



招待講演

日本の温泉の化学分析は、熱海温泉から始まった
～修善寺温泉編～

岡 野 幸 次¹⁾

(令和 6 年 12 月 2 日受付, 令和 6 年 12 月 9 日受理)

The Hot Spring Analysis in Japan Starts from Atami Onsen
～Shuzenji Onsen Version～

Koji OKANO¹⁾

要 旨

宇田川榕菴は、文政 11 年 (1828) 3 月熱海温泉の温泉水で、日本人による初の温泉化学分析を行い、翌 4 月には、修善寺温泉の温泉水で分析を行っている。今回、この分析記録である「豆州修禅寺温泉試説」の手稿を入手し、分析方法の発展過程を明らかにするとともに、当時の分析においても、すでに現在の泉質「アルカリ単純泉」につながる分析結果が得られていたということがわかった。

キーワード：宇田川榕菴, 豆州修禅寺温泉試説, 温泉分析, 熱海温泉, 修善寺温泉

1. はじめに

1826 年 2 月～7 月 (文政 9 年 1 月～6 月) にオランダ商館長が將軍へ参府の際に随行したドイツ人医師シーボルトの紀行記「江戸参府紀行 (シーボルト (斎藤訳), 1972)」(原名: NIPPON) によると、この参府の出発前に、同行した薬剤師デュルガーが、九州地区 (雲仙岳, 阿蘇火山, 霧島火山等の周辺) の温泉分析を実施していたとの記述があり、試験結果成績書の原本もオランダ国ライデン博物館に保管されている (中川, 1980) ことから、これが、日本初の温泉の化学分析であったとみられている。

また、宇田川榕菴 (江戸幕末 (1798～1846) の津山藩医 (現在の岡山県津山市, 勤務場所は江戸藩邸), 蘭学者, 写真 1) は、文政 11 年 (1828) 3 月熱海の温泉水を入手し、化学分析を行っている

¹⁾一般財団法人静岡県生活科学検査センター 〒425-0085 静岡県焼津市塩津 1-1. ¹⁾General Incorporated Foundation Shizuoka Chemical Analysis Center, 1-1, Shiotsu, Yaizu-city, Shizuoka Prefecture 425-0085, Japan. E-mail k-okano@shizuokaseikaken.or.jp, FAX 054-621-5451.

る（宇田川，1828 頃，文政 11 年頃）。これが，日本人による初の温泉分析とされている。

上記は，筆者により，静岡県温泉協会報にて連載（岡野，2023-2024）を行ってきているところであるが，今から 200 年ほど前の江戸時代における日本での化学の状況や温泉分析方法を現存する文献資料から知ることは，興味深いものがある。今回，熱海の次に温泉分析を行った修善寺温泉の分析記録である「豆州修禅寺温泉試説（宇田川，1828 頃，文政 11 年頃）」を読み解いていくと温泉分析の発展過程について大変興味深い知見が得られたので，発表する。



写真 1 津山洋学資料館前の
宇田川榕菴胸像

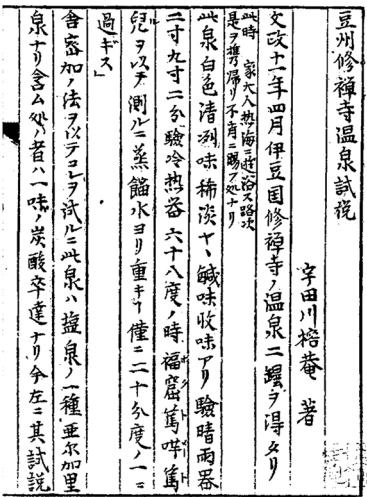


図 1 豆州修禅寺温泉試説
（杏雨書屋蔵）

表 1 温泉分析の比較

	熱海	修善寺	備考
分析時期	文政 11 年 3 月 1828 年	文政 11 年 4 月 1828 年	
手記	豆州熱海温泉試説	豆州修禅寺温泉試説	
検体入手方法	江戸元四日市町（現在：東京都中央区日本橋）の熱海温泉の販売店で購入（温泉の運搬容器として，酒樽を使用（酒のコンタミのおそれ有））	温泉遊浴から帰宅した養父がビン入りの温泉を持ち帰り，入手	これ以降，本人が実踏し現地採水を行っているケースあり．（天保 14 年の熱海では，温泉の各泉口で採水）
検査項目	・色・臭気・味・比重 ・定性分析（二酸化炭素，明礬，他） ・金属（鉛，銅，鉄） 他	・色・味・比重・液性（試験紙） ・塩泉（アルカリ塩，炭酸ソーダ）と決定 ・金属（銅，鉄）	当時の温泉の分類（四宗類：酸泉，塩泉，硫泉，鉄泉）

2. 文献調査資料

公益財団法人武田科学振興財団 杏雨書屋（きょううしょおく：大阪市中央区道修町 2-3-6）に収蔵されている宇田川榕菴著「温泉雑記」の中から「豆州修禪寺温泉試説」の複写（図 1）を入手し、温泉分析の比較（表 1）と現代語対訳を作成（表 2）した。

表 2 豆州修禪寺温泉試説（対訳）

原文（読み仮名を追記した）	現代語訳
文政十一年四月伊豆国修禪寺ノ温泉ニ罌（びん）ヲ得タリ	文政 11 年 4 月伊豆国修善寺の温泉水（びん入り）を手に入れた。
此時 家大人熱海ニ遊浴ス路次（ろじ）是ヲ持帰り、不肖ニ賜ウ処ナリ	養父（宇田川玄真）が熱海への湯治療養のみちすがら、これを持ち帰り、私にいただいた。
此泉白色清冽（せいでつ）味稀淡ヤヤ鹹味（かんみ）收味アリ驗晴雨器二寸九寸二分驗冷熱器六十度ノ時 福窟篤咩篤兒（ホクトメートル）ヲ以テ測ルニ蒸餾水ヨリ重キテ僅ニ二十分度ノ一ニ過ギス	この温泉水は、白色で清く澄んでおり、味はややしおからい味がある。気圧計 2 寸 9 寸 2 分、温度計で華氏 60 度（摂氏 15.6 度）のとき、ホクトメートルを使って測ると蒸留水よりわずかに重くて、20 分度の 1 に過ぎなかった。
舍密加（セイミカ）ノ法ヲ以テコレヲ試スルニ此泉ハ塩泉の一種。亜爾加里（アルカリ）泉ナリ含ム処ノ者ハ一味ノ炭酸卒達（ソーダ）ナリ今左に其試説ヲ記ス	化学の手法をもって、これを試験するとこの温泉水は塩泉の一種である。 炭酸ナトリウムを含むアルカリ泉である。下（原文の縦書きから横書きとしたので、訳文中では横書きでの方向表記とする。以下同様）にその試験法を記載する。
舍密加（セイミカ）ノ書ニ云鑛泉温泉ノ類数千百種アリト雖（いえど）モコレヲ括（くく）リテ酸泉。塩泉。硫泉。鐵泉。ノ四宗類トス 亜爾加里（アルカリ）塩ハ即（すなわ）ち所謂（いわゆる）塩泉ノ一分類ノミ	化学の書物では、鉱泉温泉の種類は、数千百種あると言われているが、これらをくくって、酸泉、塩泉、硫泉、鐵泉の 4 宗類としている。アルカリ泉は、いわゆる塩泉の 1 分類である。
此泉味稀淡ニメ含ム処ノ物質モ亦甚（はな）はタ少シ故ニ種々ノ試薬ヲ加テ動変ヲ顯（あらわ）ス事少シ掬（く）は磁鍋ニ煮テ多分ノ水氣ヲ蒸散シテ後コレヲ試ム	この温泉水は、味が薄くて、含まれる物質も非常に少なく、このままで種々の試薬を加えても変化が見られないとのことから、陶磁器の鍋で煮て、多くの水を蒸発させ、その後、多量の水を蒸発させて試験する。
一 堇花紙ニ点シ乾シテ後緑痕残レリ 二 堇花水ニ滴メ緑水ト為レリ 三 蘓枋（スオウ）紙ニ塗テ美紫色を生ス	1 堇花紙に滴下し乾かすと緑の痕が残った。（注 1） 2 堇花水に滴下すると緑色となった。 3 スオウ紙に塗ると美紫色を生じた。（注 2）

表 2 (続き)

原文 (読み仮名を追記した)	現代語訳
右三試ヲ以テ先(ま)ツ此泉ニ亜爾加里(アルカリ)塩アルノ確徴ヲ得タリ	上記 3 試験をもって、まずはこの温泉水にアルカリ(塩)が含まれること確認した。
然レモ何等(なんら)ノ亜爾加里(アルカリ)ナルヤヲ知ラズ	しかし、何のアルカリなのかかわからない。
亜爾加里(アルカリ)三種アリ 剥篤亜斯(ポットアス) 卒達(ソーダ) 硃砂(ドウシャ) 是ナリ	アルカリには、3 種類ある。カリウム、ナトリウム、アンモニウムである。
コレヲ知ント欲シテ先(ま)ツ海塩ノ酸精ヲ加タルニ一條ノ烟霧(煙霧)起リ 此烟(煙)ハ塩酸瓦斯(ガス)ノ拡散スル者ナリ ヤヤ沸動セリ後此液を味ルニ鹹味ヲ生ジテ海塩ト一般ナリ	これを判明させるため、まずは塩酸を加えてみると、煙霧が発生した。 この煙は塩化水素ガス(注 3)が拡散しているものである。 この試験水をやや沸騰させたのち、味を見ると鹹味(しょからい)で、一般的にみられる海塩(塩化ナトリウム)である。
塩酸と卒達(ソーダ)を和スレバ海塩ト成ル	塩酸とナトリウム(塩)を中和させると海塩(塩化ナトリウム)を生成する。
又此泉ヲ玻瓈(ベーケル)器ニ盛り消酸銀液名物考ノ銀漿ナリ ヲ加エタルニ白色雲ノ者生セリ	この温泉水をガラス容器に入れ、硝酸銀溶液(名物考の「銀漿」参照)を加えると白い沈殿を生じた。
卒達(ソーダ)ニ銀液を加レバ白雲生ス	ソーダに硝酸銀溶液を加えると白い沈殿を生じる。(注 4)
右二試ヲ以テ此泉所含ノ亜爾加里(アルカリ)ハ炭酸卒達(ソーダ)成ナルヲ定ム	上記 2 試験をもって、この温泉水のアルカリは、炭酸ナトリウムであること確認した。
硃砂加石灰精(ドウシャカセツカイセイ) 剥篤亜斯(ポットアス)溶液 亜爾箇兒(アルコール) 没食酸(もっしょくさん)	アンモニア水(注 5) 炭酸カリウム溶液(注 6) アルコール(注 7) 没食子酸(注 8)
右四種ノ試薬ヲ加テ変動ナシコレヲ以テ銅分鉄分ヲ含ム事ナキヲ知り又中和塩ヲ含ザルノ明徴ヲ得タリ」	上記 4 種類の試薬を加えて変化が見られなかったことから、銅分、鉄分、中和塩を含まないことが明らかとなった。

表 2 (続き)

原文 (読み仮名を追記した)	現代語訳
此泉一土鍋ヲ煎熱シ乾ニ至テ炭酸卒達(ソーダ)僅ニ薄霜ノ如ク鍋底ニ残レリ其色淨白味辛鹹(しんかん)。卒達(ソーダ)塩ニ異ル事ナシ	この温泉水を土鍋で煎じ、乾固させると炭酸ナトリウムがわずかに薄霜のように鍋底に残った。その色は淨白で味は辛鹹。ナトリウム塩と異なることはない。
○此塩如是僅少ナリ故ニ其量ト水トノ幾何比例ハ此二壘(びん)ノ泉ヲ以テ定メ難シ他日此泉ヲ多ク得ルノ時ヲ期ス臆フニ此泉五、六斗ヲ煮テ炭酸卒達(ソーダ)一、二錢ヲ得ベシ	この塩のようなものはわずかであるので、このびんに入った温泉水をもって、水との比(濃度)は測定することはできなかったが、のちにこの温泉水を多く得ることができたとき測ってみたところ、この温泉水を5～6斗(約90～108ℓ)を煮たところ、炭酸ナトリウムが1～2錢(約3.7～7.5g)であった。
主治 榕菴常ニ内服メ石淋(せきりん)治シ酸敗ノ諸液ヲ復治ス	主治 榕菴は日頃から内服し、結石(腎臓または膀胱)を治療し、酸性に片寄った体液を元に戻している。

(注1) 堇(スミレ)花は、酸で赤変し、アルカリによって緑変する。(舎密開宗外篇 現代語訳)

(注2) スオウ(マメ科スオウノキ)チンキ及びその染紙は、アルカリと土類で青色(あるいは紫色)になる。(舎密開宗外篇 現代語訳)

(注3) 「二酸化炭素」の誤りと思われる。塩酸(強酸)が加わり、二酸化炭素(弱酸)を発生させたものと考ええる。

(注4) 「ソーダ」は「塩化物(イオン)」の誤りで「塩化物イオンの定性反応」と考える。

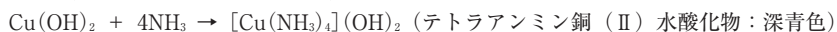


(注5) 銅の定性試験 アンモニア水を加えると碧色を呈する

少量のアンモニア水では



さらに、アンモニア水を加えると、



の反応が起こり、沈殿は溶解し、深青色溶液となる。

(注6) すべてのアルカリは、水中に含まれる多種の物質を沈殿させるもので、その沈殿がはたして決定しにくく、目のこえた熟練者だけが、沈殿や上澄の色を見て、含まれる金属の多少を知ることができる。(舎密開宗外篇 現代語訳)

(注7) 鉱泉にアルコール同体積を混ぜると泉中の不溶性の物質は全部沈殿する。(舎密開宗外篇 現代語訳)

(注8) 鉄の定性試験 没食子(もっしょくし、ぼっしょくし)とは、ブナ科の植物の若芽が変形し瘤(こぶ)になったもの。この瘤はタンニン成分を多く含む。没食子に含まれているタンニン及び没食子酸は鉄と反応し、黒色となる。(舎密開宗外篇 現代語訳)

3. 宇田川榕菴の温泉分析

3.1 温泉分析状況とその記録

ア 宇田川榕菴は、日本各地の温泉分析(文政11年(1828)3月～天保14年(約16年間))を行い、その結果を基に、「諸国温泉試説」「温泉雑記」の手稿(原稿)を記す。

(以下、藤浪 (1938) から主要な温泉地を抜粋)

文政 11 年 3 月熱海, 4 月修善寺, 諏訪,

文政 12 年有馬, 文政 13 年湯河原, 天保 3 年山代, 山中,

天保 14 年熱海, 年代不詳草津ほか

イ 舎密開宗 (宇田川・田中, 1975) の外篇第 1 函 (巻 1 から巻 3) に温泉記事を載せ刊行
弘化 3 年 (1846 年) またはそれ以降に全編を刊行

3.2 温泉分析の比較

熱海温泉と修善寺温泉の温泉分析の比較を行った.

- ・養父の「修善寺温泉」への遊浴計画があったことから, 江戸で入手可能な「熱海温泉」で先行して分析を行った.
- ・温泉水の検体のサンプリングは, 販売店での購入から, 養父 (医師) による現地採水
- ・海外文献に掲載されている温泉分類 (四宗類) を意識して, 検査項目を選定
- ・以上のことから, 温泉水の分析は, 「修善寺温泉」から本格的なものとなった.
- ・現在, 修善寺温泉の泉質は, 「アルカリ性単純泉」となっているが, 当時の分析においても「塩泉 (アルカリ塩)」に分類されており, すでにアルカリ性の高い温泉と確認されていた.

引用文献

藤浪剛一 (1938): 宇田川榕菴の温泉試説, 『温泉知識』, 187-217, 丸善, 東京.

中川昭三 (1980): ビュルヘルの鉱水分析について, 長崎県衛生公害研究所報, 21, 93-106.

岡野幸次 (2023-2024): 日本の温泉の化学分析は, 熱海温泉から始まった (その 1)-(その 5), 温泉協会報, 150-154 号, 静岡県温泉協会.

シーボルト著, 斎藤信訳 (1972): 『江戸参府紀行』, 平凡社, 東京.

宇田川榕菴 (1828 頃, 文政 11 年頃): 豆州熱海温泉試説, 『諸国温泉試説』, 杏雨書屋所蔵.

宇田川榕菴 (1828 頃, 文政 11 年頃): 豆州修禅寺温泉試説, 『温泉雜記』, 杏雨書屋所蔵.

宇田川榕菴, 田中実 (1975): 『舎密開宗—復刻と現代語訳・注—』, 講談社, 東京.