
資 料

岩手県内源泉の変動と枯渇要因

水車 正洋* 高橋 直 齋藤 憲光 菅野 淳

20年間にわたる経年変動調査の結果は次のように要約できる

- 1) 測定項目の経年変化の中で、変動の小さい項目はpHだけであった。
- 2) 変動の大きさは源泉ごとにばらつきが大きかった。特に繫温泉「薬師の湯」、志戸平温泉「天王の湯」及び湯川温泉「出途の湯」が7~8つの項目でCV値が10%を超えた。
- 3) 調査源泉で枯渇したのは金田一温泉の1源泉と繫温泉の3源泉であった。ともに自然湧出泉であった。泉質のCV値の推移に枯渇前数年間偏りが見られた。
- 4) 動力揚湯泉は井戸水位の計測が出来ないと、量的変動を確認することが難しい。

はじめに

温泉の泉質は、一定であるように見えても変動がある。泉質変化は、泉温の変化、湧出量の変化、化学成分の変化として現れる^{1)~4)}。これまで泉質変化の要因として、岩石成分の変化⁵⁾、火山爆発⁶⁾、過剰揚湯^{7)~10)}、地震などの地殻変動等の影響^{11)~13)}という視点から解明されてきた。これらの要因の中で、過剰に揚湯した場合の泉質変化は、化学成分の変化にとどまらず枯渇現象を誘発する。隣接する源泉の過剰揚湯が原因である場合、利害が対立するだけに問題はいっそう深刻である。従って新規に掘削する場合には、岩手県環境審議会温泉部会の申し合わせ事項で、「既存源泉から500m以内に新たに温泉を掘削する場合には、既存源泉所有者の同意が必要である」ことが定められ、既存温泉の保護が図られてきた。

一般に泉質は、同じ温泉内の類似した源泉で

あっても、湧出形態、ボーリングの深さ、動力、地形の違いにより、個々の源泉の泉質変動状態は微妙に異なることが予想される。従って、新規掘削泉による影響の有無を判断する際には、あらかじめ既存源泉の固有変動を明らかにしておかなければならない。

岩手県では、「新規掘削泉が既存源泉に及ぼす影響を判断するための基礎データとすること」を目的として、昭和57年(1982)から既存源泉の変動調査を実施してきた。今回、県内13ヶ所の温泉群(金田一温泉、綿帽子の里温泉、繫温泉、台温泉、大沢温泉、鉛温泉、新鉛温泉、志戸平温泉、湯本温泉、湯川温泉、夏油温泉、金ヶ崎温泉、真湯温泉)を対象に、変動調査のデータ解析並びに枯渇した温泉の現地調査を行い、各温泉の経年変動と源泉の特性を明らかにするとともに、繫温泉と金田一温泉の枯渇現象について原因究明を行った。

*現 岩手県宮古地方振興局岩泉出張所
(宮古保健所岩泉出張所)

方 法

2.1 対 象

岩手県内 13 箇所の温泉群（金田一温泉、綿帽子の里温泉、繫温泉、台温泉、大沢温泉、鉛温泉、新鉛温泉、志戸平温泉、湯本温泉、湯川温泉、夏油温泉、金ヶ崎温泉、真湯温泉）の 18 源泉を対象とした（図 1）。



図 1 岩手県内 13 箇所の温泉群

2.2 方 法

上記の対象温泉について、1982 年から 2001 年の 20 年間にわたり、毎年 10 月に調査を行った。調査項目は、湧出量、泉温、pH、ナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩素イオン、硫酸イオン、炭酸水素イオン、及び総成分量目安である蒸発残留物の 9 項目である。調査項目の測定は、「鉱泉分析法指針（昭和 57 年）」に従って行った。

結果と考察

3.1 測定項目の経年変化

対象とした 13 源泉の基本統計量（平均値、

標準偏差値、変動係数、最大値、最小値）を表 1 に示した。一応の目安として 10% の変動係数（C V 値）で判断した場合、いずれの源泉でも C V 値 10 % を超えなかった項目は pH のみであった（表 1）。しかし、測定項目ごとに個々の源泉を比較した場合、変動の大きさは異なり、源泉ごとに特徴が見られた。

3.1.1 湧出量（表 2）

湧出量は、隣接する源泉の影響や枯渇兆候を予測する上で、最も注目される項目である。全体的に湧出量は、泉温に比べて変動の幅が大きいという傾向であった。湧出量が一定なのは 4 源泉（綿帽子の里温泉、繫温泉 5 号泉、新鉛温泉 [第三黄金の湯]、金ヶ崎温泉 [新寿の湯]）だけで、他の源泉は C V 値が 13% から 52% と大きかった。

枯渇した 4 源泉の中で、金田一温泉「沖の湯」は、湧出量に変化することなく枯渇した。繫温泉「藤美の湯」は、毎分 140 ㍓の湧出量が、枯渇直前に 200 ㍓と約 50%、また、「荒湯」は毎分 67 ㍓が枯渇直前に 88 ㍓と約 30%、ともに急増した。一方「薬師の湯」は、泉温の時と同様に平成元年を境に毎分 53 ㍓が減少し続け、平成 7 年の枯渇直前には約 12 ㍓にまで減少した。「薬師の湯」は、泉温と湧出量の両方を低下させながら、徐々に枯渇したことがわかる。「藤美の湯」は、枯渇した年に湧出量が急激に増加した。このことは、源泉所有者が揚湯量を増やしたと判断され、過剰揚湯が枯渇の要因であったと考えられる。

他の源泉は、それぞれの源泉ごとに湧出量の増減を繰り返しながら推移した。

3.1.2 泉温（表 3）

泉温の変動が大きかったのは、綿帽子の里温泉、繫温泉 [薬師の湯] と湯川温泉 [出途の湯] の 3 源泉だけであった。他の源泉を見た場合、ほぼ一定の変動範囲で推移した。

繫温泉の「藤美の湯」、荒湯、及び「薬師の湯」と金田一温泉「沖の湯」の 4 源泉は、データが途中で切れているが、いずれも枯渇した

源泉である。この中で、繫温泉「薬師の湯」は、平成元年から枯渇直前の平成7年までの間に、徐々に下降して15 ほどの泉温低下が観測された。他の3源泉については、枯渇する前の泉温変化は特に認められなかった。

夏油温泉「真湯」のデータが、平成5年で途切れたのは、台風の影響を受けて夏油川が氾濫し、泥流が露天風呂に流れ込んで湧出口を塞いだために、一時的に温泉水の湧出がストップしたためである。この源泉は復旧されたが、回復後の泉温低下はほとんど認められなかった。湯本温泉のデータが平成12年度に途切れたのは一時的に構造上測定不能となったこと、志戸平温泉のグラフが平成12年度から途切れたのは施設が休廃業し源泉管理者の協力が出来なくなったためである。

3.1.3 化学成分

化学成分の経年変化の傾向は、個々の源泉で各項目とも、似たような傾向を示していた。従って、この章では代表的な成分について説明を行う。

a ナトリウムイオン（表4）

ナトリウムイオンで、測定値のCV値が10%を超えたのは、志戸平温泉「天王の湯」、湯川温泉「出途の湯」及び繫温泉「薬師の湯」の3源泉だけであるが、最高値と最低値の差が2倍を超える源泉はなかった。

志戸平温泉「天王の湯」は、昭和62年の観測でナトリウムイオン濃度が、240mg/kg から130mg/kg に急激に減少した。その原因は、昭和62年の調査前、1月9日に盛岡市で震度5を記録した激しい地震（岩手県内陸部北部地震M6.9）があり、3月中旬まで断続的に余震が継続した。「最初の地震の際に、お湯が一時的にストップして影響が見られた」という源泉所有者の話のとおり、地震という地殻変動により、地下水脈の流れが一時的に遮断されたと予想される。湧出量と泉温は、2~3日で回復し、翌年の観測時点では影響が認められなかった。このときの地震で志戸平温泉「天王の湯」は強い影

響を受けた。湯川温泉[出途の湯]も昭和62年の観測で370mg/kg から284mg/kg に減少したが昭和63年には374mg/kg と元に戻ったが地震の影響と考えられる。

一方、繫温泉「薬師の湯」は、泉温や湧出量と連動するように、徐々にナトリウムイオン濃度を低下させた。

志戸平温泉「天王の湯」と湯川温泉[出途の湯]及び繫温泉「薬師の湯」の枯渇前の成分減少は、硫酸イオンでも観測された（表5）。

他の源泉のナトリウムイオンは、どの源泉もある一定の範囲で変動しながら推移した。

b 炭酸水素イオン（表6）

化学成分の中で炭酸水素イオンは、変動の幅が特に大きな項目であった。

CV値が10%以内は金田一、綿帽子の里、繫5号泉、鉛、台、新鉛、湯本、湯川及び金ヶ崎温泉であった。繫温泉の「薬師の湯」と「荒湯」は枯渇の数年前から増加傾向が続いた。「藤美の湯」は数年増加が続き、枯渇直前に減少したが過剰湯の影響と考えられる。地震の影響があった志戸平温泉「天王の湯」は、炭酸水素イオンの濃度も低く、特に変化は確認されなかった。

自然湧出泉の夏油温泉「真湯」及び「滝の湯」の2源泉は、最高と最低値で2倍を超える大きな変動で推移した。現在のところ原因については不明であるが、夏油温泉の2源泉はいずれも平成10年に400mg/kg以上の濃度から200mg/kg以下の濃度に激減し、平成13年度まで減少したままの200mg/kg程度で観測されている。夏油温泉の成分減少は、炭酸水素イオンだけに見られた特徴であった。真湯温泉「真湯2号」が平成13年に半減したのは一過性なのか今後の観測で注意しなければならない。

全体的に、「掘削泉に比べて自然湧出泉の方が、炭酸水素イオンの変動が大きい」という傾向であった。

c 蒸発残留物（表7）

溶存する総成分量の目安である蒸発残留物の変動は、炭酸水素イオン以外の化学成分の変動と類似し、最高が最低の 2 倍を超える測定値で変動することはなかった。

源泉ごとに各測定項目の増減を見た場合、経年変動を示すデータからも解かるとおり、全体的に一定の変動の範囲で推移していることが読み取れた。変動のやや大きいのは志戸平温泉「天王の湯」、湯川温泉[出途の湯]、繫温泉「薬師の湯」であり長期減少傾向が見られる。ナトリウムイオンと同様、昭和 62 年に志戸平温泉「天王の湯」と湯川温泉「出途の湯」が 30～40%低下した。

3.2 各源泉の特徴

今回対象とした 18 源泉の中で、掘削泉が 12 源泉、自然湧出泉が 6 源泉である。これらの源泉を比較した場合、全体的に自然湧出泉の方が測定項目の変動が大きいという傾向であった。

3.2.1 金田一

金田一温泉は二戸市中心部から北に 6 km、青森県境から約 5 km 南下した地点にあり、資料によれば、寛永 3 年(1626)に発見され、その後南部藩の湯治場になり「侍の湯」と呼ばれた。昭和 29 年にボーリングに成功して急速に発展した。

掘さく泉の金田一温泉「金栄の湯」と「沖の湯」は、地下水量が豊富で地殻変動の激しい地域にある温泉であるが、自然湧出泉に比べて測定項目の変動は小さかった。昭和 62 年に枯渇した「沖の湯」は昭和 30 年に 300m 掘削した自噴泉であった。これに対して、「金栄の湯」は昭和 41 年に 245m 掘さくした動力泉であり、湧出量の変動は大きかったものの動力使用が枯渇することを防ぐ結果となった。動力泉に共通している泉温、泉質が安定している。

3.2.2 綿帽子の里温泉

綿帽子の里温泉「綿帽子の湯」は平成 3 年に 1,200m 掘削した動力泉である。平成 7 年から観測を始めた。泉温が上昇傾向。湧出量、泉質は変動が小さく安定している。

3.2.3 繫温泉

盛岡市の中心部から約 15 km 西の御所湖畔に位置する「繫温泉は」は、昔、源義家が阿部貞任を厨川の柵に攻めたとき、この地にやってきて戦陣の疲れを癒したといわれ、義家が馬を繫いだところから地名となった。口碑では 1058 年の平安末期に発見され、「南部藩の湯治場」として利用されていた。

枯渇した繫温泉の「荒湯」、「藤美の湯」及び「薬師の湯」は蒸発残留物が約 600mg/kg で変動も小さいが、泉温と湧出量は変動の幅が大きいという結果であった。繫温泉は、使用量に対して慢性的に給湯量が不足していた温泉で、繫温泉の地下に熱源があるにせよ不安定に供給される給水量を反映したと考えられた。

「5 号泉」は平成 3 年に 1,000m 掘削した動力泉である。平成 9 年から観測している。湧出量、泉温、泉質ともに安定している。さらに、水位計による温泉井戸の水位の徹底管理がなされている。

3.2.4 台温泉、大沢温泉、鉛温泉、新鉛温泉、志戸平温泉

台温泉は脚を傷めた鶴がいで湯で直していたことから発見され、元中 4 年(1387)の開湯と伝えられている。大沢温泉は豊沢川の中流部に位置し、宮沢賢治や高村光太郎が通った温泉である。由来は坂上田村麻呂が蝦夷征伐の時に発見したと伝えられている。豊沢川の上流部にある鉛温泉は嘉吉 3 年(1443)に藤井家遠祖が発見、名の由来はこの山で金鉱が発見され、これを隠すため「鉛」といったことによる。新鉛温泉はさらに上流部に位置し近年掘さくした温泉である。志戸平温泉は大沢温泉と同様に坂上田村麻呂の発見と伝えられているが、開湯は元禄年間(1688～1704)といわれる。これらの温泉は、いずれも花巻市の西の奥羽山系に属するが、鉛温泉の方が志戸平温泉よりも更に 6 km ほど山間部に位置する。

台温泉「滝の湯」は掘さく泉の自噴井で平成 5 年から本格的調査を行っている。湧出量、泉

温、泉質とも安定している。平成 10 年 9 月 3 日の栗石町長山を震源とする M6.1 の岩手県内陸北部地震の際、白濁を観測した。

大沢温泉「大沢の湯」は掘さく動力泉で平成 6 年から調査を行っている。安定した温泉である。

鉛温泉「下の湯」は掘さく深度が 300m の動力泉で地殻変動の影響を受け難い湯脈と考えられ、非常に安定した温泉である。また、利用施設が 1 軒の宿泊施設ということから、無理のない利用が出来ている。

新鉛温泉「第三黄金の湯」は掘さく深度 1000 m の動力泉で平成 5 年から調査を行っている。利用施設がホテル 1 軒ということで鉛温泉と同様安定している。

志戸平温泉は、掘削深度 200m であるが、地震などの地殻変動の影響を受けやすい源泉であった。昭和 62 年の地震の際も、温泉水の中断は一時的なものですぐに回復されたが、溶存成分に対する影響は顕著であった。この地震の影響で、蒸発残留物はほぼ半減し、復帰するために 2 年の歳月を必要とした。志戸平温泉「天王の湯」は、「地震の影響が観測された源泉」であること、湧出量を含めて「各項目とも変動が大きい」ことを考慮すれば、特にこの源泉は不安定な地層に位置する温泉であると考えられた。

3.2.5 湯川温泉,湯本温泉

湯川温泉は古くから秋田・岩手両県の湯治場として賑わってきたが、由来は不詳である。湯本温泉は正岡子規が明治 27 年に訪れている。開湯は万治元年（1658）と伝えられている。

湯川温泉「出途の湯」は、湯川の河川敷から湧出し、変動の大きい源泉である。この温泉は、溶存成分の変動も大きい、それ以上に湧出量と泉温の変動が大きな源泉であった。湧出量と泉温、泉質とは相関はないが、泉温と泉質には正の相関が高い。過去の湯川温泉「出途の湯群源泉」の湧出量と泉温の関係は正の相関の傾向が見られた（湯川温泉・湯本温泉地域温泉総合

科学調査報告書(昭和 47 年、岩手県・湯田町)）、蒸発残留物を泉質の代表としてみると長期的には減少傾向である。大きな地震のあった後減少し、減少の翌年増加している。(昭和 62 年 1 月 9 日岩手県内陸北部地震 M6.9、平成 6 年 10 月 4 日北海道東部沖地震 M8.1、同年 12 月 28 日三陸はるか沖地震 M7.5、平成 10 年 9 月 3 日岩手県内陸北部地震岩手山 M6.1)。過去の月別降水量からみて河川の増水による希釈影響は少ないものとする。

湯本温泉「第 6 号泉」は昭和 55 年（平成 3 年増掘）に掘削した動力泉で平成 4 年から観測を始めた。泉温、泉質は変動が小さく安定している。

3.2.6 夏油温泉

夏油温泉は嘉祥年間（848～851）の発見と伝えられ、江戸時代から胃腸の湯として温泉番付で東の大関「奥州岳の湯」として挙げられていた。

夏油温泉の 2 源泉は、湧出量は最大でも 10 ㍓/min. をわずかに超える程度で、湧出口が露天風呂として直接に使用されている。これらの源泉は湯脈の亀裂から沸いてくる温泉であるが、温泉水の供給量が十分なためか湧出量の変動は自然湧出泉としては小さかった。泉温と成分変動が大きいのは、この夏油温泉は表流水の影響を受けやすい構造であり、更に高濃度の炭酸水素イオンの変動が大きいことは、不安定に変化する火山性ガスの影響を反映していると考えられた。泉温と蒸発残留物は変動が小さく比較的安定している。炭酸水素イオンが平成 10 年度からそれまでの濃度の半分になったまま 4 年間安定している。

3.2.7 金ヶ崎温泉

金ヶ崎温泉「新寿の湯」は平成 2 年に 1,500m 掘削した動力泉であり平成 4 年から観測を始めた。湧出量、泉温、泉質ともに安定している。

3.2.8 真湯温泉

発見は 1846 年とされている。真湯 2 号泉は昭和 63 年に 1,500m 掘削した動力泉である。泉

温、泉質は安定している。ただ、平成 13 年に炭酸水素イオンが半減したのは一過性のものか低下したままになるのかは今後の観測を待つことになる。

3.3 源泉の枯渇状況と枯渇要因

岩手県内で、源泉枯渇が顕著なのは「台・花巻温泉」、「金田一温泉」、及び「繫温泉」の 3 温泉である。今回は、「金田一温泉」と「繫温泉」の枯渇の状況と要因について検討を行った。

3.3.1 金田一温泉

火山地帯には属さない北上山地の北の端にあって、半径約 500m の範囲に点在する温泉である。付近の地質は、古生層を基盤としている。温泉の熱源は、新期の火成岩ではなく古生層の深部に存在する花崗岩で、古生層上部の風化亀裂帯などに貯蔵された温泉水が、馬淵川断層から下って傾斜する古生層沿いに流れ、金田一温泉方向へ流れ込んでくると推定されている。この地帯の温泉水は、被圧が高く掘削するだけで自噴するが、泉温は 40 に達しない温泉が多く、時には放射能泉などが湧出する。

金田一温泉は、1954 年（昭和 29 年）に初めて掘削され、これまでに 12 の源泉が登録されてきた（図 2）。しかし大部分の源泉は、「枯渇又は減衰」して現時点で利用可能なのは 2 源泉だけであり、枯渇現象が顕著に観測される。登録された源泉名と枯渇状況を 図 2 に示した。この枯渇状況を見ても、「金田一温泉」の源泉枯渇は、他源泉の影響を受けて発生した枯渇であるとは考えられない。この温泉で頻繁に発生する枯渇現象は、次のような要因が考えられる。

この「金田一温泉」一帯は、地下水が豊富で地盤の隆起や収縮が激しく、「急に沼地が出現した」、「建てた家が、数年のうちに 90 度も回転した」、「敷地が一筆丸ごと消滅した」、「源泉を掘削したパイプが隆起した」などの地盤の変動を裏づける現象が随所に見られる。

そのため岩手県では「地すべり対策」として、あちこちの傾斜面にパイプを水平に通し、水抜

きを行っている地帯である。

さらに「金田一温泉」の源泉は、200～300 m の掘削で、30～35 の低温泉が毎分数百リットル自噴するが、数年のうちに湧出量が 10% 未満に激減するという特徴がある。調査期間中にも自噴泉の「沖の湯」が枯渇し、存続しているのは動力泉の「金栄の湯」であった。2 つの源泉の泉温と泉質の変動は小さく安定していた。自噴泉が枯渇した兆候はこれらの変動から予測は非常に難しいものであった。

以上のことから、「金田一温泉」は地すべり地帯にあって地殻変動が進行中であることが、地下水脈の流れと被圧を不安定なものとし、掘削して滞留していた温泉水を 2～3 年揚湯した後には、給水量は僅かで被圧も弱まり、自噴できなくなる。これによって発生した空間が地すべりで塞がれ、涸渇現象を誘発していくと推定された。

3.3.2 繫温泉

かつては、自然湧出泉だけの温泉地であったが、昭和 26 年に掘削が始まり、昭和 30 年代には 200 m 前後の掘削泉が 3 本、40 年以降は 600m、800m、1000 m と深度を増し、これまで 22 源泉が登録されてきた（図 3）。

このうち現在利用されているのはわずか 6 源泉で、他の 16 源泉は枯渇したか、利用すると他源泉への影響があるので使用できない源泉である。源泉の推移状況を 図 3 に示した。この図から判断して「繫温泉」は、地すべり地帯の「金田一温泉」とは、異なった枯渇状況であったことが解かる。

この温泉は、施設の近代化に伴い、各経営者が無作為に次々と掘削し、過剰揚湯を行った。その結果、「繫温泉」全体の給湯量は限られていたために、掘削深度を深くする必要があった。しかし既存の源泉は、新規掘削泉の影響を受けて、その都度に枯渇していくという悪循環に陥っていったと推定される。調査期間中にも、対象としていた 3 源泉すべてが枯渇した。3 源泉の泉質で、特に「薬師の湯」では硫酸、塩素、

ナトリウム各イオンが数年減少し、炭酸水素イオンが数年上昇した後枯渇した。他の温泉地の泉質も変動はあるものの繰り返し現象が見られるが、片寄りは見られない。繫温泉の3源泉は上流側から枯渇した。「藤美の湯」は「荒湯」の下部に斜め掘削したため泉質の変化は炭酸水素イオンを除いて似通ったものであった。「無作為掘削と過剰揚水のために枯渇する温泉」の、モデルのような枯渇例であると考えられる。現在では昭和47年から源泉管理有限会社を設立し、集中管理方式を採用して、24の施設で共同利用している。

3.4 地震・降水量の影響

3.4.1 地震の影響

昭和57年以降¹⁴⁾で県内または三陸沖で発生した大きな地震は昭和58年5月26日の日本海中部地震M7.7、昭和62年1月9日の岩泉町岩泉付近を震源とする岩手県内陸北部地震M6.9。平成6年10月4日北海道東部沖地震M8.1、平成6年12月28日の三陸はるか沖地震でM7.5。平成10年9月3日の雫石町長山を震源とする岩手県内陸北部地震M6.1である。影響が顕著に現れたのは志戸平温泉「天王の湯」、湯川温泉「出途の湯」及び金田一温泉「沖の湯」である。

a 志戸平温泉「天王の湯」

3回の地震で湧出量と蒸発残留物の減少、炭酸水素イオン濃度の増加が観測された。特に昭和62年の地震が大きかった。

b 湯川温泉「出途の湯」

3回の地震で蒸発残留物の減少、2回の地震で泉温の低下及び湧出量の増加が観測された。天王の湯と同様昭和62年の地震の影響が大きかった。

c 金田一温泉「沖の湯」

3回の地震で湧出量の低下が観測された。特に「三陸はるか沖地震」のときは蒸発残留物と炭酸水素イオン濃度の低下が観測された。

3.4.2 降水量の影響

降水量影響については、掘さく自噴泉を含め

た自然湧出泉について検討した。

降水量と泉温について、源泉近くの月別降水量¹⁵⁾から冬季間(11~4月)で前年と前々年合計の降水量とに夏油温泉「滝の湯」が1%の危険率で正の相関がみられた。また同様の期間湯川温泉「出途の湯」とは5%の危険率に近い正の相関がみられた。湧出量では夏油温泉「滝の湯」と前々年の冬期間が5%の危険率で正の相関がみられた。また、台温泉「滝の湯」の泉温と9月の降水量と5%の危険率で負の相関がみられた。金田一温泉「沖の湯」はデータ数が少ないが4~7月、前+前々年の冬期間の降水量と泉温に正の相関がみられた。

降水量と湧出量の相関係数

月別降水量	湯川出途の湯	夏油滝の湯	台滝の湯	金田一沖の湯
n	18	18	7	6
同年9月	0.1045	0.0806	-0.7948*	0.3274
前年12~3月	0.1305	0.4679	-0.1025	0.2698
前年11~4月	0.3097	0.4107	-0.0644	0.5498
前+前々年11~4月	0.4418	0.5898**	-0.5578	0.9129*
前々年11~4月	0.2077	0.4032	0.0717	0.5600

降水量と泉温の相関係数

月別降水量	湯川出途の湯	夏油滝の湯	台滝の湯	金田一沖の湯
n	18	18	7	6
同年9月	-0.2589	0.0572	-0.0959	0.6344
前年12~3月	-0.1067	0.3632	-0.1666	0.2898
前年11~4月	-0.0649	0.3827	-0.1413	0.3715
前+前々年11~4月	0.0472	0.2723	-0.3181	0.8146*
前々年11~4月	-0.0353	0.5301*	-0.3297	0.5087

* 5%の危険率で有意 ** 1%の危険率で有意

まとめ

20年間にわたる経年変動調査の結果を、つぎのように要約できる。

1. 測定項目の経年変化の中で、変動が小さい(CV値が10%未満)項目は、pHだけであった。他の項目は、自然湧出泉とか掘削泉の区別なく、大きな変動で推移した。

2. 測定項目の変動の大きさは、温泉群や源泉ごとにばらつきが大きく異なった。このことは「温泉群や源泉ごとに、各測定項目の固有変動がある」ということを示している。今回の観測データには、「地震などの地殻変動や自然災害の影響」が反映されていた。しかし測定値から、源泉枯渇の兆候を確認することができなかった。源泉の枯渇は、もっと短期間に起こり、しかも急激に進行する源泉の変化であると推定される。ただ、繫温泉の3源泉のように泉質の片寄りがみられると、過剰揚湯の場合は枯渇の推測は不可能ではないものとする。自然湧出泉は炭酸水素イオンの偏りに注目していきたい。

3. 源泉枯渇の要因は、「繫温泉」は「無秩序な掘削と過剰揚湯」という人為的な枯渇であるのに対し、「金田一温泉」は「地殻変動」という自然発生的な枯渇であると考えられた。枯渇を防ぐ方法として、「繫温泉」では計画的利用と運営により、無理な過剰揚湯をしないという対策が必要である。一方、金田一温泉では、枯渇要因が現在も進行中の地殻変動であるだけに対策は難しい。金田一温泉では、掘削後に湧出量は激減するものの、動力揚湯することが枯渇時期を延長する要因であり、温泉水の供給量に応じた揚湯をしていくということが対策の一つと考えられた

掘さく泉で動力揚湯の場合は水位計による動水位と静水位、湧出量及び泉温の測定と記録によるデータ管理が源泉の枯渇を防ぐ最大の防護手段となる。

参考文献

- 1) 渡抜邦彦, 草津温泉の化学変化的特長と温泉の保護, 温泉科学, 第49巻第3号, 90, 1999
- 2) 吉池雄蔵, 秋田県玉川温泉の化学成分の経年変化, 温泉科学, 第43巻, 56, 1993
- 3) 小坂丈予ほか, 万代鉱温泉の湧出に伴う草津温泉群の水質変化について, 温泉科学, 第47巻, 166, 1998
- 4) 高橋春男ほか, 浅間山周辺の湧水の化学成分とその変動, 温泉工学誌, Vol.17, No.1, 1, 1982
- 5) 小坂丈予, 岩石の変質と温泉の化学成分, 温泉科学, 第45巻第3号, 159, 1995
- 6) 佐藤幸二, 地震による温泉の湧出量、水位の変化例, 温泉工学誌, Vol.12, No.2, 1977
- 7) 高橋正明ほか, 1986年伊豆大島火山の噴火により形成された小清水温泉(大島温泉浜の湯), 温泉科学, 第49巻, 179, 2000
- 8) 佐藤徳松, 適正揚水量の決定法, 温泉工学誌, Vol.12, No.2, 85, 1964
- 9) 甘露寺泰雄ほか, 温泉水の過剰採取と枯渇現象について, 温泉工学誌, Vol.10, No.1, 16, 1975
- 10) 甘露寺泰雄ほか, 温泉水の過剰くみ上げとNa/K比の変化(その1), 温泉工学誌, Vol.18, No.2/3, 67, 1984
- 11) 甘露寺泰雄ほか, 温泉水の過剰採取と枯渇現象について(その4), 温泉工学誌, Vol.15, No.2/3, 67, 1981
- 12) 西村進, 温泉・地下水と地震, 温泉科学, 第48巻, 142, 1998
- 13) 辻澤廣ほか, 兵庫県南部地震による県内温泉への影響, 和歌山県衛生公害研究所年報, No.42, 35, 1996
- 14) (財)日本気象協会, 地震・火山概況, 気象, No.309, 1983.1~No.538, 2002.3
- 15) (財)日本気象協会盛岡支部, 地域気象観測降水量(mm)月報, 岩手県気象月報, S55.4~H13.3