



資 料

温泉法登録分析機関を対象とした  
温泉成分分析法の全国調査

森 康則<sup>1)\*</sup>, 高橋孝行<sup>1)</sup>

(令和5年1月26日受付, 令和5年2月28日受理)

Nationwide Survey of Hot Spring Analytical  
Methods Conducted by Institutions Registered  
under the Hot Springs Law

Yasunori MORI<sup>1)\*</sup> and Takayuki TAKAHASHI<sup>1)</sup>

Abstract

The Hot Spring Analytical Methods Committee, an internal organization of the Japanese Society of Hot Spring Sciences, decided to evaluate the status of methods used to analyze hot spring constituents in laboratories registered under the Hot Springs Law in Japan. A web-based survey was conducted to determine the methods used by local analytical laboratories to analyze the components of hot spring water. The results of the nationwide survey listed the analytical methods employed by each institution for each component. The survey showed that most institutions adopted analytical methods such as The Guidelines for Analysis of Kosen (Fluid-type Hot Springs) and JIS. However, for some analysis items, such as ionization, several laboratories used other methods based on their own judgment. Moreover, most laboratories had not analyzed constituents such as radon and radium. Therefore, analytical institutions requested for workshops to be held on the analysis of hot spring components and opportunities to be provided for the exchange of opinions. The importance of actively promoting these activities was also expressed by the various analytical institutions.

Key words : The Guidelines for Analysis of Kosen (Fluid-type Hot Springs), Hot Springs Law, Hot spring analysis

<sup>1)</sup> 日本温泉科学会温泉分析法研究会 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 3-10-3 益子温泉調査事務所内 一般社団法人日本温泉科学会 学会事務局. <sup>1)</sup> The Japanese Society of Hot Spring Sciences, the Hot spring analytical methods committee, 3-10-3 Nishi-shinjyuku, Shinjyuku, Tokyo 160-0023, Japan. \*Corresponding author : E-mail moriy04@pref.mie.lg.jp, TEL 059-329-2917, FAX 059-329-3004.

## 要 旨

日本温泉科学会の内部組織(分科会)である温泉分析法研究会は、全国の温泉法登録分析機関を対象とした温泉成分分析の実態把握に関するプロジェクトを企画した。具体的には、全国の温泉法登録分析機関が温泉の各分析項目について、実際にどのような方法で分析を行っているかを中心としたwebアンケートによる調査を実施した。調査の結果をとりまとめて、温泉成分分析の主要項目について、各機関が採用している分析方法を、それぞれの分析項目別に、一覧化した。その結果、鉱泉分析法指針や指針で準用が容認されているJIS等の分析方法を採用している機関が多かったが、例えばよう化物イオンなど、項目によっては、分析機関の独自の判断でこれらの方法以外の分析方法を用いている場合もあった。ラドンとラジウムをはじめ、そもそも分析事例がない機関の割合が高い分析項目もあった。登録分析機関からは、温泉成分分析に係る講習会の開催や意見交換の場の要望も寄せられたことから、温泉成分分析の技術向上のために積極的な取組を進めていく必要がある。

キーワード：鉱泉分析法指針，温泉法，温泉成分分析

## 1. はじめに

温泉法第18条に基づき、温泉の所有者は10年に1回の頻度で温泉成分分析を行い、その分析書を浴場等の温泉の利用場所で掲示することが義務化されている。その定期的な温泉成分分析は、温泉法第19条に規定される登録分析機関において実施されなければならない。その分析方法は環境省が技術的助言として定める鉱泉分析法指針(環境省自然環境局, 2014; 環境省自然環境局長, 2014)(以下、指針)に準拠することが望ましいとされている。温泉法登録分析機関が発行した温泉分析書に基づき、そもそも温泉法第2条に定める温泉であるか否か、あるいはどのような泉質に相当するか等が判定されることから、温泉法に基づく温泉成分分析は、温泉行政の根幹とも言える重要な位置づけを担っている。

温泉法登録分析機関は、2002年(平成14年)の温泉法改正によって、「指定制」から「登録制」に規制が緩和された。この改正によって、温泉法施行規則第12条に定める当該機関の経理的基礎や、温泉成分分析に関する経験等の規定や、同施行規則第14条に定める分析機器の所有状況の登録基準を満足していれば、都道府県に対して所定の申請手続を行うことにより、温泉成分分析を事業として行うことが可能となった。

この改正に伴い、改正前の平成9年(1997年)9月には82機関であった指定分析機関(深澤, 1999)は、登録分析機関として機関数が倍増した。本稿の執筆時点である令和4年(2022年)12月現在、全国に168機関の温泉法登録分析機関が登録されている。

温泉成分分析を実施できる分析機関数が増加したことにより、温泉事業者が温泉成分分析を依頼する際の選択肢が増える等の利点がある一方で、分析精度の確保をはじめとした分析技術レベルの担保や維持の課題も浮上している。

温泉成分分析には、水道水等の飲料水、河川水等の環境水等の水質分析とは異なる特徴がある。具体例としては、温泉成分分析には、ラドン、遊離硫化水素等をはじめ、他の環境水ではほとんど分析対象とならない特有の分析項目がある点、様々な泉質の温泉が存在するため、それぞれの温泉水の化学的特徴に応じて、分析方法を適切に補正する必要がある点等が挙げられる。

加えて、温泉成分分析の課題には、これらの分析技術上の課題ではなく、その制度上の特徴に起因する課題もある。具体例としては、温泉法の規定上、1源泉に対して10年に1回程度の分析頻度であるため、分析担当者が経験を蓄積しにくく、技術の伝承が進みにくい点、ほとんどの分析項目において、外部精度管理等、第三者の視点から分析能力を評価、担保する仕組みが構築されていない点、温泉水の分析技術に特化した研修会の開催頻度が低い点、また、温泉法登録分析機関の全

国的なネットワークが存在しないため、分析機関の担当者間の情報共有が困難である点等が挙げられる。

日本温泉科学会では、その内部の分科会である温泉分析法研究会（以下、研究会）（相川，1998）を組織し、温泉成分分析の様々な課題解決や提言を目指して、取組を進めてきた。これまでに述べてきた課題を背景として、研究会は、2022年に日本温泉科学会理事会の承認を得て、全国の温泉法登録分析機関を対象とした温泉成分の分析方法の実態把握に関する調査を実施することとした。

具体的には、全国の温泉法登録分析機関が温泉水の各分析項目について、実際にどのような方法で分析を行っているかを中心としたwebアンケートによる調査を実施した。本研究のデザインは、過去に深澤（1999）により報告された全国の指定分析機関に対する調査研究のデザインを参考とした。深澤（1999）による報告時からこれまでに、温泉法登録分析機関を対象とした全国調査および報告事例はなく、結果的に本調査プロジェクトは、およそ24年ぶりの実態調査と位置付けられることとなる。

深澤（1999）の報告から本報までの間に、温泉成分分析の分析機関が指定制から登録制に改められただけでなく、2002年（平成14年）と2014年（平成26年）の2度にわたる指針の大改訂（森ら，2014）と、ラドン濃度にゲルマニウム半導体検出器による分析法が追加された逐次改訂（環境省自然環境局長，2015）を経ている。また、分析機器や技術の向上等、技術的背景が大きく変化していると推測される。

以上のような背景の中で、本報では、全国の温泉法登録分析機関を対象としたアンケート調査の結果と現状分析、調査結果をふまえた研究会としての意見や提言も加えて、以下に報告する。本調査の結果は、現行の指針の課題等の抽出に資するだけでなく、将来的な新たな指針改訂を行う際の基礎資料としても、非常に重要な資料的価値を有するものと期待できる。

## 2. 方 法

### 2.1 調査対象

本調査は、温泉法第19条に規定される全国の登録分析機関を対象とした。環境省自然環境局温泉地保護利用推進室webサイトで、調査立案時点の最新の情報として公開されていた全国の登録分析機関リスト（令和3年（2021年）10月現在）に記載されていた167機関を、調査協力依頼の対象とした（環境省自然環境局温泉地保護利用推進室，2021）。なお、登録分析機関の内訳は、都道府県24機関、薬剤師会15機関、公益財団法人・独立行政法人・学校法人等36機関、民間機関（株式会社等）92機関であった。

### 2.2 調査方式

調査は、webアンケート方式により実施した。Google formsを利用して、調査対象の各分析機関が、温泉水の各分析項目について、どのような方法で分析を行っているかを、それぞれラジオボタンにより選択可能な回答フォームを作成し、web上に公開した（日本温泉科学会温泉分析法研究会，2022）。

回答フォームの選択肢として、指針（環境省自然環境局，2014，環境省自然環境局長，2014）に記載されている分析法と、指針の「まえがき」に記載されている方法（Appendix 1 参照）に記載されている5方法を中心に、列記した。なお、5方法とは、「衛生試験法：公益社団法人日本薬学会」、「工業用水試験方法：一般財団法人日本規格協会」、「工業排水試験方法：一般財団法人日本規格協会」、「上水試験方法：公益社団法人日本水道協会」、「放射能測定法シリーズ：文部科学省」（以下、

準用5法)を指す。

また、回答者が選択肢から選びやすく、かつ調査結果の集計がしやすいように、例えば手順が概ね重複する分析方法に関しては、一方を省略する等の便宜を図った。また、分析機関の判断により、独自の分析方法を用いている場合もあるため、選択肢中に採用している方法がない場合を想定して、自由記載欄も別途設けた。

そもそも分析項目によっては、分析事例がほとんどない場合も想定されるため、その場合のために「分析事例なし」の選択肢も設けた。また、同一項目に対して、複数の分析方法を併用、あるいは泉質や妨害成分に応じて、選択的に採用する分析機関も想定されるため、分析項目の選択には複数回答を認めた。

### 2.3 調査依頼および調査期間

調査対象とする全国の各登録分析機関の所在地あてに、調査依頼文書を郵送した。また、登録分析機関のwebサイトにアクセスでき、webサイト上でメールアドレスが公開されている機関については、電子メールでも調査依頼を行った。アンケートの回答期間は、令和4年(2022)9月26日(月)から同年12月23日(金)までの約3か月間とした。

なお、調査の回収率を上げるため、本調査の回答にあたっては、回答機関の名称の入力を任意とし、匿名とすることを可能とした。また、調査結果が論文や学会発表等により公表されることを前提とするものの、調査結果は研究目的に限って利用されること、個別機関の回答内容がわからない形に統計処理されることを事前承認の上で、調査協力を得た。

### 2.4 集計

集計の結果、本調査により95機関からの回答を得た。うち1機関からは、調査協力をしない旨の意志が明示されたため、94機関からの回答内容を解析に用いた。調査協力の意志が確認でき、温泉法第19条に基づく登録も維持されているものの、現状としての温泉成分分析の事例はないとの回答を受けた機関が、94機関のうち8機関あった。解析に供することができるデータ数から、全国の登録分析機関数に対する研究協力が得られた機関数、すなわち回収率は56.3%であった。

温泉成分中の主要な陽イオンと陰イオン、非解離成分、微量成分等について、それぞれの分析機関が採用している分析方法を集計し、表化した。本調査では、分析方法の複数回答を認めていることから、1機関が2つ以上の回答をしている場合があるため、回答数の合計は回答機関数である95機関よりも多くなっている場合があり、割合についても、集計に用いた機関数(94機関)に対する割合を表示しているため、全体が100%を超える場合がある。

なお、各機関が独自の判断で採用しているとして自由記載欄に回答された分析方法のうち、回答数が1機関以下の少数回答の中には、その機関の個別的な背景や情報が含まれているものが見受けられ、回答機関の匿名性が担保されない恐れが考えられたことから、「その他の分析方法」として集約し、その件数のみを記載することとした。

## 3. 結果および考察

### 3.1 陽イオン・金属成分の分析方法

#### (1) $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$

ナトリウムイオン( $\text{Na}^+$ )、カリウムイオン( $\text{K}^+$ )、マグネシウムイオン( $\text{Mg}^{2+}$ )、カルシウムイオン( $\text{Ca}^{2+}$ )の分析方法について、表1~4に示す。これらのアルカリ金属、アルカリ土類金属の項

表 1 ナトリウムイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	36	38.3
イオンクロマトグラフ法	33	35.1
フレイム原子吸光光度法	26	27.7
誘導結合プラズマ質量分析法	23	24.5
炎光法	6	6.4
フレイムレス原子吸光光度法	2	2.1
分析事例なし	8	8.5

表 2 カリウムイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	38	40.4
イオンクロマトグラフ法	33	35.1
フレイム原子吸光光度法	28	29.8
誘導結合プラズマ質量分析法	19	20.2
炎光法	7	7.4
分析事例なし	8	8.5

表 3 マグネシウムイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	40	42.6
イオンクロマトグラフ法	32	34.0
誘導結合プラズマ質量分析法	23	24.5
フレイム原子吸光光度法	22	23.4
EDTA による容量法	6	6.4
分析事例なし	8	8.5

表 4 カルシウムイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	41	43.6
イオンクロマトグラフ法	32	34.0
フレイム原子吸光光度法	23	24.5
誘導結合プラズマ質量分析法	21	22.3
EDTA による容量法	6	6.4
分析事例なし	8	8.5

目は、いずれも温泉水中の陽イオンの主要成分となることが多く、おのずと分析頻度も多くなる項目といえる。

Na<sup>+</sup>の分析方法は、誘導結合プラズマ発光分光分析法が36機関(38.3%)と最も多く、次いでイオンクロマトグラフ法33機関(35.1%)、フレイム原子吸光光度法26機関(27.7%)、誘導結合プラズマ質量分析法23機関(24.5%)の順に、回答機関が多かった。この上位の機器分析法は、Na<sup>+</sup>

$K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  のいずれの項目も共通しており, かつ割合も高いことから, 広く普及し, かつ汎用的に使用されている現状が窺える。

なお, 誘導結合プラズマ発光分光分析法および誘導結合プラズマ質量分析法は, 平成 26 年改訂時に指針に追加された分析法であり, また, イオンクロマトグラフ法とフレイム原子吸光光度法は, 同じく指針の平成 26 年改訂時に準用 5 法の適用を認めることにより追加された分析法である。このことから, 平成 26 年改訂が有効に活用されていることを示しており, 今後も分析技術の進展に合わせた指針の逐次改訂が重要であることが強調される。

一方で, 平成 26 年改訂前から指針に記載されていた, 炎光法 ( $Na^+$ ,  $K^+$ ) や EDTA のキレート滴定による容量法 ( $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) を採用している分析機関も根強くあり, これらの従来型の分析方法の記載の必要性も感じられる結果となった。

## (2) $Sr^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Cu^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Li^+$ , $Al^{3+}$ , $Cr$ , $Pb$ , $Cd$

次いで, ストロチウムイオン ( $Sr^{2+}$ ), バリウムイオン ( $Ba^{2+}$ ), マンガンイオン ( $Mn^{2+}$ ), 鉄イオン ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ), 銅イオン ( $Cu^{2+}$ ), 亜鉛イオン ( $Zn^{2+}$ ), リチウムイオン ( $Li^+$ ), アルミニウムイオン ( $Al^{3+}$ ), 総クロム ( $Cr$ ), 鉛 ( $Pb$ ), カドミウム ( $Cd$ ) の分析方法について, 表 5~15 に示す。これらの金属成分は, 一部の温泉では特異的に高く含まれる場合もあり, また, 項目によっては温泉法上の規定を満たす場合もある項目でもある。さらには, 飲泉利用の場合に, 健康上問題となる

表 5 ストロチウムイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	46	48.9
誘導結合プラズマ質量分析法	33	35.1
フレイム原子吸光光度法	3	3.2
イオンクロマトグラフ法	2	2.1
分析事例なし	19	20.2

表 6 バリウムイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	42	44.7
誘導結合プラズマ質量分析法	32	34.0
イオンクロマトグラフ法	2	2.1
その他の分析方法	1	1.1
分析事例なし	24	25.5

表 7 マンガンイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	50	53.2
誘導結合プラズマ質量分析法	39	41.5
フレイム原子吸光光度法	11	11.7
フレイムレス原子吸光光度法	3	3.2
その他の分析方法	1	1.1
分析事例なし	8	8.5

表 8 鉄イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	51	54.3
誘導結合プラズマ質量分析法	35	37.2
1,10-フェナントロリンによる吸光光度法	13	13.8
フレイム原子吸光光度法	12	12.8
ジピルジム法による比色法	9	9.6
フレイムレス原子吸光光度法	4	4.3
チオシアン酸アンモニウムによる比色法	2	2.1
分析事例なし	8	8.5

表 9 銅イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	46	48.9
誘導結合プラズマ質量分析法	42	44.7
フレイム原子吸光光度法	9	9.6
フレイムレス原子吸光光度法	5	5.3
分析事例なし	8	8.5

表 10 亜鉛イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	46	48.9
誘導結合プラズマ質量分析法	41	43.6
フレイム原子吸光光度法	10	10.6
フレイムレス原子吸光光度法	2	2.1
分析事例なし	12	12.8

表 11 リチウムイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	43	45.7
誘導結合プラズマ質量分析法	28	29.8
イオンクロマトグラフ法	9	9.6
炎光法	5	5.3
フレイム原子吸光光度法	2	2.1
その他の分析方法	1	1.1
分析事例なし	17	18.1

表 12 アルミニウムイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	49	52.1
誘導結合プラズマ質量分析法	43	45.7
フレイムレス原子吸光光度法	5	5.3
キノリノール(オキシソ)吸光光度法	3	3.2
フレイム原子吸光光度法	1	1.1
その他の分析方法	1	1.1
分析事例なし	8	8.5

表 13 総クロム

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	45	47.9
誘導結合プラズマ質量分析法	37	39.4
フレームレス原子吸光光度法	4	4.3
フレーム原子吸光光度法	7	7.4
分析事例なし	17	18.1

表 14 鉛

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ質量分析法	47	50.0
誘導結合プラズマ発光分光分析法	39	41.5
フレーム原子吸光光度法	7	7.4
フレームレス原子吸光光度法	6	6.4
分析事例なし	8	8.5

表 15 カドミウム

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ質量分析法	46	48.9
誘導結合プラズマ発光分光分析法	41	43.6
フレーム原子吸光光度法	7	7.4
フレームレス原子吸光光度法	6	6.4
分析事例なし	9	9.6

有害項目でもあつたりすることから、温泉成分分析を行う上で重要な項目といえる。

これらの金属成分の分析方法は、例えば Sr<sup>2+</sup> では誘導結合プラズマ発光分光分析法が 46 機関 (48.9%)、誘導結合プラズマ質量分析法が 33 機関 (35.1%) と、誘導結合プラズマを利用した分析方法を採用する機関の割合が高い。低濃度域で高い測定精度を持ち、かつ主に金属の一斉分析が可能な誘導結合プラズマの分析方法が、広く採用されている現状が窺える。

一方で、Sr<sup>2+</sup> のフレーム原子吸光光度法や、Ba や Li のイオンクロマトグラフ法など、指針や準用 5 法に記載されていない分析方法を独自に採用している例もある。これらについては、指針への記載が望ましく、次回の指針改訂時に、必要な検証を行った上での追加記載を検討すべきと考えられる。

### (3) As, Hg, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

総ひ素 (As)、総水銀 (Hg)、アンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) の分析方法について、表 16~18 に示す。これらの項目もまた、一部の温泉では特異的に高く含まれることも成分であるが、特に As や Hg は、健康上問題となる有害項目でもあつたり、あるいは NH<sub>4</sub><sup>+</sup> は、遊離塩素の消毒阻害の問題があつたりするなどの点を考慮すると、これらも温泉利用の上で重要な分析項目といえる。

As は誘導結合プラズマ質量分析法が 52 機関 (55.3%) で最も割合が高く、以降、水素化物発生一原子吸光光度法 (フレーム式) が 19 機関 (20.2%)、水素化物発生一原子吸光光度法 (加熱吸収セル式) が 14 機関 (14.9%)、水素化物発生一誘導結合プラズマ発光分光分析法が 11 機関 (11.7%) と



表 16 総ひ素

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ質量分析法	52	55.3
水素化物発生-原子吸光光度法 (フレイム式)	19	20.2
水素化物発生-原子吸光光度法 (加熱吸収セル式)	14	14.9
水素化物発生-誘導結合プラズマ発光分光分析法	11	11.7
ジエチルジチオカルバミン酸銀による比色法	2	2.1
フレイム原子吸光光度法	1	1.1
フレイムレス原子吸光光度法	1	1.1
分析事例なし	8	8.5

表 17 総水銀

分析方法	回答機関数	割合(%)
還元気化原子吸光光度法	83	88.3
還元気化-金アマルガム原子吸光光度法	19	20.2
加熱気化原子吸光光度法	3	3.2
加熱気化-金アマルガム原子吸光光度法	1	1.1
分析事例なし	8	8.5

表 18 アンモニウムイオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
インドフェノール青吸光光度法	44	46.8
イオンクロマトグラフ法	30	31.9
流れ分析法	15	16.0
中和滴定法	2	2.1
イオン電極法	1	1.1
分析事例なし	15	16.0

続いている。水素化ホウ素ナトリウムを用いた水素化物発生の前処理は、準用5法に記載されている汎用的な分析方法ではあるものの、この前処理はAsやSeなどに特異的な処理であることから、他の金属分析との一斉分析が難しい。省力化の観点からも、一斉分析が可能な誘導結合プラズマ質量分析法を採用する機関の割合が半数以上と、高くなっていることが窺える。

Hgは、還元気化原子吸光光度法が83機関(88.3%)の割合が最も高く、次いで還元気化-金アマルガム原子吸光光度法19機関(20.2%)、加熱気化原子吸光光度法3機関(3.2%)が続いている。これらの分析方法もまたHgに特異的な分析方法であり、これらの分析方法を用いると一斉分析が困難となる状況はAsと同様であるが、測定精度上の問題などから、Hgについては他の分析方法への代替は進んでいないことが窺われる。

$\text{NH}_4^+$ は、インドフェノール青吸光光度法が44機関(46.8%)、イオンクロマトグラフ法が30機関(31.9%)、流れ分析法が15機関(16.0%)であった。 $\text{NH}_4^+$ は温泉によく含まれる成分であるだけでなく、浴用利用の場合、次亜塩素酸ナトリウムによる遊離塩素消毒を阻害する成分として注目されている(厚生労働省大臣官房生活衛生・食品安全審議官, 2019)が、そもそも $\text{NH}_4^+$ は、指針が定める「試験項目」(一般的に、現地あるいは試験室において行う試験項目)に記載されていない。

特に浴用の際に重視される  $\text{NH}_4^+$  については、「試験項目」への追加や、インドフェノール青吸光度法やイオンクロマトグラフ法などを用いた  $\text{NH}_4^+$  の分析方法の指針への追加収載を通じて、今後、広く分析結果が提供される方法を検討すべきと考えられる。

### 3.2 陰イオン・非解離成分・ガス成分の分析方法

#### (1) $\text{F}^-$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$

ふっ化物イオン ( $\text{F}^-$ )、塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )、臭化物イオン ( $\text{Br}^-$ )、硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ )、亜硝酸イオン ( $\text{NO}_2^-$ )、りん酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-}$ )、硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) の分析方法について、表 19～25

表 19 ふっ化物イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
イオンクロマトグラフ法	67	71.3
ランタン・アリザリンコンプレキソンによる比色法	25	26.6
流れ分析法	19	20.2
イオン電極法	1	1.1
分析事例なし	8	8.5

表 20 塩化物イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
イオンクロマトグラフ法	80	85.1
硝酸銀滴定法 (モール法)	25	26.6
イオン電極法	1	1.1
ホルハルトによる容量法	1	1.1
硝酸水銀 (II) 滴定法	1	1.1
その他の分析方法	1	1.1
分析事例なし	8	8.5

表 21 臭化物イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
イオンクロマトグラフ法	69	73.4
よう素滴定法	13	13.8
次亜塩素酸ナトリウム法	5	5.3
誘導結合プラズマ質量分析法	2	2.1
分析事例なし	10	10.6

表 22 硝酸イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
イオンクロマトグラフ法	65	69.1
流れ分析法	15	16.0
カドミウム・銅カラム還元法	6	6.4
還元蒸留ーインドフェノール青吸光度法	3	3.2
分析事例なし	20	21.3

表 23 亜硝酸イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
イオンクロマトグラフ法	63	67.0
流れ分析法	15	16.0
ナフチルエチレンジアミンによる吸光光度法 (ジアゾ化による定量)	9	9.6
カドミウム・銅カラム還元法	2	2.1
分析事例なし	22	23.4

表 24 リン酸イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
イオンクロマトグラフ法	43	45.7
モリブデンブルーによる比色法	30	31.9
流れ分析法	15	16.0
分析事例なし	18	19.1

表 25 硫酸イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
イオンクロマトグラフ法	82	87.2
硫酸バリウムによる重量法	6	6.4
硫酸バリウムによる比濁法	5	5.3
分析事例なし	8	8.5

に示す。これらの項目は、いずれも陰イオンの主要成分となることが多い項目である。

これらの主要な陰イオン成分の分析方法として、最も割合が高いのはイオンクロマトグラフ法であった。例示すると、 $F^-$  は 67 機関 (71.3%)、 $Cl^-$  が 80 機関 (85.1%)、 $Br^-$  が 69 機関 (73.4%) など、いずれも非常に高い割合でイオンクロマトグラフ法が採用されている。イオンクロマトグラフ法では、これらの主要な陰イオン成分の一斉分析が可能であることから、広く採用されていることが推測される。

一方で、 $F^-$  のランタン・アリザリンコンプレキソンによる比色法 (25 機関 26.6%)、 $Cl^-$  の硝酸銀滴定法 25 機関 (26.6%)、 $Br^-$  のよう素滴定法 13 機関 (13.8%) など、従前の指針から記載されてきた従来型の分析方法も根強く採用されていることが明らかになった。様々な泉質を持つ温泉の成分分析に対応するためにも、このような分析法を指針に残しておき、分析機関の選択肢を増やしておく必要があると考えられる。

## (2) $I^-$ 、硫黄化学種、炭酸化学種、 $OH^-$

よう化物イオン ( $I^-$ )、硫黄化学種 ( $H_2S$  等)、炭酸化学種 ( $HCO_3^-$  等)、水酸化物イオン ( $OH^-$ ) の分析方法について、表 26~32 に示す。これらは温泉成分分析特有の分析項目であり、準用 5 法での記載もないため、他の分析方法を適用しにくい項目であるといえる。

$I^-$  は、次亜塩素酸ナトリウムを用いた、よう素滴定法が 48 機関 (51.1%) で最も高く、次いでイオンクロマトグラフ法 20 機関 (21.3%) であった。それ以外にも、よう素抽出吸光光度法、誘導結合プラズマ質量分析法、誘導結合プラズマ発光分光分析法、ロイコクリスタルバイオレットによる吸光光度法など、採用されている分析方法は多岐にわたっている。

表 26 よう化物イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
よう素滴定法 (次亜塩素酸ナトリウム法)	48	51.1
イオンクロマトグラフ法	20	21.3
よう素抽出吸光光度法	8	8.5
誘導結合プラズマ質量分析法	4	4.3
ロイコクリスタルバイオレットによる吸光光度法	2	2.1
誘導結合プラズマ発光分光分析法	2	2.1
その他の分析方法	3	3.2
分析事例なし	19	20.2

表 27 チオ硫酸イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
メチレンブルーによる比色法	49	52.1
イオンクロマトグラフ法	38	40.4
分析事例なし	15	16.0

表 28 遊離硫化水素, 硫化水素イオン, 硫化物イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
よう素滴定法 (酢酸カドミウム固定, 炭酸カドミウム固定含む)	49	52.1
メチレンブルー吸光光度法	25	26.6
水蒸気蒸留法	21	22.3
その他の分析方法	2	2.1
分析事例なし	10	10.6

表 29 炭酸水素イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
分離滴定法	82	87.2
総炭酸の定量値から化学平衡式を用いた計算	2	2.1
その他の分析方法	2	2.1
分析事例なし	8	8.5

表 30 炭酸イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
分離滴定法	81	86.2
総炭酸の定量値から化学平衡式を用いた計算	3	3.2
その他の分析方法	2	2.1
分析事例なし	8	8.5

表 31 遊離二酸化炭素

分析方法	回答機関数	割合(%)
酒石酸-くえん酸塩混液を用いた容量法	73	77.7
消石灰を用いた重量法	5	5.3
その他の分析方法	3	3.2
分析事例なし	13	13.8

表 32 水酸化物イオン

分析方法	回答機関数	割合(%)
分離滴定法	39	41.5
pH からの計算	14	14.9
中和滴定法	8	8.5
分析事例なし	35	37.2

指針では、よう素滴定法は記載されているものの、それに次いで広く用いられているイオンクロマトグラフ法や、誘導結合プラズマ質量分析法、誘導結合プラズマ発光分光分析法は、指針および5法ともに記載されていない。環境省自然環境局長(2014)により、新たな泉質「含よう素泉」が制定された中、温泉水中のよう化物イオンの分析および定量の重要性は増している。このことから、よう化物イオンの分析方法として、イオンクロマトグラフ法や誘導結合プラズマ質量分析法、誘導結合プラズマ発光分光分析法等の分析方法の追加について、早急に検討を行う必要がある。

硫黄化学種のうち、チオ硫酸イオン( $S_2O_3^{2-}$ )は、メチレンブルーによる比色法が49機関(52.1%)で、次いで、平成26年改訂で追加されたイオンクロマトグラフ法が38機関(40.4%)と、これらの分析方法が拮抗している。また、遊離硫化水素( $H_2S$ )、硫化水素イオン( $HS^-$ )、硫化物イオン( $S^{2-}$ )は、酢酸カドミウムや炭酸カドミウムなどの添加により硫化カドミウムとして固定した後、よう素滴定を行う方法が49機関(52.1%)で最も高く、次いでメチレンブルー吸光光度法25機関(26.6%)、水蒸気蒸留法21機関(22.3%)が続いている。

炭酸化学種の分析は、フェノールフタレイン溶液やメチルレッドプロモクレゾールグリーン混合溶液を用いた分離滴定法が多く用いられており、炭酸水素イオン( $HCO_3^-$ )は82機関(87.2%)、炭酸イオン( $CO_3^{2-}$ )は81機関(86.2%)が分離滴定法を採用している。また、遊離二酸化炭素( $CO_2$ )は、酒石酸一くえん酸塩混液を用いた容量法が73機関(77.7%)で最も多い。 $CO_2$ を含め、炭酸化学種は採水後にガスとして揮散したり、化学変化したりすると考えられることから、採水地でそのまま分析作業が可能な滴定法が選択されていることが推測される。

### (3) Si, B

けい素(Si)およびほう素(B)は、温泉水のpHによってはメタけい酸( $H_2SiO_3$ )、メタほう酸( $HBO_2$ )といった非解離成分として存在する項目である。いずれも温泉法の規定項目のひとつであり、温泉成分分析のうえで、最も重要な成分のうちのひとつである。それぞれの分析方法を表33、34に示す。

Siは、モリブデンイエローによる比色法が40機関(42.6%)で最も割合が高く、次いで誘導結合プラズマ発光分光分析法が32機関(34.0%)、モリブデンブルー吸光光度法が20機関(21.3%)、誘導結合プラズマ質量分析法が12機関(12.8%)と続いている。

また、Bは、誘導結合プラズマ発光分光分析法が46機関(48.9%)、誘導結合プラズマ質量分析法が40機関(42.6%)と多くなっている。

Si, Bとも、指針の平成26年改訂時に、誘導結合プラズマ発光分光分析法、誘導結合プラズマ質量分析法が追加記載された経緯があり、この改訂が非常に有効であったことを示している。

### (4) Rn, Ra

ラドン(Rn)およびラジウム(Ra)(温泉法上の表記は「ラヂウム塩」)は、いずれも温泉法の規定項目であるが、他の水質分析では滅多に実施することのない分析項目でもある。それぞれの分

表 33 けい素 (メタけい酸)

分析方法	回答機関数	割合(%)
モリブデンイエローによる比色法	40	42.6
誘導結合プラズマ発光分光分析法	32	34.0
モリブデンブルー吸光光度法	20	21.3
誘導結合プラズマ質量分析法	12	12.8
重量法	5	5.3
分析事例なし	8	8.5

表 34 ほう素 (メタほう酸)

分析方法	回答機関数	割合(%)
誘導結合プラズマ発光分光分析法	46	48.9
誘導結合プラズマ質量分析法	40	42.6
クルクミンによる比色法	9	9.6
マンニットによる容量法	4	4.3
アゾメチンH吸光光度法	3	3.2
メチレンブルー吸光光度法	2	2.1
分析事例なし	8	8.5

表 35 ラドン

分析方法	回答機関数	割合(%)
ゲルマニウム半導体検出器による定量	17	18.1
液体シンチレーションカウンタによる定量 (直接法)	13	13.8
IM 泉効計	10	10.6
液体シンチレーションカウンタによる定量 (抽出法)	8	8.5
温泉法施行規則第 14 条第 2 項第 2 号に基づく分析依頼契約対応	13	13.8
分析事例なし	40	42.6

表 36 ラジウム塩

分析方法	回答機関数	割合(%)
液体シンチレーションカウンタによる定量	5	5.3
ゲルマニウム半導体検出器による定量	4	4.3
分析事例なし	88	93.6

析方法を表 35, 36 に示す。

まず Rn の分析方法は、液体シンチレーションカウンタによる定量 (直接法と抽出法の合算) が最も多く 21 機関 (22.3%)、次いでゲルマニウム半導体検出器による定量が 17 機関 (18.1%)、さらに IM 泉効計が 10 機関 (10.6%) であった。

深澤 (1999) の報告によると、報告当時の Rn の分析機器の主流は IM 泉効計であった。ところが、既に主要メーカーの新規生産や修理サポートが終了し (森ら, 2014)、その一方で、平成 26 年改訂時に、Yasuoka *et al.* (2009) や Tanaka *et al.* (2013) による実証試験に使用された簡易型液体シンチレーションカウンタと、東日本大震災を契機とした放射能測定の需要拡大に伴って、環境省自然環

境局長（2015）による指針の逐次改訂がなされた際に追加されたゲルマニウム半導体検出器が、それぞれ広く普及した。今後も、液体シンチレーションカウンタやゲルマニウム半導体検出器の割合が高くなることと、同時にIM 泉効計の割合の低下が予想される。

ただし、Rn で最も回答割合が多い選択肢は、「分析事例なし」で、40 機関（42.6%）であった。Ra の分析方法については、その傾向がさらに顕著で、液体シンチレーションカウンタによる定量が5 機関（5.3%）、ゲルマニウム半導体検出器による定量が4 機関（4.3%）であったが、最も回答割合が高かったのは、「分析事例なし」88 機関（93.6%）であり、実に9 割を超える分析機関が、分析事例がないと回答した。

以上のとおり、Rn や Ra については、分析実績のない機関が最も多いという結果となった。このことは温泉成分分析上の検討すべきひとつの課題と考えられる。

#### (5) 腐植質, 遊離鉍酸

腐植質と遊離鉍酸の分析方法を表 37, 38 に示す。

これらの成分は、温泉水中に含まれていることはあるものの、温泉の規定項目ではなく、指針に定める試験項目にも記載されていない。このことを反映しているかは明確ではないが、「分析事例なし」の回答が、腐植質は78 機関（83.0%）、遊離鉍酸は74 機関（78.7%）と最も多い結果となった。

登録分析機関からの自由記載意見の中には、これらの項目の分析の必要性を感じないと考える機関も散見されており、これらの項目については、指針への取載を継続するかどうかを含めて、今後議論をする必要があると思われる。

#### (6) CH<sub>4</sub>

温泉付随ガス中のメタンを主成分とする可燃性天然ガスは、2007 年（平成 19 年）の可燃性天然

表 37 腐植質

分析方法	回答機関数	割合(%)
重量法	16	17.0
分析事例なし	78	83.0

表 38 遊離鉍酸

分析方法	回答機関数	割合(%)
メチルバイオレットによる滴定法	17	18.1
その他の分析方法	3	3.2
分析事例なし	74	78.7

表 39 可燃性天然ガス（メタン）

分析方法	回答機関数	割合(%)
JIS T8206 に定める携帯型可燃性ガス検知器による測定	42	44.7
（旧）JIS M7653 に定める携帯型可燃性ガス検知器による測定	26	27.7
JIS K2301 に定めるガスクロマトグラフ法による測定	5	5.3
非分散型赤外線センサ式可燃性ガス検知器による測定	4	4.3
その他の分析方法	1	1.1
分析事例なし	25	26.6

ガスによる災害防止を内容とした温泉法改正に伴い、温泉採取者に対して分析することが求められることとなった分析項目である。

なお、温泉付随ガス中のメタンは、温泉法登録分析機関だけでなく、環境省等が開催する分析研修会を受講した機関が分析することが認められている。このため、厳密には温泉法に基づく登録分析機関以外でも分析を行っている事例はあるものと思料されるが、本調査では、他の項目と同様、登録分析機関のみを対象として調査を実施した。

集計の結果、「JIS T8206に定める携帯型可燃性ガス検知器による測定」が42機関(44.7%)、「(旧)JIS M7653に定める携帯型可燃性ガス検知器」が26機関(27.7%)で、検知器による測定が大部分を占めた。なお、JIS M 7653はその廃止に伴い、2020年に新たにJIS T 8206に引き継がれている、いずれも携帯型可燃性ガス検知器の方法であり、環境省告示ではJIS T 8206が記載されているものの(環境省告示, 2020)、経過措置として従前のJIS M7653についても使用が認められているものである(環境省自然環境局, 2020)。

このことから、現地で即時的に数値が得られる携帯型可燃性ガス検知器が広く使用されている状況が確認された。

### 3.3 温泉成分分析の現状と提言

以上のとおり、全国の登録分析機関を対象としたアンケート調査の結果を整理するなかで、様々な課題が抽出された。加えて、回答フォームでは、現行の温泉成分分析業務における意見について、自由記載として求める設問があり、そこでは、登録分析機関の現場レベルでの意見が回答された。本項では、それらの意見や課題の中から、重要度が高いと思われる2つの課題を取り上げて、以下に考察する。

#### (1) よう化物イオンの分析方法の拡充

環境省自然環境局長(2014)の通知により、温泉水中の $I^-$ が10mg/kg以上の場合、新たに「含よう素泉」として療養泉に分類できることとなった。含よう素泉は、飲用時に高コレステロール血症の泉質別適応症が掲示できる一方、1日に $I^-$ として0.1mg以上の飲用を行う場合、甲状腺機能亢進症を含有成分別禁忌症として掲示しなければならないこととなった。つまり、同通知により、温泉水中の $I^-$ の濃度を把握する、すなわち分析を行う重要性がより増したということがいえる。

ところが、指針における $I^-$ の分析方法は次亜塩素酸ナトリウムを用いたよう素滴定法のみであり、準用5法を加えても、ロイコクリスタルバイオレットによる吸光光度法、よう素抽出吸光光度法のみで収載に留まる。

本調査の結果、分析機関の独自法として、イオンクロマトグラフ法、誘導結合プラズマ質量分析法、誘導結合プラズマ発光分光分析法などの回答があった。

これらの機器分析法は、他の分析項目でも広く使用されている方法であり、これらの方法を活用すれば、他の成分との一斉分析も可能となり、省力化にもつながる。新たに含よう素泉を創設した現在において、これらの汎用的な分析方法を検討のうえ、指針に収載することが、ひとつの社会的ニーズであろうと思われる。

#### (2) $Rn$ , $Ra$ の分析可能な機関の拡充

温泉水中のラドンの分析に限り、他の分析項目では見られないやや特殊な規定がある。指針において $Rn$ は、「分析者が必要と判断したときまたは依頼者の要請がある場合」に分析項目として追加するとされており、すなわち分析必須項目からは外れているものの、「花コウ岩等、珪長質の火



成岩を湧出母岩とするとき」に試験項目に追加する旨が記載されている。さらに指針では「放射能が期待し得るとき、ラドン、ラジウム塩の定量を追加する等、分析試験項目の追加に当たっては、泉質、性状、既存の分析結果、近隣の源泉の既存資料を基に分析試験の目的に応じて分析者が判断するものとする。」と記載されている。すなわち、Rnもその親核種であるRaも、全ての温泉で必ず分析しなければならない試験項目ではないことは明らかであり、分析機関の判断により、RnもRaも分析しないとすることができる。

このような状況を勘案しながら本調査の結果を振り返ると、Rnは40機関(42.6%)で分析事例がなく、特にRaに関しては、実に88機関(93.6%)に分析事例がないと回答している。このことは、標準物質の供給が困難であることなど、様々な理由によりRnやRaの分析が十分に浸透していないことを示している。これを重要な課題のひとつと捉え、より多くの機関がRnやRaの分析を可能な状況にすることが必要と考えられる。

Rnに関しては、法施行規則第14条第2項の規定に基づき、第1号でIM泉効計等の借受契約、第2号で分析委託契約により、分析を行うことが許容されている。これは、ラドンが温泉成分分析に特異的な成分であり、ラドンに特化した分析機器を必要とすることから、借受規定、分析委託規定を設けることにより、温泉成分分析を受託できる分析機関の門戸を広くすることが目的のひとつと思われる。しかし、本調査の結果、第1号に記載されるIM泉効計等の借受を行っているとは回答した機関はなく、温泉法施行規則第14条第2項第2号の規定の適用も、13機関(13.8%)にとどまっていることがわかった。

Rnは、環境省自然環境局長(2015)により、ゲルマニウム半導体検出器による測定が指針法として追加された。しかしながら、Raについては未だゲルマニウム半導体検出器による測定が追加されていない。既に分析機関独自の方法として、Ra分析にゲルマニウム半導体検出器を用いている機関もあり、今後は指針への追加収載も含めて、議論していく必要がある。

#### 4. ま と め

以上のように、本プロジェクトでは、全国の登録分析機関を対象とした調査を行い、温泉成分分析に関する実態の把握を行った。温泉成分分析時の主要項目について、各機関が採用している分析方法を、それぞれ一覧化した。

鉱泉分析法指針は、環境省からの技術的助言であり、あくまで法的拘束力はない。したがって、登録分析機関が独自の判断で、指針や準用5法以外の分析方法を採用することや、分析方法を適切に補正することは、事実上は容認されているといえる。しかしながら、全国の温泉法登録分析機関の機関数が、登録制への制度改正を機に倍増し、それと同時に分析の能力の向上や、分析精度の担保の必要性は、より重要性を増しているのも事実である。

本調査フォームでは、温泉分析法研究会に対する要望に関する設問も設けた。その結果、温泉成分分析に関する登録分析機関向けの勉強会や講習会の開催、外部精度管理の実施、新たな分析手法の情報提供などの回答が得られた。また、分析業務の担当者レベルで疑問に考えている点を意見交換、情報交換を行うためのネットワークの構築の必要性に関する指摘もあった。

現在、温泉分析法研究会は、日本温泉科学会内の分科会としての位置付けであり、学会員間で本要事項のような局所的な取組はあるものの、対外的かつ全国規模の取組は行っていないのが実状である。しかしながら、このような登録分析機関の要望が把握できたことは、非常に重要なことと考えられる。登録分析機関の担当者が、学会員、温泉分析法研究会員として多数参画され、その中で分析技術に関する議論が活発化することが理想であるが、将来的には、環境省自然環境局自然環

境整備課温泉地保護利用推進室等をはじめとする関係機関と連携のうえ、温泉法登録分析機関向けの勉強会や講習会等、対外的かつ全国規模の取組を進めていくことが、温泉成分分析の技術向上のために重要であると考え。

## 謝 辞

本調査は、日本温泉科学会温泉分析法研究会の活動の一環として実施しました。本調査に御協力頂きました全国の温泉法登録分析機関の方々には、深く感謝申し上げます。

また、調査フォームの温泉成分分析に係る分析方法の選択肢の作成については、「鉱泉分析法指針（平成 26 年改訂）」改訂作業の中心的役割を担われた、公益財団法人中央温泉研究所の滝沢英夫研究部長に御助言を頂きました。

さらに、環境省自然環境局自然環境整備課温泉地保護利用推進室の北橋義明室長をはじめ、同室員の方々には、全国の温泉法登録分析機関リストの本調査への利用等について御配慮頂きました。

匿名のお二人の査読者には、有意義かつ懇切丁寧な御指摘を頂きました。

ここに記して、深く感謝申し上げます。

## 引用文献

相川嘉正 (1998) : 温泉分析法研究会の発足と活動, 温泉科学, 48, 50-59.

深澤喜延 (1999) : 「鉱泉分析法指針」と温泉分析, 温泉科学, 49, 65-75.

環境省告示 (2020) : 温泉法施行規則第 6 条の 3 第 1 項第 1 号及び第 3 号並びに第 6 条の 6 第 1 項の規定に基づき環境大臣が定める方法等, 令和 2 年 4 月 27 日 環境省告示第 51 号, URL [https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/2-5\\_p\\_18.pdf](https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/2-5_p_18.pdf) (2023 年 1 月 12 日アクセス).

環境省自然環境局 (2014) : 鉱泉分析法指針 (平成 26 年改訂), 1-163. URL: [https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/2-5\\_p\\_14.pdf](https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/2-5_p_14.pdf) (2023 年 1 月 12 日アクセス).

環境省自然環境局 (2020) : 温泉法におけるメタン濃度測定手法マニュアル (2020 年 4 月改定), p3. URL: [https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/2-5\\_p\\_19.pdf](https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/2-5_p_19.pdf) (2023 年 1 月 12 日アクセス).

環境省自然環境局長 (2014) : 「温泉法第 18 条第 1 項の規定に基づく禁忌症及び入浴又は飲用上の注意の掲示等の基準」及び「鉱泉分析法指針 (平成 26 年改訂)」について, 平成 26 年 7 月 1 日環自総発第 1407012 号, 1-9.

環境省自然環境局長 (2015) : ゲルマニウム半導体検出器による温泉水中ラドン濃度測定方法について, 平成 27 年 3 月 12 日環自総発第 1503124 号. URL: [https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/2-5\\_p\\_15.pdf](https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/2-5_p_15.pdf) (2023 年 1 月 12 日アクセス).

環境省自然環境局温泉地保護利用推進室 (2021) : 登録分析機関一覧 (令和 3 年 10 月現在), URL <https://www.env.go.jp/nature/onsen/contact/index.html> (2022 年 6 月 1 日アクセス).

厚生労働省大臣官房生活衛生・食品安全審議官 (2019) : 公衆浴場における衛生等管理要領等の改正について, 令和元年 9 月 19 日生食発 0919 第 8 号厚生労働省大臣官房生活衛生・食品安全審議官通知 (令和 2 年 12 月 10 日生食発 1210 第 1 号一部改正).

森 康則, 滝沢英夫, 甘露寺泰雄 (2014) : 鉱泉分析法指針 (平成 26 年改訂) の要点, 温泉科学, 64, 326-333.

日本温泉科学会温泉分析法研究会 (2022) : 日本温泉科学会温泉法登録分析機関 温泉成分分析 分析法アンケート調査, URL <https://forms.gle/BMHGS44yvgQmoGLM6> (2022 年 6 月 1 日アクセス).

Tanaka, R., Araki, S., Yasuoka, Y., Mukai, T., Ohnuma, S., Ishikawa, T., Fukuhori, N., Sanada, T.

(2013) : A simplified method for improved determination of radon concentration in environmental water samples, RADIOISOTOPES, **62** (7), 17-32.

Yasuoka, Y., Ishikawa, T., Fukuhori, N., Tokonami, S. (2009) : Comparison of simplified liquid scintillation counter (triathler) with conventional liquid scintillation counter in the measurement of radon concentration in water, J. Hot. Spring Sci., **59** (1), 11-21.

## Appendix 1 鉱泉分析法指針（平成 26 年改訂）（抜粋）

### まえがき

わが国は世界でも有数の温泉国であり、温泉は国民の保養・療養またはレクリエーションに広く利用されている。

温泉を公共の浴用または飲用に供しようとする者は、都道府県知事等の許可を受けなければならないこととされているが、これは温泉には種々の成分が含まれており、中には人体に有害な成分を含む場合があり、また用法によっては人体に害を与えることもあり得るからである。

この利用許可の申請に当たっては、温泉の成分の分析書を添付することが必要であり、その成分の分析方法としては昭和 26 年に制定された衛生検査指針中の温泉分析法指針によることとされ、その後昭和 27 年に一部改正され鉱泉分析法指針となり、昭和 32 年に再度部分改正が行われた。昭和 53 年には、昭和 49 年度からの改訂作業をまとめた鉱泉分析法指針（改訂）が定められた。さらに昭和 57 年に療養泉の定義の見直しを内容とする部分改訂が、平成 9 年に分析技術の進歩および分析機器の開発等を踏まえた部分改訂が、平成 14 年に温泉分析機関が指定制から登録制に移行するに当たっての部分改訂が行われた。

さて、この間分析機器の発展には目覚ましいものがあり、かつては測定が困難であった微量領域を測定できる分析機器も登場している。また、分析者の健康を守る観点と、近年の地球環境への関心の高まりから、有害な試薬を使用しない分析手法や機器も開発されている。

しかしながら、これら新しい分析方法には、微量の環境汚染物質や食品中に含まれる有害物質を測定する目的で開発されたものが多く、自然環境中において比較的成分を多く含む温泉水には必ずしも適した分析方法とならない。これら新分析方法や分析機器については、そのつど新たな方法として採用するか否かを検討し、その結果に基づいて鉱泉分析法指針を改訂するべきであるが、技術の進歩に改訂作業が追いつかないのも実情である。

鉱泉分析法指針は、温泉成分分析の基盤であるが、温泉水は多種多様な化学組成を持つため、すべての温泉水に対してこの指針が必ずしも最良の方法を示すものではない。温泉の成分を分析する際には、原則として鉱泉分析法指針に掲載される分析方法を用いることとするが、たとえ鉱泉分析法指針に掲載されていない分析方法であっても、泉質等により分析者が、さらに適切な分析方法であると判断した他の分析方法の適用について否定するものではない。なお、他の分析方法とは、「衛生試験法：公益社団法人日本薬学会」、「工業用水試験方法：一般財団法人日本規格協会」、「工場排水試験方法：一般財団法人日本規格協会」、「上水試験方法：公益社団法人日本水道協会」および「放射能測定法シリーズ：文部科学省」の 5 方法とする。