

温泉の化学組成の解析による 賦存機構の研究 (第2報)

泉温と化学成分の相関関係および 化学成分の分布について

福島県衛生研究所 宮 永 徳 一
中央温泉研究所 益 子 安

(昭和43年12月12日受理)

Studies on Formation Mechanism of Thermal Springs by the Analysis of Their Chemical Compositions (II)

Interrelation between the Temperature and the Principal Constituents of Thermal Waters and Distribution of Chemical Components in Iizaka Spa.

Tokuichi MIYANAGA

Fukushima Prefectural Institute of Health

Yasushi MASHIKO

Hot Spring Research Center

Re-examination of Iizaka Spa for interrelation between the temperature and the principal constituents of thermal water as well as between the individual constituents was undertaken to determine its chemical behaviour on the drop of thermal water temperature. From the results of this investigation, it has been clearly established that Iizaka Spa has two different sources of thermal water.

The formation of the two different groups of thermal springs at Iizaka Spa may be attributable to the geologic characteristics of the area, particularly to the presence of a dike running along the Surikamigawa River. That is to say, an impermeability of the dike may be the cause of the formation of two hot spring groups in Iizaka Spa.

緒 言

前報¹⁾の三角座標図にみたように、飯坂温泉には HCO_3^- 型化の進んだ源泉群(摺上川地区)と HCO_3^- 型化が進まず、アニオン組成比の非常によく似た一群の源泉群が存在することを知った。これらのうち前者を仮りに摺上川地区源泉群(各図表中△印で示す)とし、後者をその他の地区源泉群(各図表中●印で示す)とすると、この区別は前報に述べた摺上川の岩脈の東南側に湧出するものが前者で、その西北側に湧出するものが後者に相当することになり、特異

な地質構造(岩脈)を境にして、異なる温泉の賦存状態を示していることになる。このような区別は単にアニオンのみの区別なのか、その他成分の相関関係等においても区別があるものかについて本報において検討する。

1. 泉温—成分, 成分—成分の相関分析^{2)~5)}

飯坂温泉全般について、泉温と蒸発残渣および各主要成分含量との間の相関関係について観察した結果、その各の場合の相関係数 (r) は Table I の左欄全例のところに示すとおりである。これを摺上川源泉群とその他の地区源泉群とに分けてそれぞれの場合について検討したところ同表中欄および右欄に示す如くになった。すなわち摺上川地区の場合は、その他の地区の場合に比して強い相関関係があり、温度—成分の相関性において両者は明らかに区別することができる (Table I)。

Table I. Coefficient of Correlation between Temperature and Major Ionic Components

	Entire area (57 wells)	Surikamigawa area (21 wells)	Other area (36 wells)
Total residue	0.85	0.92	0.79
Chloride ion	0.84	0.90	0.81
Sulfate ion	0.74	0.93	0.76
Sodium ion	0.81	0.86	0.65
Calcium ion	0.73	0.89	0.86

またフッ素の含量についても同様の関係を得た (Table II)。

Table II. Coefficient of Correlation between Temperature and Fluoride Ion Concentration

	Entire area (42 wells)	Surikamigawa area (9 wells)	Other area (33 wells)
Fluoride ion	0.87	0.90	0.70

さらに各主要成分相互間の関係については、 $\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-} - \text{Na}^+$ の間にも全般的にきわめて有意な相関関係が認められるとともに、前記の両地区別に明らかに差が認められる (Table III)。

Table III. Coefficient of Correlation between two Species of Ionic Major Components

	Entire area (57 wells)	Surikamigawa area (21 wells)	Other area (36 wells)
$\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$	0.95	0.97	0.83
$\text{SO}_4^{2-} - \text{Na}^+$	0.92	0.95	0.89

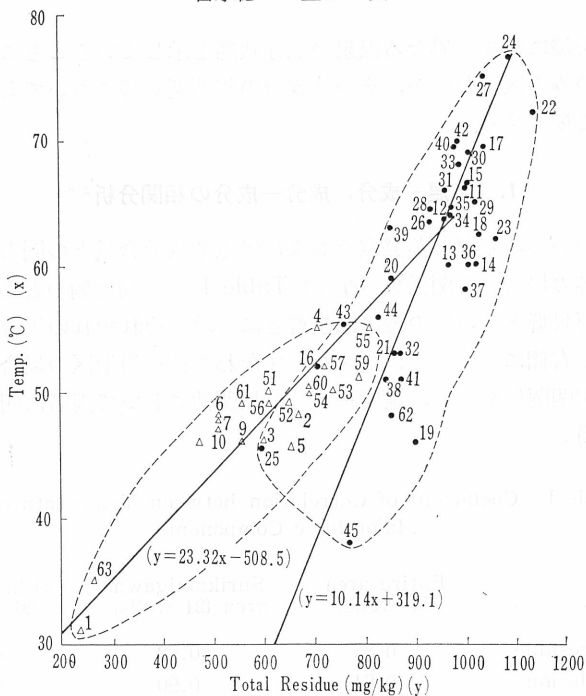


Fig. 1. Relationship between Temperature and Total Residue
 △...Thermal water of Surikami area in Iizaka Spa.
 Numerals are sample numbers as shown in Table II (Report I).
 ●...Thermal water in other area in Iizaka Spa.

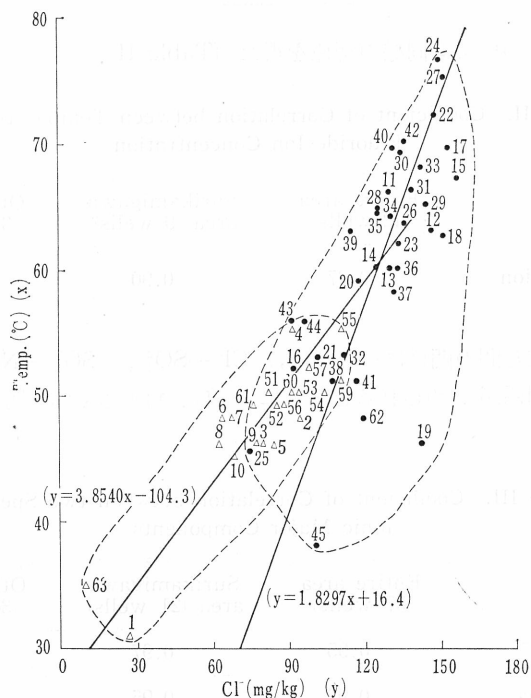


Fig. 2. Relationship between Temperature and Chloride Concentration.
 △...Thermal water of Surikami area in Iizakz Spa.
 Numerals are sample numbers as shown in Table II (Report I).
 ●...Thermal water in other area in Iizaka Spa.

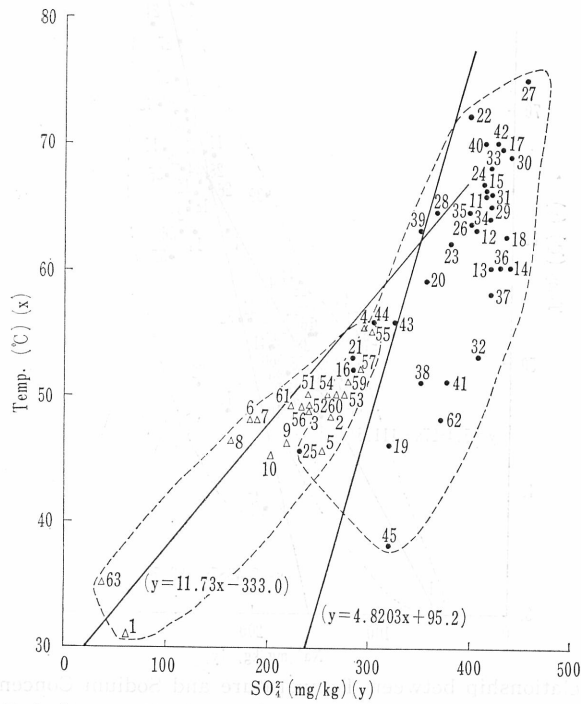


Fig. 3. Relationship between Temperature and Sulfate Concentration.

△...Thermal water of Surikami area in Iizaka Spa.

Numerals are sample numbers as shown in Table II (Report I).

●...Thermal water in other area in Iizaka Spa.

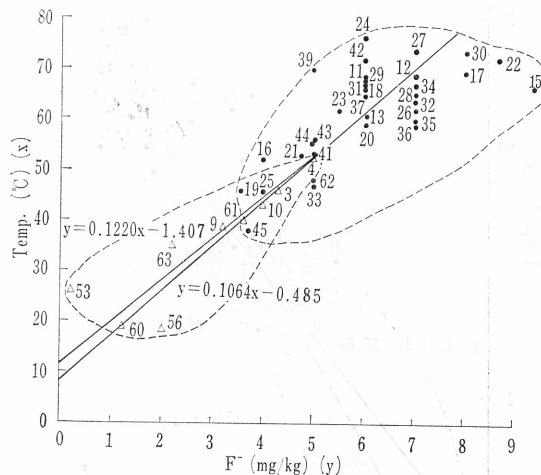


Fig. 4. Relationship between Temperature and Fluoride Concentration.

△...Thermal water of Surikami area in Iizaka Spa.

Numerals are sample numbers as shown in Table II (Report I).

●...Thermal water in other area in Iizaka Spa.

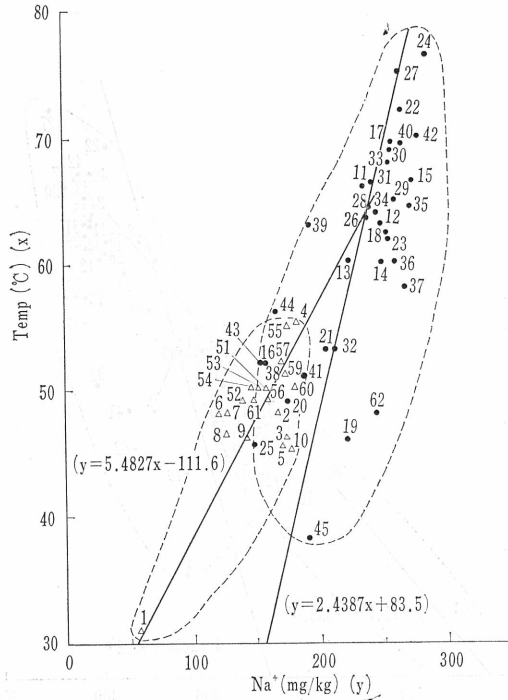


Fig. 5. Relationship between Temperature and Sodium Concentration.

△...Thermal water of Surikami area in Iizaka Spa.
 Numerals are sample numbers as shown in Table II (Report I).
 ●...Thermal water in other area in Iizaka Spa.

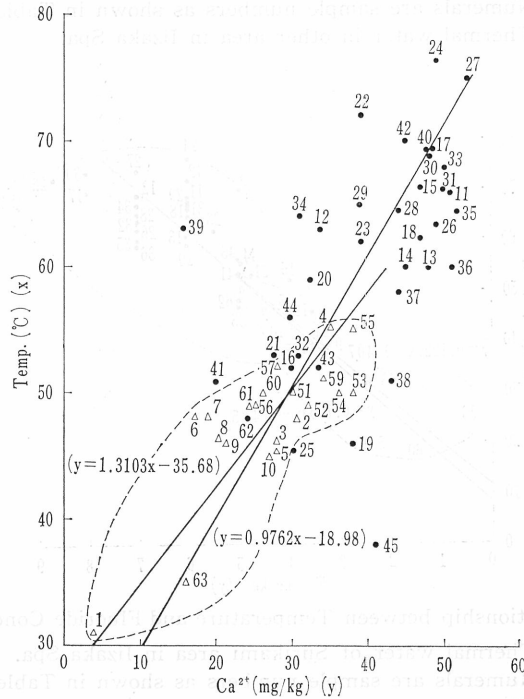


Fig. 6. Relationship between Temperature and Calcium Concentration.

△...Thermal water of Surikami area in Iizaka Spa.
 Numerals are sample numbers as shown in Table II (Report I).
 ●...Thermal water in other area in Iizaka Spa.

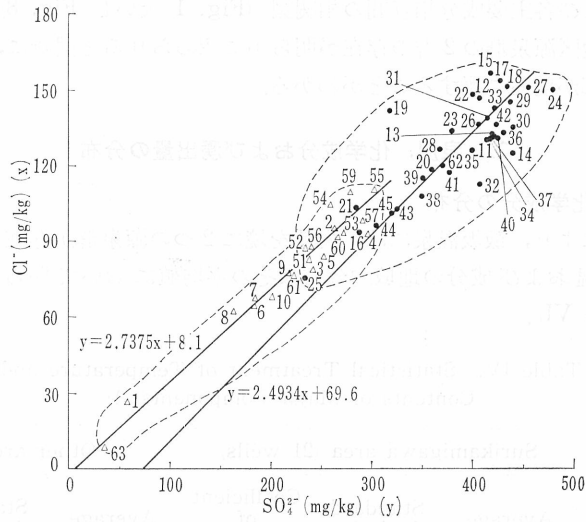


Fig. 7. Relationship between Chloride and Sulfate Concentration.

- △... Thermal water of Surikami area in Iizaka Spa.
- Numerals are sample numbers as shown in Table II (Report I).
- ... Thermal water in other area in Iizaka Spa.

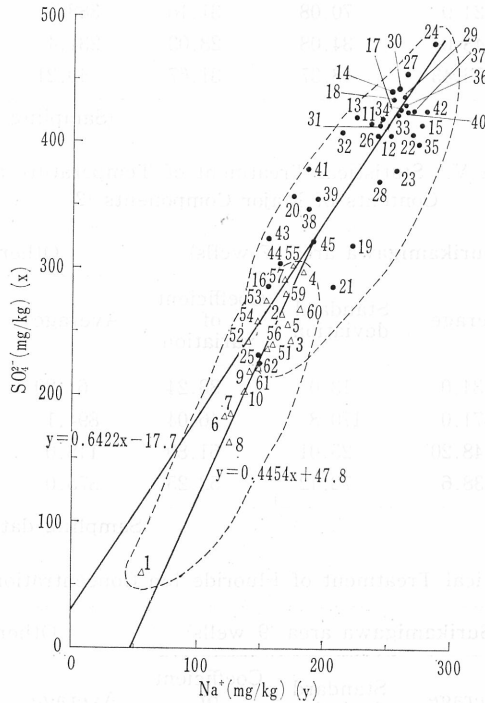


Fig. 8. Relationship between Sulfate and Sodium Concentration.

- △... Thermal water of Surikami area in Iizaka Spa.
- Numerals are sample numbers as shown in Table II (Report I).
- ... Thermal water in other area in Iizaka Spa.

温度と各成分および各主要成分相互間の相関図 (Fig. 1 ないし Fig. 8) をみると、摺上川源泉群とその他の地区源泉群の 2 群の存在が明らかに認められると同時に、濃度の希薄な源泉はそのほとんど全部が前者に属することがわかる。

2. 泉温, 化学成分および湧出量の分布

2.1 泉温および化学成分の分布

これまでの議論により、飯坂温泉には、岩脈を境に 2 つの源泉群が存在することが知られたが、両源泉群の泉温 および 成分の 地域的 分布はその平均値において明らかに差が認められる (Table IV~Table VI).

Table IV. Statistical Treatment of Temperature and Contents of Major Components (1)

	Surikamigawa area (21 wells)			Other area (36 wells)		
	Average	Standard deviation	Coefficient of variation	Average	Standard deviation	Coefficient of variation
Temperature (°C)	47.58	5.60	11.77	60.74	8.74	14.39
Total Residue (mg/kg)	600.7	146.0	24.30	935.0	112.9	12.07
Cl ⁻ (mg/kg)	79.18	24.84	31.37	127.5	19.71	15.46
SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	224.9	70.08	31.16	388.0	55.43	14.29
Na ⁺ (mg/kg)	148.0	34.08	23.03	231.4	35.84	15.49
Ca ²⁺ (mg/kg)	26.43	8.37	31.67	40.21	9.70	24.12

(Sampling date: Before 1963)

Table V. Statistical Treatment of Temperature and Contents of Major Components (2)

	Surikamigawa area (7 wells)			Other area (22 wells)		
	Average	Standard deviation	Coefficient of variation	Average	Standard deviation	Coefficient of variation
Temperature (°C)	34.0	13.0	38.24	64.20	8.55	13.32
Total Residue (mg/kg)	371.0	170.8	46.04	894.1	143.6	16.06
Cl ⁻ (mg/kg)	48.20	25.01	51.89	118.0	14.32	12.14
SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	138.6	72.42	52.25	378.0	44.17	11.69

(Sampling date: Mar. 2nd, 1964)

Table VI. Statistical Treatment of Fluoride Ion Concentration in Both Areas

	Surikamigawa area (9 wells)			Other area (33 wells)		
	Average	Standard deviation	Coefficient of variation	Average	Standard deviation	Coefficient of variation
Fluoride ion (mg/kg)	3.07	1.62	52.77	6.11	1.55	25.37

Table V は昭和 39 年に実施した一斉分析の結果からみたものである。Table IV と比較すると、摺上川地区の源泉群は泉温の低下、成分含量の減少が著しいことが知られる。その他の地区の場合は、この一斉分析時 (Table V) には、泉温はむしろ上昇している (Table IV との比較) が成分含量は総体的に減少を示す。

2.2 湧出量の分布

平均湧出量に差があり、摺上川地区はその他の地区の 1/2 にすぎない (Table VII)。

Table VII. Statistical Treatment of Amount of Water Pumped Up in Both Areas

	Surikamigawa area (7 wells)			Other area (18 wells)		
	Average	Standard deviation	Coefficient of variation	Average	Standard deviation	Coefficient of variation
Discharge (l/min.)	33.7	28.6	84.90	67.9	32.4	47.67

(Date: Mar. 2nd, 1964)

結 論

温泉の賦存機構を解明する目的で、前報において飯坂温泉の泉質、泉温、湧出量の現況および主要成分の含量の相違から飯坂温泉における賦存状態を異にする 2 つの源泉群の存在を推定したが、本報において両源泉群について泉温—成分、成分—成分の相関性および泉温、主要成分、湧出量の分布について考察した結果、両源泉群の存在は確定的である。また両源泉群の性質状態の相違する境界と地質構造上の岩脈の存在位置とが一致することから、岩脈の不透水性がその温泉の賦存状態を分けていると結論する。

参 考 文 献

- 1) 宮永徳一・益子 安: 温泉科学, **20**, 18 (1969).
- 2) 宮永徳一: 福島県衛生研究所研究報告, 第 **26** 集, 137 (昭 33).
- 3) 宮永徳一: 同上, 第 **67** 集, 84 (昭 40).
- 4) 益子 安・甘露寺泰雄・細谷 昇: 温泉科学, **15**, 16 (1964).
- 5) 佐藤幸二・甘露寺泰雄: 同上, **17**, 117 (1967).