次いで  $\text{Mg}^{2+}$  の割合が減って、 $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$  頂点に近づき、下里瀬以北の諸泉の陽イオンは、ほとんどがアルカリ金属イオンで占められている.

#### (4) 塩素イオンとヒドロ炭酸イオンとの関係

図5に示した  $\text{Cl}^-$  と  $\text{HCO}_3^-$  の当量関係のプロットをみると、(2)で述べた二つのグループ別がさらに明瞭である. 野口(8)は、長野県東部と東北部の諸温泉を、両成分(野口は、alkalinityと記しているが、これを実質的に  $\text{HCO}_3^-$  量とみなした)の量比から、I, II, IIIの3群に分類しているが、姫川地区にはそのIとIIが存在する. 蒲原と奉納がII型であるが、前者は古期岩層に湧出し、後者は第三紀層のひん岩帯にあるので、この類似性の理解は困難である.

沖(G)は特に  $\text{HCO}_3^-$  が多いが、これは地中に埋められた木枠の底から泡出し、湧水量が比較的少いため、二酸化炭素について過飽和状態となっているためとも考えられる.

◎ 木 泉 蒸 気 表

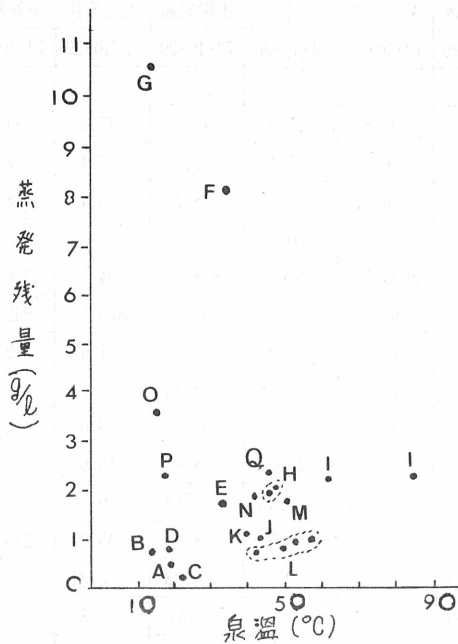


図2 泉温と蒸発残量

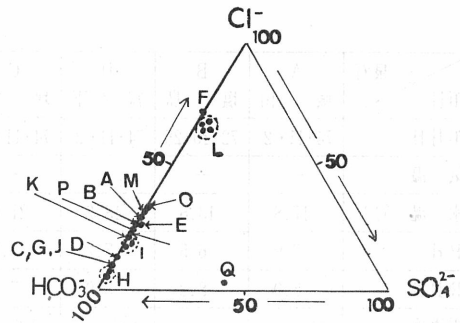


図3 主要3陰イオン当量比図

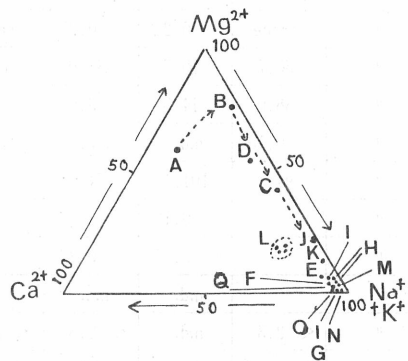


図4 主要陽イオン当量比図

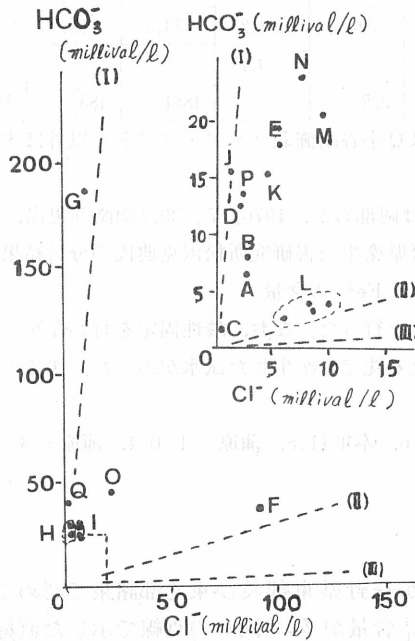


図5 塩素イオンとヒドロ炭酸イオンの関係

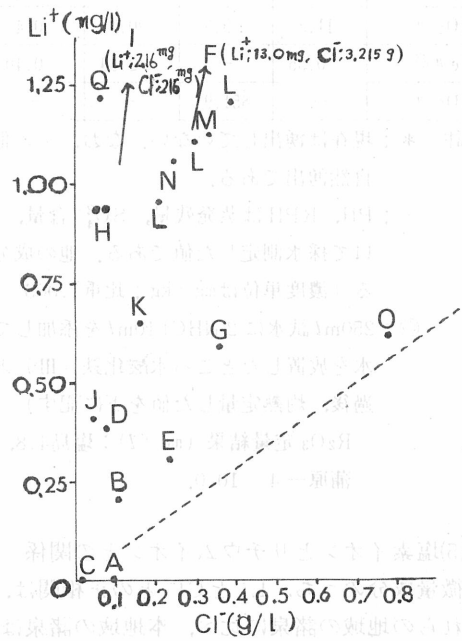


図6 塩素イオンとリチウムイオンの関係

表1 温 泉 水 の

項目 \ 泉石	A 城 山	B 塩 島	D 宮ノ下	C 坪 山	E 下里瀬	F 奉 納	G 沖	H 小谷 山田旅館	H 小谷 太田旅館	I 小谷熱湯
年月日	74・11・2	72・10・25	74・11・2	74・11・2	72・10・26	72・10・26	74・10・30	72・10・29	72・10・29	72・10・27
気 温	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
水 温 (°C)	17.8	13.6	18.2	21.0	32.1	32.8	13.0	45.2	47.6	84.0
PH	7.9	6.5	7.2	7.3	7.2	6.7	7.1	7.0	7.4	8.2
RPH	8.0	8.2	8.0	7.7	8.3	8.2	7.8	8.2	8.4	8.8
電導度 $\mu\text{v}/\text{cm}$	600	—	1050	130	2000	—	10000	—	—	—
蒸発残量 $\text{mg}/\text{l}$	468	696.0	834	170	1699.5	8099.5	10530	1878.5	2004.5	2270.5
$\text{Na}^+$ ( $\text{mg}/\text{l}$ )	10.3	75.6	25.3	23.0	650	2760	437.5	755	823	942
$\text{K}^+$ "	1.80	4.5	4.61	1.81	1.1	77.3	9.90	11.4	11.4	2.50
$\text{Li}^+$ "	trace	0.22	0.34	trace	0.33	13.0	0.58	0.94	0.93	2.16
$\text{Ca}^{2+}$ "	30.7	10.7	34.6	16.0	44.6	141.8	19.7	32.1	28.8	32.4
$\text{Mg}^{2+}$ "	36.0	14.5	3.6	0.3	24.1	48.6	28.5	18.6	15.6	7.9
$\text{Sr}^{2+}$ "	0.10	n.d.	n.d.	trace	n.d.	0.5	0.55	0.53	0.56	0.06
$\text{Cl}^-$ "	94.1	101.1	74.6	5.7	227.1	3215.4	357.5	58.9	65.3	215.8
$\text{F}^-$ "	—	0.10	—	—	0.79	0.27	—	0.33	0.31	0.74
$\text{Br}^-$ "	—	0.37	0.37	—	1.05	8.94	—	0.57	0.83	1.2
$\text{I}^-$ "	—	n.d.	n.d.	—	n.d.	0.14	—	0.08	0.03	0.16
$\text{SO}_4^{2-}$ "	< 2.3	n.d.	< 2.3	< 2.3	21.1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8.7
$\text{HCO}_3^-$ "	383	478.8	756	103	1066.7	2171.8	11325	1507.2	1690.8	1641.9
$\text{H}_2\text{SiO}_3$ "	75	130	142	95	217	223	63	82.5	81.3	200
$\text{NH}_4^+$ "	—	1.03	—	—	n.d.	n.d.	—	n.d.	n.d.	n.d.
$\text{HBO}_2$ "	11.3	9.3	20.9	0.4	44.6	396.2	93.2	13.3	15.0	35.3
$\Sigma\text{Fe}$ ◎	0.55	—	2.54	0.40	—	—	0.10	—	—	—
$\Sigma\text{CO}_2$ "	—	851.9	—	—	1236	3256	—	1884	1856	1684

表註 \* ; 現在は湧出していない。なお、その他の諸泉はQ小谷雨飾荘(エア・リフト)以外はすべて自然湧出である。

+ ; PH, RPHは蒸発残量,  $\text{SO}_4^{2-}$  含量,  $\text{Li}^+$  含量は阿部らが, 1976. 7. 30に雨飾荘男湯, 湧出口で採水測定した値である。他の成分は, 長野県衛生公害研究所松沢克典氏の分析結果による(濃度単位は $\text{mg}/\text{kg}$ ; 比重1.003/20°C, Feは $\text{Fe}^{2+}$ の含量)

◎ ; 250ml 試水に2NHCl10mlを添加して現地固定を行った。なお、酸性固定を行わなかった試水を放置したところ水酸化鉄(III)と推定される沈でんが生じた試水があった。沈でんを濾過後, 灼熱定量した値を下に記す)

$\text{R}_2\text{O}_3$  定量結果 ( $\text{mg}/\text{l}$ ) : 塩島4.8, 下里瀬0.6, 奉納11.8, 蒲原—1 0.4, 蒲原—3 2.6, 蒲原—4 10.0.

#### (5) 塩素イオンとリチウムイオンとの関係

微量成分のうち,  $\text{Li}^+$  と  $\text{Cl}^-$  との正相関は, 野口(8)が長野県東部及び東北部諸泉で認めている。これらの地域の諸泉に比べ, 本地域の諸泉は全体に  $\text{Li}^+$  含量が多い(図6の点線で示した直線は, 長野県東部及び東部諸泉での相関線である(8)) さらに, 本地域の諸泉は, 南部の姫川断層グルー



化学分析結果

I* 左その2	Q小谷+ 雨飾荘	J 来馬	K 島	L 蒲原-1	L 蒲原-2	L 蒲原-3	L 蒲原-4	M 梶山元湯	N 梶山新湯	O 戸土
72.10.27	74.8.23	74.11.2	74.7.19	72.10.27	72.10.27	72.10.27	72.10.27	74.7.17	74.7.17	74.7.18
—	—	—	25.9	—	—	—	—	18.8	21.9	22.5
60.6	45.5	43.7	39.7	48.4	52.3	56.9	41.7	41.6	48.8	14.2
7.2	8.2	6.6	7.9	6.3	6.2	6.2	6.1	7.2	6.8	7.0
8.2	8.6	7.4	8.0	8.2	8.2	8.2	8.2	7.9	7.6	7.9
—	—	1850	600	—	—	—	—	3000	3800	4200
2186.0	2319	963	1163	767	928	948	698.4	1825	1728	3666
82.3	836	315	335	215	220	244	152	650	630	1065
21.3	12.8	1.98	3.00	25.8	25.4	270	20.0	5.4	7.1	5.4
—	1.22	0.39	0.65	1.13	—	1.22	0.95	1.06	1.14	0.63
35.4	32.3	79.1	34.8	39.6	43.7	45.2	32.7	20.3	17.7	18.3
24.3	15.8	2.3	8.0	34.2	32.4	35.2	24.7	7.0	10.5	10.0
0.36	—	1.36	0.75	0.08	0.16	0.15	0.11	0.27	0.32	0.97
222.1	54.6	42.6	94.1	293.1	303.1	360.6	205.8	243	331	768
0.57	0.97	—	—	0.80	0.29	0.34	0.26	—	—	—
1.08	—	—	—	1.26	1.41	1.40	1.20	—	—	—
0.17	—	—	—	0.21	0.08	0.31	0.20	—	—	—
3.8	1373	11	6	27.7	30.9	29.7	21.9	n.d.	trace	n.d.
1544.8	2358	951	383	239.4	209.9	236.2	162.0	1488	1243	2690
181	73.6	133	158	143	138	145	85.8	158	183	86
2.73	—	—	—	n.d.	1.65	2.73	n.d.	—	—	—
—	17.4	15.5	29.2	26.5	—	—	—	35.3	21.2	92.7
—	0.27	0.30	0.70	—	—	—	—	2.18	0.65	0.73
1790	—	—	—	540.5	543.8	611.8	485.0	—	—	—

ブと、これよりさらにLi<sup>+</sup>含量が多い北部グループとに大別できる様である。また、奉納(F)はLi<sup>+</sup>含量が異常に多く、注目される。

Li<sup>+</sup>含量と基盤地質との関係については、別の機会に論及する予定である。

(6)塩素イオンと臭素イオンとの関係

図7に示した様に、全体として正相関である。しかし、奉納(F)のBr<sup>-</sup>/Cl<sup>-</sup>は海水のそれよりやや低く、その他の、Br<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>ともに含量が少ない諸泉では、Br<sup>-</sup>/Cl<sup>-</sup>が海水の値よりやや高い。前者は、野口(8)のいわゆるII型に属し、後者はI型に属する様である。

4. 温泉水の起源

4.1. 同位体組成(9)

温泉水の水の重水素と重酸素との含量比を、標準海水(SMOW)対比スケールで、図8に示した。この結果、奉納(F)の水は重酸素濃度が異常に高く、Craigらの地表水ラインから、いわゆるOxygen-shiftをしていることが判明した。この現象は、次に述べる奉納温泉の特異性の1つ



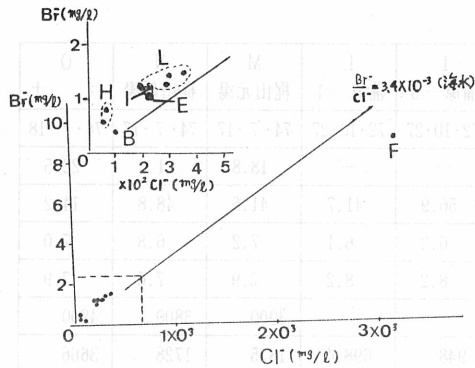


図7 塩素イオンと臭素イオンの関係

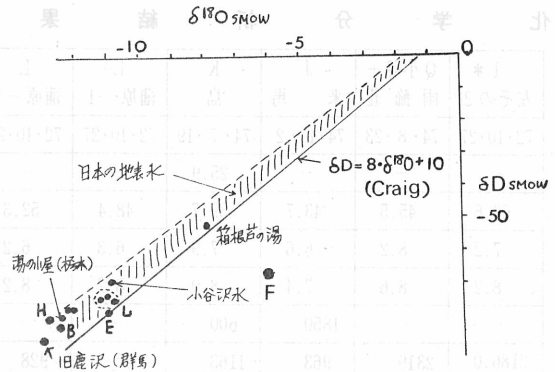


図8 温泉水の重水素及び重酸素組成

であるが、いまだその原因について合理的結論に達していない。

温泉水中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>のδ<sup>34</sup>Sの値及びCO<sub>3</sub><sup>2-</sup>のδ<sup>13</sup>Cの値と併せて考慮し、別の機会に論及する予定である。

4. 2. 奉納温泉の特異性について

本温泉は、上記の様に水の重酸素濃度が大きく、Li<sup>+</sup>含量が多いことで、本地域の諸泉の中で特異性を示すのみでなく、そのHBO<sub>2</sub>含量396.2mg/lは、全国の温泉でも高位を占める。<sup>10)</sup> また、蒸発残量が大きく、硫酸イオン乏しく、食塩がその主成分で、ヨウ素、臭素を比較的多く含む点からみると、西村<sup>10)</sup> が多分に化石水型と推定している温泉に属する。また、中村<sup>1)</sup> も油田塩水の寄與の可能性を示唆しているが、今後なお、他の微量成分の分析を行い検討を続けたい。

その他の温泉は、循環水型に属する。

5. 温泉ガスの組成

温泉泡出ガスの分析結果を表2に示した。北部の沖(G)ではCO<sub>2</sub>が、中部の下里瀬(E)ではN<sub>2</sub>が、南部の城山ではCH<sub>4</sub>が主成分で、さらに南部の南谷地ではCH<sub>4</sub>の割合がさらに多い。南部は沖積層でおおわれているので、この付近のCH<sub>4</sub>はいわゆる天然ガスと考えられる。全体の傾向を、岩崎(11)による火山ガスの分化類形に対比すると、下里瀬はその最終ステージに該当すると考えられ、沖はそれよりも若い段階のやや高温形に属すると考えられる。

表2 温泉ガスの組成(V/V%, H<sub>2</sub>Oを除く)

	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	その他
G 沖	1.1	82.6	16.0	0.3	n. d.
E 下里瀬	n. d.	5.5	10.3	84.2	n. d.
A 城山	61.6	0.7	1.6	36.1	n. d.
P 南谷地*	96.6	0.1	0.2	—	3.1 **

\* 地質調査所月報第7巻第7号(1956)

\*\* N<sub>2</sub>と推定

以上の所見を総合すると、下里瀬付近から北の地域の方が、南部よりも火山性残余活動の影響が顕著で、マグマ発散物の上昇がなお活発であり、従って、熱量の供給も多いと推定される。特に小谷熱湯はこの地域での最高泉温泉であるが、山寺—小谷を結ぶ断層に沿い、ひん岩体があるなど、地質構造的にも好条件下にあるためと考えられる。

## 6. む す び

はじめに述べた様に、この地域には、なお無名の温・鉱泉が散在し、地質構造も複雑であるので、調査・研究は困難であるが、反面興味深い地域である。

例えば、石灰華（炭酸カルシウム）が沈積している温泉が、北から梶山新湯（カルサイト、少量）、雨飾荘源泉（カルサイト、かなり多量）、小谷熱湯（アラゴナイトとカルサイト、多量）及び奉納（カルサイト、多量）とほぼ南北の線上に在るのは興味深い。また中土地区の千沢、ぬけ沢の各鉱泉にも石灰華（カルサイト）が沈積し、付近の中谷川の河床には、カルサイト・ヴェインが在るなど、上記諸温・鉱泉を包含する南北に細長い石灰華生成帯が存在することは確かであるが、その地質学的意義はなお不明である。

## 7. 謝 辞

本研究を行うにあたり、関係文献を恵与された地質調査研究所技官藤貫正博士に感謝する。また、調査に際しては多勢の現地の方々の協力を頂いた。改めて感謝申し上げる。

なお、採水、採ガス及び成分の分析には、東京農工大学工学部工業化学科学生諸氏（栃沢秀夫、久米崇史、木下 聡）の多大な尽力を得た。付記して感謝する。

## 参 考 文 献

- 1) 地質調査所地質部応用地質課：姫川流域（新潟県、長野県）応用地質報告，地質調査所月報第7巻第7号（'56）  
中村久由：本邦諸温泉の地質学的研究，地質調査所報告第192号P.48（'62）
- 2) 杉山隆二他：姫川流域地質図，建設省松本砂防工事事務所（'76）  
茅原一也他：新潟県地質図，20万分の1（'77）
- 3) 平林照雄：フォッサ・マグナの松本～長野線と小谷隆起帯体について（日本地質学会'76年学術大会，総合討論会資料，117～122（'69）
- 4) 田中邦雄 他：糸魚川・静岡線北部地域の地質構造，信大教養部紀要No.5，P.49（'71）
- 5) 奥谷忠雄：微量ヨウ素イオンおよび臭素イオンの吸光光度定量法，日化誌，88，737（'67）
- 6) 永井敏雄，二本木恒夫：油化学，20，816（'71）
- 7) W.A. Dietz, J. of Gaschromatography P.68（'67）
- 8) 野口喜三雄：長野県の温泉の化学成分，温泉科学，18，(2)，47（'67）
- 9) H. Craig：Science 133，1702（'61），ibid 133，1833（'61）
- 10) 西村雅吉：日化誌，76，584（'55）
- 11) 岩崎岩次：火山化学，P.44など，講談社刊（'70）

本論文の内容の大部分は、第29回日本温泉科学大会（1976. 7. 松本市）で講演発表した。