



原 著

三重県における温泉利用施設の浴槽水質検査結果から 推測される温泉資源の利用状況と地域特性

森 康則^{1)*}, 西 智広¹⁾, 川邊揚一郎¹⁾, 吉村英基¹⁾

(平成30年3月1日受付, 平成30年5月28日受理)

Regional Hot Spring Usage Characteristics and Conditions Inferred from Bathtub Water Quality Examination in Hot Spring Facilities in Mie Prefecture

Yasunori MORI^{1)*}, Tomohiro NISHI¹⁾, Yoichiro KAWABE¹⁾ and Hideki YOSHIMURA¹⁾

Abstract

In 2004, a revision to “Hot springs law” was effected, covering items such as requirements for displaying additional water, warming, bath additives, and cycle filtration used in hot spring facilities. Mie Prefecture is strengthening the examination of hot spring facility pursuant to the guidelines titled, “Guidelines on the examination of bathtub water quality in hot spring facilities”, regulated in 2005. This study discusses the regional characteristics and conditions of hot spring usage based on data accumulated over the previous dozen focal years (2005–2016). The following cases of “deviance” from the guidelines were regulated : e.g., in case of non-displaying additional water, target component concentrations in bathtub waters changed greatly compared to concentrations in hot spring tank waters because of a potential for additional water. The guidelines interpreting “deviance” include some altering factors affecting the target component concentrations (e.g., the addition of water). In these cases, the authorities of Mie Prefecture conducted additional examination or provided administrative advice as necessary.

In this study, 226 facilities were examined and 69 facilities (31%) considered “deviance” over the course of 12 years. The deviance ratio was 54% in the Nanseishima region (including Ise-shi, Toba-shi, Shima-shi, and Watarai-gun), but only 4% in the Kuwana region (Kuwana-shi, Inabe-shi, Kuwana-gun, and Inabe-gun). Despite the many hot spring facilities in the Nanseishima region, the likely usage volume of hot spring water in the region is relatively low. The regional conditions governing hot spring usage (namely, the lack of prospective hot spring resources due to complex faults system caused by structure of accretionary prism and numerous hot spring facilities) are also considered. The authorities need to control effectively via administrative advice with careful consideration of these

¹⁾三重県保健環境研究所 〒512-1211 三重県四日市市桜町 3684-11. ¹⁾Mie Prefecture Health and Environment Research Institute, 3684-11 Sakura-cho, Yokkaichi 512-1211, Japan. *Corresponding author : E-mail moriy04@pref.mie.jp, TEL 059-329-2917, FAX 059-329-3004.

regional characteristics and condition of hot spring usage.

Key words : Hot springs law, bathtub water quality, hot spring water resources

要 旨

平成 16 年 (2004 年), 加水や加温, 入浴剤の添加, 循環ろ過の使用に関する表示義務を内容とする温泉法施行規則改正がなされたことを契機に, 平成 17 年 (2005 年) から三重県では, 温泉法第 35 条に基づく立入検査を強化し, 「温泉利用施設の浴槽水質検査等実施要領」を策定して, 温泉利用施設の浴槽水質を対象とした行政検査を現在まで継続している. 検査開始から 12 年が経過した現在, これまでに蓄積された検査データをもとに, 三重県内の温泉利用状況やその地域特性を検討した. 同要領では, 浴槽水の対象成分濃度が源泉タンク水の濃度との乖離が著しい場合等, 通常の成分変動幅を超える何らかの要因 (温泉法に基づく掲示のある加水は除く) の可能性が考えられる場合を「逸脱」と判定することと規定している. このような場合には, 必要に応じて追加調査や行政指導を実施している.

本研究で対象とする平成 17 年度 (2005 年度) から平成 28 年度 (2016 年度) の 12 年間において, 226 施設を対象に検査を実施し, うち 69 施設が逸脱と判定された. 検査結果を地域区分別に検討したところ, 南勢志摩地域 (伊勢市, 鳥羽市, 志摩市, 度会郡) は逸脱判定率が 54% であったのに対し, 桑名地域 (桑名市, いなべ市, 桑名郡, 員弁郡) では逸脱判定率が 4% と, 地域区分別で大きな差異が認められた. この差異の理由について検討したところ, 南勢志摩地域に位置する温泉利用施設の多さに対し, 同地域の温泉水の使用可能量が少ないことが遠因となっていることが推測された. 加えて, 南勢志摩地域は, 付加体構造に代表される複数の断層系が発達した複雑な地質環境であるため, 温泉資源の新規開発が容易ではなく, 現状の温泉資源量の不足分を津地域からの運び湯によって供給を安定化している現状が窺われた. このような地域の実情や特性に考慮しながら, 引き続き効果的な行政施策に努めていく必要がある.

キーワード: 温泉法, 浴槽水質, 温泉資源

1. はじめに

平成 16 年 (2004 年) に表面化した長野県松本市白骨温泉の入浴剤添加騒動に端を発し, 温泉の不当表示問題が全国に波及した. これを機に, 平成 17 年 (2005 年) に温泉法施行規則が改正され (平成 17 年 2 月 24 日公布, 平成 17 年 5 月 24 日施行), 加水, 加温, 入浴剤の添加, 循環ろ過の使用について, これらの行為を実施している場合はその旨と理由を掲示することが義務化された (温泉法施行規則第 10 条第 2 項).

多くの温泉利用施設がこれらの届出が必要となる加水等を行っている一方で, いわゆる「源泉 100%」や「源泉かけ流し」をセールスポイントとし, 加水を行っていない施設もある. 温泉法に基づく掲示を正確かつ実効性のあるものにするためには, 加水掲示がされていない施設が実際に加水されていないということを, 客観的に担保することが理想的であるが, 立入検査の現場確認だけで温泉浴槽に加水されていないことを判断することは, 極めて困難である.

そこで三重県では, 「温泉利用施設の浴槽水質検査等実施要領」を策定して, 平成 17 年 (2005 年) から行政検査を行い, 化学分析による客観的データによって加水掲示の適正性を確認している (三重県, 2017 Appendix 参照). 具体的なスキームは, 三重県内の温泉利用施設に対して, 温泉法第 35 条に基づく立入検査を行い, 温泉法に基づく加水等の掲示内容を確認するとともに, 浴槽水や源泉タンク水の採水を行い, これらの水質分析結果を根拠として, 温泉法に基づく掲示内容の適正性を検証し, その検査データを事業者にフィードバックしながらその後の指導を行う, というもの

である。

三重県では、平成 17 年度 (2005 年度)～平成 28 年度 (2016 年度)において、226 施設 (複数回検査を実施した施設もあるため、延べ 296 施設)を対象に検査を実施してきた。本研究ではこれらの結果を概括するとともに、地域区別に検査結果の考察を行ったところ、温泉資源の有効利用や温泉利用施設の衛生管理の上で有用な知見が得られたため、以下に報告する。

2. 方 法

温泉の浴槽水質検査の実施方法については、温泉利用施設の浴槽水質検査等実施要領に準拠して行った。検査スキームについては、同要領 (Appendix) や森ら (2010) に詳述されているため、ここではその主要部分の概説のみに留める。

まず、温泉法第 35 条に基づく温泉利用施設に基づく立入検査において、源泉タンク水および実際の浴槽水を採取する。採水した検体は、1 次調査 (スクリーニング調査) として、その温泉水を特徴づける主要な 2 成分 (陽イオン (主に Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) から 1 成分、陰イオンまたは非解離成分 (主に F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , H_2SiO_3 , HBO_2) から 1 成分) を選定し、鉍泉分析法指針 (環境省自然環境局, 2014) に準拠した以下の方法で分析を行う。

なお、以下の測定方法は、現行で採用する方法を記載している。本研究の対象期間が長期にわたるため、一部については更新されているものがあるが、以後の考察に影響を与えるような大きな変更は行っていないことを申し添える。

Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} : 原子吸光光度法

測定機器 : 原子吸光光度計 SHIMADZU AA-7000

方式 : Air-C₂H₂ フレーム

試料 : HCl 固定

F^- , Cl^- , SO_4^{2-} : イオンクロマトグラフ法

測定機器 : イオンクロマトグラフ Thermo (DIONEX) DX-120

分離カラム : AS-23 (4×250 mm)

方式 : サプレッサ

移動相 : 4.5 mmol/L Na_2CO_3 + 0.5 mmol/L NaHCO_3 溶液

流速 : 1.00 mL/min

試料 : 0.45 μm メンブレンフィルターろ液

H_2SiO_3 : モリブデンイエロー比色法

測定機器 : 紫外可視分光光度計 SHIMADZU UV-2450

HBO_2 : ICP 発光分光分析法

測定機器 : ICP 発光分光分析装置 SHIMADZU ICPS-8100

分析結果から、次の条件に該当する場合は、要領に基づき「逸脱」と判定する。①浴槽水の対象成分値が、源泉タンク水に比べ 20% 以上変動していると認められた場合、②源泉タンク水の対象成分値が、掲示されている成分表の値と 50% 以上変動していると認められた場合。

これらの条件に相当し、「逸脱」と判定された場合は、引き続きその原因の検証を試みる。最も容易に考え得る原因は浴槽水への「加水」であるが、それ以外にも、浴槽水の換水不足による衛生管理の不備や、源泉自体の大きな成分変動等も「逸脱」の判定要因となり得る (森ら, 2010)。1 次

調査（スクリーニング調査）の分析結果だけで「逸脱」の判定要因が明らかな場合には、事業者によるその検査結果と検証内容をフィードバックし、必要に応じてその対策を指導する。一方で「逸脱」の判定要因が明らかにできない場合は、再度2次調査を行い、換水状況や清掃等のメンテナンス状況等を含めた詳細な調査を実施する。これらの一連の検査の結果、万一、不当な掲示が行われていることが判明した場合には、温泉法に基づく適正な掲示に向けた指導を行うこととしている。

本研究では、浴槽水質検査の「逸脱」の判定数を指標化して考察するために、式(1)により、対象施設数と「逸脱」判定施設数の割合から「逸脱」判定率 Dev (%) を計算した。なお、同一施設で複数回検査を行った施設については、一回でも「逸脱」判定された場合は、「逸脱」判定された温泉利用施設数 (F_{Dev}) に含めた。

$$Dev (\%) = \frac{F_{Dev}}{F_{Tag}} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Dev : 「逸脱」判定率 (%)
 F_{Dev} : 「逸脱」判定された温泉利用施設数
 F_{Tag} : 検査対象施設数

「逸脱」判定の基準について、必ずしも「逸脱」の判定が「不適切な状態」ではないことは付記しておきたい。本検査における「逸脱」判定基準は、本研究で対象とする加水行為の有無を示す指標として有効ではあるが、森ら (2010) は、適切な浴用利用であっても、入浴客数の多い浴槽や、浴槽水の蒸発が促進される露天風呂で循環ろ過処理を行っていたりすること等により、要領上の「逸脱」として判定される場合がある可能性を指摘している。これらの要因による「逸脱」判定は、衛生管理上の問題があるというものではない。本研究で示す「逸脱」判定施設数には、そのような施設も含まれていることに留意されたい。

さらに本研究では、県の温泉利用状況に関するデータを用いて、各地域区分における温泉水の最大使用可能量と使用可能残量を求めた。これらの値の求め方は、以下のとおりである。

温泉法第 11 条に基づく動力装置許可の際に、「温泉資源の保護に関するガイドライン」(環境省自然環境局, 2009) や「温泉モニタリングマニュアル」(環境省自然環境局, 2015) に基づいて集湯能力調査 (段階揚湯試験, 連続揚湯試験, 水位回復試験) が行われる。その結果から得られる温泉井戸の限界揚湯量に、安全係数を乗じた適正揚湯量から、その温泉井戸の許可揚湯量が求められる (森, 2013)。このデータをもとに、各地域区分に位置する全ての温泉の許可揚湯量の積算値から、各地域区分における最大使用可能量を求めた。

また、温泉法第 15 条に基づく温泉利用許可を受ける際には、利用する温泉とその利用量を明示する必要がある。このため、動力装置許可の際の許可揚湯量とその利用量をもとに、現状としてどれくらいの量の温泉水が利用されており、温泉井戸の許可揚湯量に対して、どれくらいの残量があるかを計算することができる。この計算結果をもとに、各地域区分に位置する全ての温泉の残量の積算値から、各地域区分における使用可能残量を求めた。

以上のことから、最大使用可能量と使用可能残量の関係は、式(2)に整理することができる。

$$HSW_{Res} = HSW_{Lik} - HSW_{Usi} \dots\dots\dots(2)$$

HSW_{Res} : 使用可能残量 (m³/day)
 HSW_{Lik} : 最大使用可能量 (m³/day)

HSW_{Usi} : 温泉法利用許可上の総温泉利用量 (m^3/day)

本研究では、各地域区別の特性や傾向を明らかにするために、三重県の行政上の地域区割である 9 地域に区分して、考察を進めた。本研究における地域区分を Fig. 1 および Table 1 に示す。なお、四日市市内の温泉法上の利用に係る所管機関が、平成 20 年度 (2008 年度) から三重県から四日市市に移管されたことから、移管後の四日市市内のデータは本研究の対象外とした。

3. 結果および考察

3-1. 「逸脱」判定率の地域傾向

三重県における温泉利用施設における浴槽水質検査の全ての結果をもとに、Table 2 に各地域区分における温泉利用施設数と浴槽水質検査対象施設数、対象施設の中から 1 次調査 (スクリーニング調査) により「逸脱」と判定された施設数を、それぞれ示す。

本研究で対象とする 12 年間に於いて、226 施設を対象に検査を実施した。

そもそも温泉利用施設数には、地域的な偏在がある。例えば、観光地で温泉利用客の多い地域である南勢志摩地域では温泉利用施設数も多いため、浴槽水質検査も多く実施しているが、まだ全ての施設を網羅するまでには至っていない。加えて、行政的な判断により、同一施設で浴槽水質検査を複数回実施している施設もある。浴槽水質検査対象施設には、影響の大きい公共施設や施設規模の大きい施設等を優先して選定しているためである。このため、本研究で用いたデータには行政ニーズに起因する相応のバイアスを伴う可能性があるため、本研究の結果の解釈にはこのことを勘案する必要がある。

これらの各地域区別の結果をもとに、式(1)により逸脱判定率 Dev (%) を計算した。各地域区分におけるそれらの結果を Table 2 に示す。

計算の結果、226 施設の検査対象施設のうち、県全



Fig. 1 Map of the Mie Prefecture study area. This shows region classification drawing in this study.

Table 1 Region classification in this study.

Region	Ellipsis notation	Municipal organizations
Kuwana	KWN	Kuwana-shi, Inabe-shi, Kuwana-gun, Inabe-gun
Yokkaichi	YKC	Yokkaichi-shi [※] , Mie-gun
Suzuka	SZK	Suzuka-shi, Kameyama-shi
Tsu	TSU	Tsu-shi
Matsusaka	MSK	Matsusaka-shi, Taki-gun
Nanseishima	NNS	Ise-shi, Toba-shi, Shima-shi, Watarai-gun
Iga	IGA	Nabari-shi, Iga-shi
Kihoku	KHK	Owase-shi, Kitamuro-gun
Kinan	KNN	Kumano-shi, Minamimuro-gun

※ Examination results of Yokkaichi-shi are for 2005 - 2007.

Table 2 Number of hot spring facilities, located in each region, that underwent an examination of bathtub water quality, and hot spring facilities considered "deviance" in the examination. Number of hot spring facilities counted multiple times show in "total number" fields. In this study, 226 facilities were examined and 69 facilities (31%) were considered "deviance" over the course of 12 years. In the Nanseishima region (NNS) the predominantly high number of hot spring facilities is shown. And, in the region, the predominantly high number of hot spring facilities considered "deviance" is shown. In addition, *Dev* (%) indicates ratios of hot spring facilities considered "deviance" in examination of bathtub water quality. The ratios are calculated by formula (1). The deviance ratio was 54% in the Nanseishima region (NNS), but only 4% in the Kuwana region. In the Nanseishima region (NNS), the predominantly high ratio of hot spring facilities considered "deviance" is shown. Meanwhile, in the Kuwana region (KWN), the ratio of hot spring facilities considered "deviance" is low.

	Number of hot spring facilities					<i>Dev</i> (%)
	Total	Underwent an examination	(total number)	Considered "deviance"	(total number)	
KWN	43	28	(37)	1	(1)	4
YKC	71	45	(56)	7	(7)	16
SZK	16	11	(17)	3	(3)	27
TSU	65	36	(46)	9	(10)	25
MSK	13	12	(19)	4	(4)	33
NNS	123	63	(71)	34	(37)	54
IGA	23	15	(24)	6	(9)	40
KHK	8	8	(12)	2	(3)	25
KNN	15	8	(14)	3	(4)	38
Total	377	226	(296)	69	(78)	31

体の「逸脱」判定率は31%であった。また、検査結果を地域区分別に計算したところ、桑名地域では「逸脱」判定率が4%と他に地域に比べて極めて低い値であった一方、南勢志摩地域の「逸脱」判定率は54%と突出して高い結果であった。

3-2. 各地域の温泉水の最大使用可能量と使用可能残量

式(2)を用いて、各地域区分における温泉水の最大使用可能量と使用可能残量を計算した結果を、それぞれ Fig. 2 に示す。

その結果、温泉水の最大使用可能量は桑名地域が約 20,000 m³/日と圧倒的に多く、また使用可能残量についても、桑名地域が約 16,000 m³/日と多いことが明らかになった。この結果は、桑名地域では温泉水の使用可能量が多いことだけでなく、最大使用可能量の約4分の1しか使用しておらず、使用可能残量にも余裕があることを示している。対照的に、温泉需要量が多い南勢志摩地域については、最大使用可能量は 6,000 m³/日弱と、温泉利用施設数が他の地域に比べて多い割には、特筆して温泉使用可能量が多いとは言えない現状が窺われた。

Table 2 に示した各地域区分の温泉利用施設数をもとにして、各地域区分の一施設あたりの温泉水の最大使用可能量と使用可能残量を Fig. 3 に示す。桑名地域は1施設あたり平均約 480 m³/day の温泉水を使用可能であるのに対し、南勢志摩地域ではその約 10 分の1 相当の約 45 m³/day の温泉水しか使用できないことになる。温泉利用施設の規模に応じて温泉水の使用量は変わるため、一概には言えないものの、桑名地域に比べて南勢志摩地域の温泉利用施設が温泉水を使用できる量は相当程度少ない現状が示された。

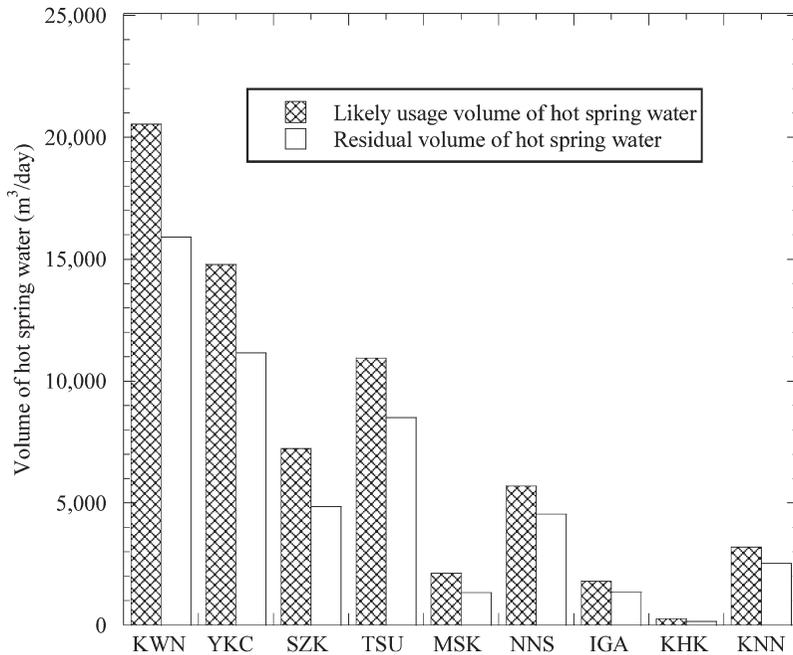


Fig. 2 Likely usage volume of hot spring water and residual volume of hot spring water in each region. The likely usage volume and residual volume in the Kuwana region (KWN) is maximal. The likely usage volume in the Nanseishima region (NNS) is nearly one quarter of that in the Kuwana region (KWN).

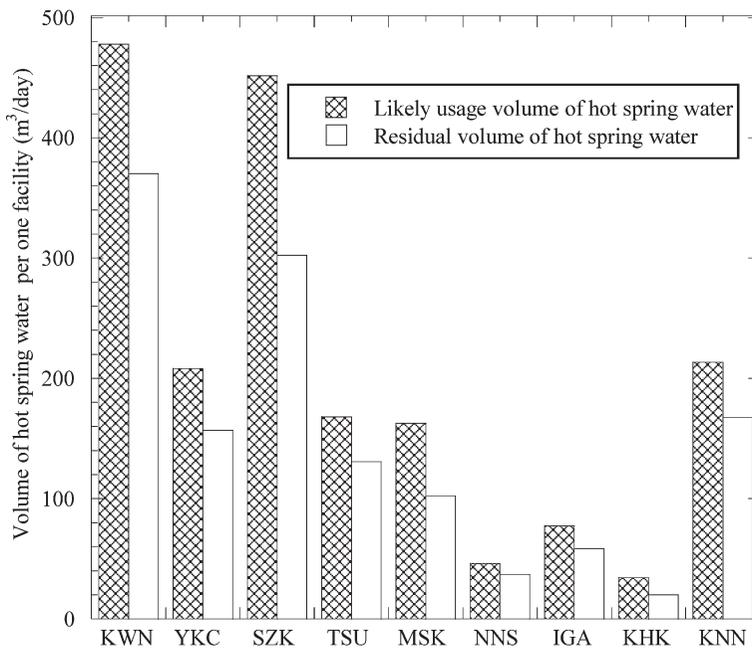


Fig. 3 Likely usage volume of hot spring water, and residual volume of hot spring water, per one hot spring facility in each region. Despite the many hot spring facilities in the Nanseishima region (NNS), the likely usage volume of hot spring water in the region is relatively low.

3-3. 三重県内の温泉水輸送状況

温泉使用可能量が十分とは言えず, かつ温泉需要量が多い地域に位置する温泉利用施設に対し, 十分な温泉水を供給するためには, 近隣源泉からの配湯以外の何らかの温泉水の供給システムが必要である. そこで, 県内における温泉水の輸送(運び湯)の状況について考察する.

各地域区分に位置する温泉井戸が, 配湯や運び湯等によって供給している温泉利用施設数を Fig. 4 に示す. 例えば, 津地域に位置する温泉井戸から一温泉利用施設に配湯する場合, その配湯先が位置する地域に関わらず, 津地域に1カウントを計上した.

Figure 4 のヒストグラムから着目すべき点は, 津地域に位置する温泉井戸が供給している施設数の多さである. 津地域に位置する温泉井戸が供給する温泉利用施設数は, 南勢志摩地域に位置する源泉が供給する温泉利用施設数の約1.7倍にまで達している. Table 2 に示す温泉利用施設数と比較すると, 南勢志摩地域に位置する温泉井戸は, 地域内に位置する施設数に対して61%にしか供給できていないのに対し, 津地域に位置する温泉井戸は, 地域内に存在する施設数の191%の施設数に配湯していることがわかった.

津地域から各地域への温泉水の輸送(運び湯)量を Fig. 5 に示す. 津地域から南勢志摩地域に輸送されている温泉水の量は, 一日当たり285 m³であった. 津地域から南勢志摩地域以外への輸送量は1~30 m³/日であった. 津地域以外の温泉井戸から, その地域外に輸送されている事例もあるものの, 全体的な地域傾向を考察する上では無視できる程度の量である.

津地域には, 津市榊原町や津市白山町を中心に, 比較的温泉湧出量が豊富な温泉地が存在する. 南勢志摩地域の温泉水の需給バランスを安定させる方法として, 温泉地を有し, かつ交通の便も比

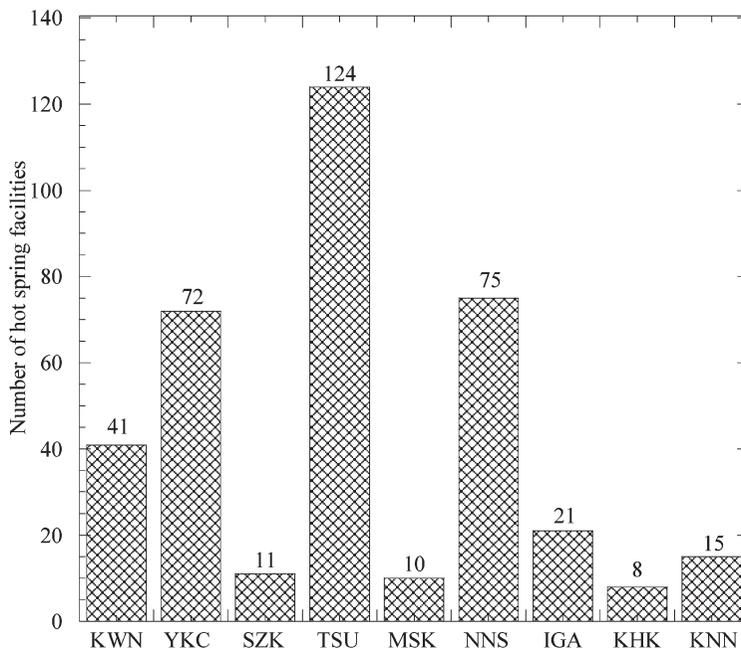


Fig. 4 Number of hot spring facilities supplied by hot spring water that is discharged in each region. The number of facilities in the Tsu region (TSU) is a maximal number. This fact indicates that large volumes of hot spring water that are discharged in the Tsu region (TSU) are transported by tank truck from the Tsu region (TSU) to the Nanseishima region (NNS).

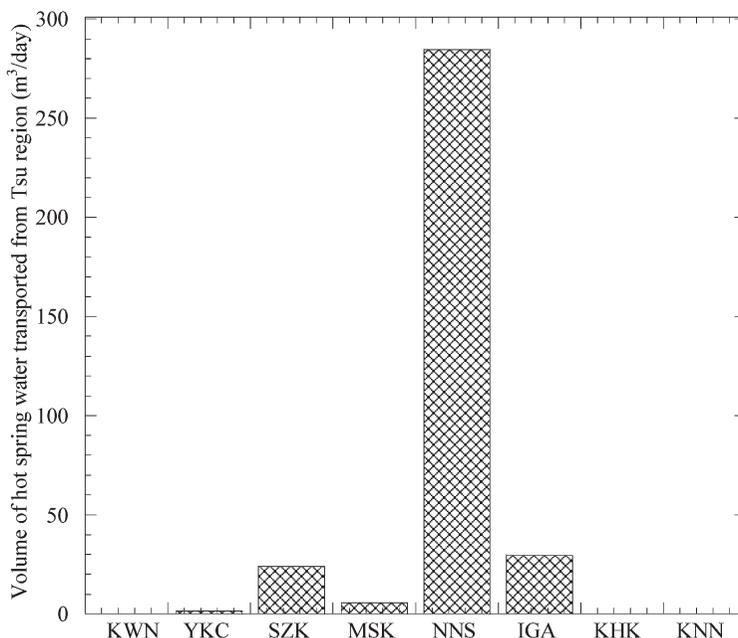


Fig. 5 Volume of hot spring water transported from the Tsu region (TSU) to the other regions.

較的良好な津地域からの運び湯を利用していることが考えられる。

3-4. 地域別の地質環境と温泉資源の潤沢性

三重県内における地質概略図を Fig. 6 に示す。三重県の温泉と地質に関しては、磯部 (1979) や富森ら (1983) に詳述されているが、ここでは温泉浴槽水質検査の結果が特徴的であった、桑名地域および南勢志摩地域に着目して、以下に考察する。

三重県の地質は、概して松阪地域から南勢志摩地域にかけて、東西に横断する中央構造線の南北で様相を異にしており、多くの断層群が存在している。特に、温泉利用施設の多い海岸部では衝上断層を特徴とする付加体構造が発達し、複雑な地質構造を呈している。この周辺の温泉水の地下挙動に関しては、温泉水中の $\delta^{18}\text{O}$, δD , $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ および $^7\text{Li}/^6\text{Li}$ 同位体比等の結果から、中央構造線に沿った地殻深部流体の湧昇可能性の検討した研究報告はあるが (谷水ら, 2017・森ら, 2016), 同地域全体の温泉水の地下挙動を统一的に説明するモデルは構築されておらず、特に深層流体の挙動には未解明の部分が多い。このため、実際に温泉の新規開発を行っても、良質な帯水層を掘り当てることができず、温泉開発を断念する事例も散見されており、温泉開発には経済的な損失リスクがある地域であると言える。

対照的に桑名地域は、東海層群とよばれる厚い堆積層が発達した、比較的単純な地質構造を持つ (高田ら, 1969)。特に、桑名地域の中でも温泉が集中する海岸部では、厚い堆積層が発達し、多くの温泉がその基底層から温泉水を採取している。森ら (2012) は、この地域で採取された温泉水の酸素、水素安定同位体比の分析の結果から、温泉水は海水の影響をほとんど受けていない天水起源であることを明らかにしている。このことから、同地域の養老断層付近の山間部の降水が、厚い堆積層で構成される地下に浸透する過程において地温勾配による熱エネルギーを獲得し、温泉水化したものが揚湯されていることが推測される。すなわち桑名地域は、温泉開発に対する経済的な損失

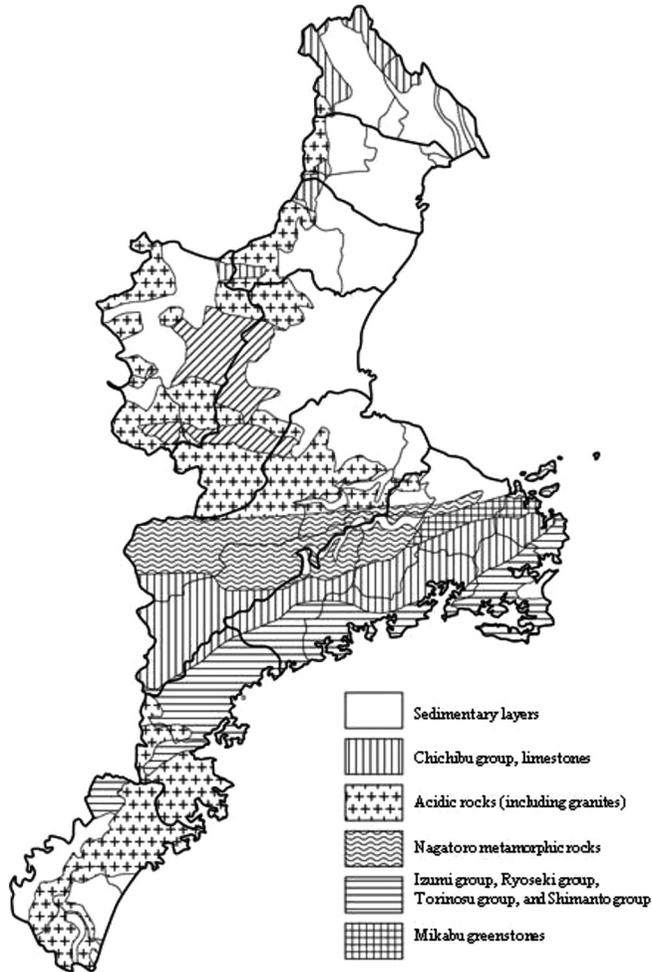


Fig. 6 General subsurface geological map of Mie Prefecture (After Isobe, 1979).

リスクが低い地域であると言える。

これらの地質的背景を勘案すると、三重県内の地域別に温泉の利用状況が異なる一因が説明できる。広範囲の温泉帯水層が開発されている桑名地域では、温泉利用施設の需要量に対して、既に現存する温泉井戸の揚湯で十分供給可能である。一方、新規の温泉掘削に経済的な損失リスクを伴う南勢志摩地域では、多くの温泉利用施設の温泉水需要に対する供給を、他地域からの温泉水の運び湯に依拠している現状が見られる。

温泉需要量に対して温泉供給量が極めて少ない場合、浴槽水の換水が不十分となる状況が想像される。浴槽水の換水頻度の不足は、浴槽水質検査で「逸脱」として判定される可能性を増大させるだけでなく、浴槽水中の *Legionella* 属菌の繁殖といった衛生管理上のリスクが増大する要因となり得る。本研究によって、温泉の利用状況には、同じ三重県内であっても地域別の大きな違いがあることが明らかになったことから、地域特性にも考慮しながら、効果的な行政施策に努めていく必要があると考えられる。

4. ま と め

本研究によって、以下の知見が得られた。

- ・三重県における地域別の浴槽水質検査結果から、南勢志摩地域の「逸脱」判定率が最も高く、一方で桑名地域の「逸脱」判定率が最も低いことが明らかになった。
- ・温泉の最大使用可能量、温泉の使用可能残量ともに桑名地域が最も多く、一方で温泉利用施設数は南勢志摩地域が最も多い。南勢志摩地域は、温泉の需給バランスを安定化させるために、主に津地域からの運び湯が多くなっている。
- ・浴槽水質検査の結果には、地域区分別の温泉利用状況の違いが影響している。浴槽水質検査の「逸脱」の遠因のひとつとして、新規の温泉開発に対するリスクの恐れに起因する地域全体の温泉資源の不足が挙げられる。

三重県で平成 17～28 年度の 12 年間にわたって実施してきた温泉の浴槽水質検査を概括した。地域区分別の利用状況とその地質環境等を含めて考察を行った結果、各地域区分の温泉利用状況とその背景要因に関連する知見を得ることができた。

温泉浴槽水質検査は、立入検査を行う者によって、温泉法に基づく掲示の適正性が確認されることに加えて、その適正性を科学的なデータによって担保することができることから、有効な方法であると考えられる。

本検査の今後の課題としては、環境省自然環境局 (2014) により分析項目として追加された電気伝導率の活用等、スクリーニング検査の現場化、簡素化を視野に入れている。このような現状の課題の検討を含め、今後も引き続き検査方法を改良しながら、温泉行政の適正な施行に資する科学的知見の提供に努めていく予定である。

謝 辞

本研究の実施にあたっては、三重県環境生活部大気・水環境課水環境班の佐藤弘之の班長、館幹土主査ならびに県内の各地域機関における担当者の方々の御協力を頂きました。図表の作成にあたっては、三重県保健環境研究所衛生研究課の渡部真由美業務補助員の助力を頂きました。また、本研究の一部は、公益財団法人大同生命厚生事業団地域保健福祉研究助成により実施いたしました。また、匿名の 2 名の査読者には、有益な御助言を頂きました。ここに記して深謝いたします。

引用文献

- 磯部 克 (1979) : 三重県地学のガイド 三重県の地質とそのおいたち。地学のガイドシリーズ 9, コロナ社, 1-249.
- 環境省自然環境局 (2009) : 温泉資源の保護に関するガイドライン, 1-57.
- 環境省自然環境局 (2014) : 鉱泉分析法指針 (平成 26 年改訂), 1-163.
- 環境省自然環境局 (2015) : 温泉モニタリングマニュアル, 1-43.
- 三重県 (2017) : 平成 29 年度温泉利用施設の浴槽水質検査等実施要領.
- 森 康則, 吉村英基, 前田 明, 志村恭子, 大熊和行 (2010) : 温泉の適正掲示を目的とした温泉利用施設の浴槽水質行政検査の結果と検査データ評価手法の検討. 温泉工学会誌, 31, 62-70.
- 森 康則 (2013) : 集湯能力調査と影響調査. 温泉とは何か, 三重大学出版会, 77-106.
- 森 康則, 村田 将, 志村恭子, 山口哲夫, 野原精一, 加治佐隆光, 大沼章子 (2012) : 三重県桑名市の長島地域における温泉付随ガス中炭化水素系可燃性天然ガスの代替エネルギー化の検討. 温泉科学, 62, 168-181.

森 康則, 山本昌宏, 仲井 涼, 杉本直人, 谷水雅治 (2016) : 三重県中南部に湧出する二酸化炭素泉・塩類泉の主溶存元素組成および同位体から見た深部由来流体寄与の可能性. 日本温泉科学会第 69 回大会講演要旨集, p 94.

西川有司 (2017) : 温泉をとりまく環境問題. 温泉の科学, 日刊工業新聞社, 131-150.

高田康秀, 大塚寅雄, 近藤善教 (1969) : 超深層ボーリングと深部地質構成. 名古屋地盤総論, コロナ社, 19-24.

谷水雅治, 杉本直人, 仲井 涼, 小林裕基, Umam Rofiqul, 森 康則 (2017) : 温泉水のホウ素・リチウム同位体システムからみた深部起源流体の特徴. 2017 年度日本地球化学会第 64 回年会講演要旨集, p 37.

富森聡子, 橋爪 清, 林 政美, 藤尾昭定 (1983) : 三重県の温泉分析結果について. 三重県衛生研究所年報, 29, 61-67.

(平成 29 年 9 月 7 日 日本温泉科学会第 70 回大会にて発表)

Appendix 温泉利用施設の浴槽水質検査等実施要領 (一部抜粋)

1 目的

温泉利用者の健康保護のため, 県内の温泉利用許可施設 (施設内すべての温泉浴槽等を対象) に立ち入り, 浴槽等での温泉成分分析調査を実施するとともに温泉法に基づく掲示内容が適切に行われているかどうか確認することにより, 適正な温泉利用を促進する。

2 調査内容

1 次調査として, 浴槽の温泉水を採取し, 温泉の成分分析表をもとに陽イオン・陰イオン・非電解分等のうちから, 三重県保健環境研究所等の判断により主たる 2 成分を選定の上これらの成分分析を実施し源泉との比較を行うとともに, 掲示内容等についても適正かどうか調査する。

源泉との著しい差異が認められ, 施設状況等を勘案しても, その原因の説明が困難である場合は, 2 次調査として, 詳細な成分調査, 温泉水の配管状況及び経路等を調査し, 温泉水以外の水の混入の有無についても調査する。

3 調査対象地域及び調査時期

(中略)

(1) 現地調査

ア. 掲示内容の確認 (温泉分析書, 検査成績書などの書類の確認. 温泉法第 18 条第 3 項に定める定期分析 (10 年ごと) が実施され, これに基づく掲示がなされていることを確認.)

イ. 浴槽水の換水状況, 設備の状況の聞き取り (浴槽水の加温, 循環, ろ過, 消毒などの設備)

ウ. 浴槽水と源泉タンク水の採取

(2) 成分分析 (1 次調査)

三重県保健環境研究所による浴槽水における温泉成分分析検査を実施する。

(3) 2 次調査

掲示内容や源泉タンク水と浴槽水の成分分析結果に差異が認められ, 施設状況等を勘案しても, その原因の説明が困難であるなど, 詳細調査が必要な場合には, 2 次調査として掲示されている源泉の温泉分析表のうち, 特に調査が必要と認める成分についての分析検査や配管・経路等の実態調査を実施する。

(以下略)