

温泉の化学組成の解析による 賦存機構の研究 (第3報)

飯坂温泉の賦存状態と湧出機構

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 (III)

Formation Mechanism of Thermal Springs in Iizaka Spa.

Tokuichi MIYANAGA

Fukushima Prefectural Institute of Health

Yasushi MASHIKO

Hot Spring Research Center

The drop of thermal water temperature is caused by two different processes: One of them seems to be due to the drop of underground temperature. The other is caused by the permeating of cold underground water into the current of the thermal water and diluting it.

Thermal waters in Iizaka Spa may be divided into two groups, i.e. those of which the temperature has been lowered by dilution with permeating underground water and others not much diluted with underground water, hence with no substantial drop of temperature.

緒 言

1, 2報^{1), 2)}において飯坂温泉を岩脈を境とする2つの源泉群に分けて考える考え方を述べたが, このような考え方に基づくと, 温泉の賦存状態および湧出機構は如何なるものとなるかについて以下に知見を述べる.

1. 等温および等濃度分布

飯坂温泉に関するこれまでのデータに基づき, 泉温と蒸発残査, Cl^- , SO_4^{2-} , F^- の各成分について, 等温度および等濃度線^{3), 4)} (Fig. 1~Fig. 5) をかくと地質構造上特異な岩脈の存在位置を境にして整然とした規則正しい2つの同心円を描いている. このことは明らかに異なる2つの源泉群が存在していることを示していると同時に, 岩脈の存在がこれら2群の温泉の賦存状態を分けている. またこれらの等温, 等濃度線の描く同心円がすべて半円に終って

いることは、現在活用されている飯坂温泉の左方にもほぼ同様の規模の温泉源として有効な部分が存在することを暗示しているものと考えられる。ただ左半円に当る部分は一般に山地で、その開発には困難を伴うことが予想される。

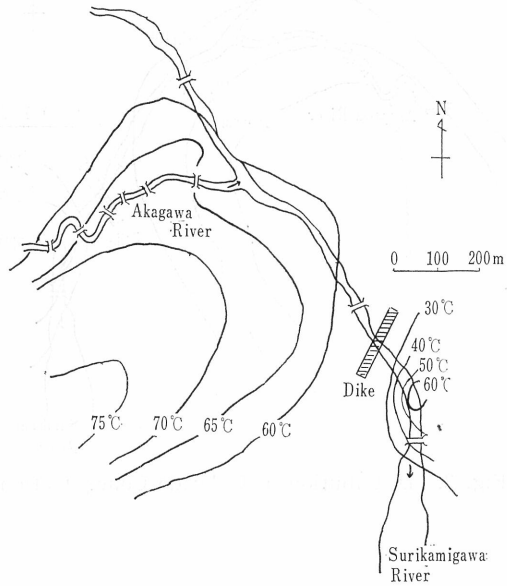


Fig. 1. Distribution of Temperature of Thermal Water.

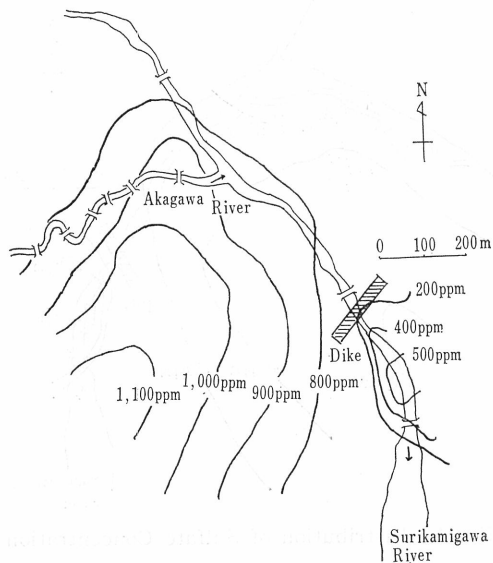


Fig. 2. Distribution of Total Residue.

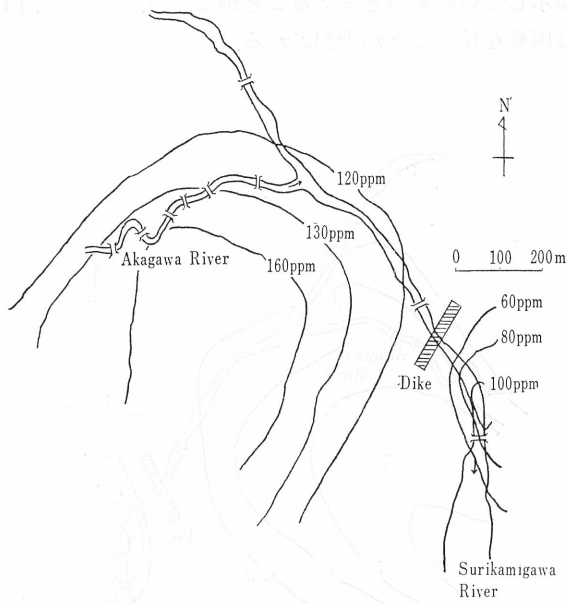


Fig. 3. Distribution of Chloride Concentration.

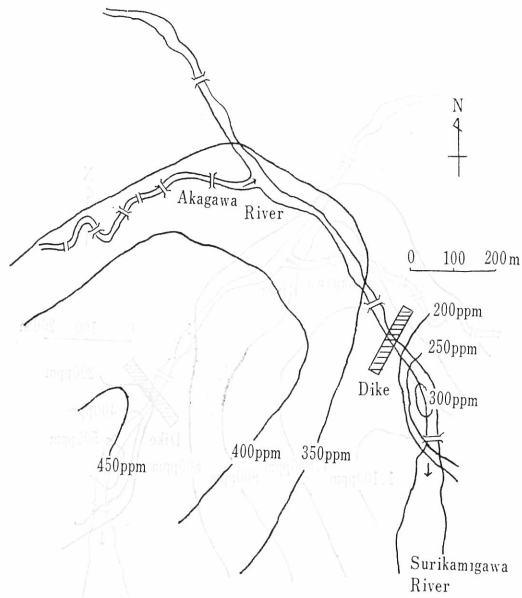


Fig. 4. Distribution of Sulfate Concentration.

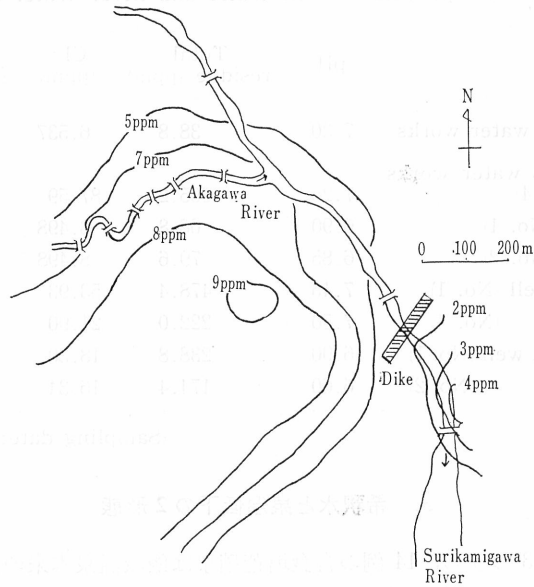


Fig. 5. Distribution of Fluoride Concentration.

2. 湧出機構

いずれの温泉についてもいえることであるが、温泉の温度低下の原因として、2つの場合が考えられる。その1つは希薄な冷地下水などが滲透して希釈されておこる場合であり、他の1つは地下水等の滲透が主原因でなく、主として地温の低下冷却によっておこる場合である。このような現象を化学的組成分析の結果をもとにして議論するに際しては、まず泉温と成分含量の相関図を画くのが第一である (前報の Fig. 1~Fig. 6 参照)。そして各源泉群について最小自乗法により回帰方程式が求められ回帰直線が示されるはずである。これらの直線を外挿してその地方の平均気温に相当するところ、すなわち地下水の温度に相当する部分にまで延長したとき、図上にあらわれる成分含量は、これらの源泉群が希釈冷却される地下水の成分含量を示すことになる。このような地下水が実際に発見されれば、この低温化の機構を説明するのに有力な論拠となる。

もし希釈されずにそのまま冷却したとすれば、縦軸 (泉温) に平行な分布を図上で示す。事実以上述べた観点より著者の得たデータについて泉温—成分、成分—成分の相関関係を整理すると以下述べる如く、飯坂温泉は希釈冷却機構の異なる2つの温泉群に明らかに分類された。またこの2つの温泉群の希釈冷却に関する上述の如き地下水をたまたま上水道拡張工事の過程において発見し得た (脚注参照)。

(脚注) 飯坂町周辺の地下水の水質について⁵⁾。昭和39年飯坂町が福島市に合併以来の懸案であった上水道の拡張のため、従来の摺上川表流水を原水とする第1水源のほかに、第2水源として地下水を利用する目的で飯坂町湯野地区にいくつかの井戸を掘った。また宮代水源 (第1報 Fig. 1 参照) も同じ頃開発された。これらの水質を Table I に示す。

Table I. Major Components of Well Water and River Water in Iizaka Spa.

Sample	pH	Total residue (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	F ⁻ (ppm)	Note
1st source of Iizaka's water works	7.30	38.8	6.537	0.2	Water of Surikami River
2nd source of Iizaka's water works					Well depth
deep test well (No. 4)	7.25	665.2	87.59	8.0	-70m
shallow test well (No. 1)	6.90	66.8	8.498	0.3	-8~-9m
" (No. 2)	6.85	79.6	8.498	0.3	-8~-9m
Miyashiro deep test well (No. 1)	7.45	478.4	53.93	3.0	-70m
" (No. 4)	7.50	222.0	21.90	0.3	-70m
Miyashiro shallow test well (No. 1)	6.90	238.8	18.30	0.1	-10m
" (No. 2)	6.60	174.4	16.34	0.3	-12m

(Sampling date: Nov. 29th, 1967)

3. 希釈水と泉温低下の2形態

飯坂温泉の分析例 63 のうち、14 例の含食塩芒硝泉は飯坂温泉本来の源泉であるが、他の成分含量の少ない従って単純温泉に分類される源泉は地下水あるいは地表水の滲透合流による希釈のため、泉温の低下と同時に成分含量が減少しているものと考えられることができるかどうか、冷却と成分の吸着その他の物理的現象によるものかはきわめて興味のあるところである。著者は、摺上川沿いの源泉のほとんど全部が濃度が希薄であると同時に、泉温が著しく低下しているが、隣接するその他の地区にはそのような現象がみられないという事実から、摺上川地区の各源湯は一樣に希釈されており、その希釈水はそれ自体成分含量のあまり多くない地下水あるいは地表水（この場合は摺上川流水）が滲透合流していると考えられる。しかしこの考え方を飯坂温泉のその他の地区の源泉にまでおよぼしていいかどうか、すなわち第1報の緒言において述べたように、市川および小幡⁶⁾ のような飯坂温泉全体について一樣に希釈されているとい

Table II. Sulfate Ion Concentration in Wells of Water-Works.

Sample	SO ₄ ²⁻ (ppm) found	SO ₄ ²⁻ calculated		Note
		Equ. (1)	Equ. (2)	
2nd source of Iizaka's water works				Well depth
deep test well (No. 4)	270.0	247.9	288.0	-70m
shallow test well (No. 1)	15.55	31.36	90.79	-8~9m
" (No. 2)	17.69	31.36	90.79	-8~9m
Miyashiro deep test well (No. 1)	142.2	155.7	204.1	-70m
" (No. 4)	31.36	68.05	124.2	-70m
Miyashiro shallow test well (No. 1)	48.89	58.20	115.2	-10m
" (No. 2)	44.52	52.83	110.3	-12m

Sulfate ion concentrations are calculated by the following equations.

(refer to Fig. 7—Report II)

(1) $y=2.7375x+8.1$ (Surikamigawa area)

(2) $y=2.4934x+69.6$ (Other area)

う単一解釈については著者は大いに疑問をもつものである。そこで飯坂温泉を前報に述べた如き2つの源泉群に分け、各別に Cl^- — SO_4^{2-} 間の相関関係から求めた回帰方程式 (前報 Fig. 7 参照) を用いて飯坂町上水道の水源 (第1水源の摺上川表流水, 第2水源の各浅井戸および深井戸水) との関連を求めてみたところ Table II にみるような結果を得た。このことから、摺上川地区の源泉群を希釈するものは摺上川流水ないしは飯坂町上水道第2水源の浅井戸あるいは宮代水源の浅井戸の各井水に匹敵する表流水あるいは地下水であろう。地下水だとすれば、これらの地下水がこの摺上川地区源泉群の泉温低下の最終状態を示すものであるといえる。また Table I にみられる深井戸水は地温の低下により地下水化した温泉水ではないかと考える。すなわちこれらが飯坂温泉の本来の源泉群の泉温低下の最終状態を示すものであろうと考える。

摺上川地区以外の源泉にも一部低温、低濃度のものがあるが、まだ摺上川地区のものほどには至っていない。この場合もし希釈が考えられるとすれば、希釈水としては同様の関係から、それは地下水としては比較的高濃度の飯坂町第2水源の4号深井戸水に匹敵する地下水が考えられるのである。

このように摺上川地区の温泉は、ある高温、高濃度の温泉が、低温、希薄な浅層地下水により希釈された温泉群であると考えられるのに対して、その他の地区の温泉群ははなはだしい希釈は受けていないが、希釈以外の原因—地温の低下冷却—により一部低温化していて、摺上川地区のものとは明らかに異なる機序により存在する温泉群であると考えることの方が、前述の市川、小幡の—様希釈説よりも妥当であると考ええる。

かくて飯坂温泉の両源泉群は摺上川の岩脈を境にして存在しているものであることもまた明らかで、この岩脈の存在がその東南側の摺上川沿いの温泉群、特に旧湯野温泉がその西北側地区の温泉群に比して、はなはだしい泉温の低下と成分含量の減少ならびに湧出量の減退を示す原因の一つであろうと考えるとき、この岩脈は、旧湯野温泉地区に、地表水あるいは地下水の滲透をさけて十綱層の下部の深所へ新しい湯脈を求めた場合、その不透水性が、他の地区への影響を防止する障壁となり得るのではなからうか。

結 論

以上要約すると、温泉の泉温低下は単に地温の低下冷却による場合と冷地下水の滲透による希釈のため、成分の減少と同時に泉温の低下をきたす場合と2つの場合がある。そして地下水にも成分含量の希薄な地下水と高濃度の地下水の2種類があって、後者が滲透合流する場合には泉温の低下はおきても成分含量の減少はあまりないわけで、結果的には単なる地温の低下冷却によるのとあまり変らない。このように泉温低下にも成分の減少を伴う場合と、あまり伴わない場合と2つの形態があるわけで、飯坂温泉における両源泉群はこの2形態の典型例である。すなわち飯坂温泉には低温、希薄な浅層冷地下水の滲透により希釈されて低温化しているものと、一部高濃度の深層冷地下水の滲透が考えられるが、あまり濃度を減ずることなく、一部低温化の傾向にあるものと湧出、賦存機構を異にする2つの源泉群が存在し、かつその希釈水の本態として実在する数種の地下水を発見した。

参 考 文 献

- 1) 宮永徳一・益子 安: 温泉科学, **20**, 18 (1969).
- 2) 宮永徳一・益子 安: 同上, **20**, 34 (1969).
- 3) 東海林辰雄・桜井 守・服部安蔵・益子 安 他: 同上, **14**, 123 (1964).
- 4) 加藤武雄: 同上, **17**, 7 (1966).
- 5) 宮永徳一: 温泉工学会誌, 投稿中.
- 6) 市川重春・小幡利勝: 昭和35年度厚生科学研究研究報告書 (温泉の保護に関する研究).