

温泉の比重と蒸発残物との関係について

島 誠

(科学研究所)

(29年4月13日受理)

1) 序

温泉の比重と蒸発残物の間には、ある程度の相関関係のあることは認められていた。¹⁾筆者は、衛生試験所報告の日本鉱泉分析表²⁾に記載されている。所謂温泉について得た結果を報告する。

2) 全国的分布についての結果

日本鉱泉分析表に記載されている各種鉱泉の内、所謂鉱泉については除外して、所謂温泉についての結果を研究した。もちろん温泉であつても比重、蒸発残物の記載のないものは除外してある。鉱泉を除外したのは、比重、蒸発残物の関係において、異常なものが多く、総合的な判断を下すのに困難であつた理由による。しかし一般に鉱泉の蒸発残物は、温泉のそれに比して多い含有量を示し、これらのことを温泉の成因に結びつけて研究することは、興味あることで、既に岩崎³⁾氏等の指摘している所である。

温泉の比重は全国的に見て、1.0000~1.0010の間に一番多く見出され、その頻度分布を示すと第1図の如くなる。もちろん温度は凡そ15°Cを基準として表はしてある。温泉の比重が水の比重に比べて大体大きいのは、温泉には各種塩類の溶存していることから、当然と考える。

第2図に温泉の蒸発残物と比重との関係を示す。凡そ15°Cにおける数値で記入した。もちろん記載に正確を欠いている比重1.0のものは1.0000として表はした。この図で、両者の関係を表示すると第2図の実線の方向になる。これを式で示すと

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = 0.9990 + 0.95 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (1)$$

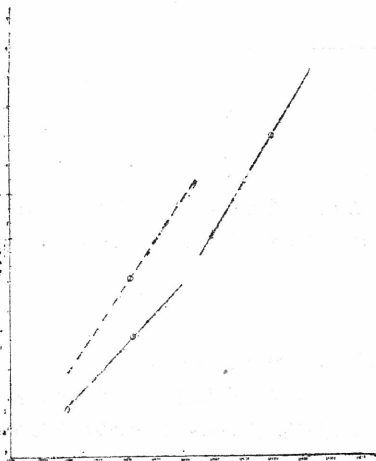
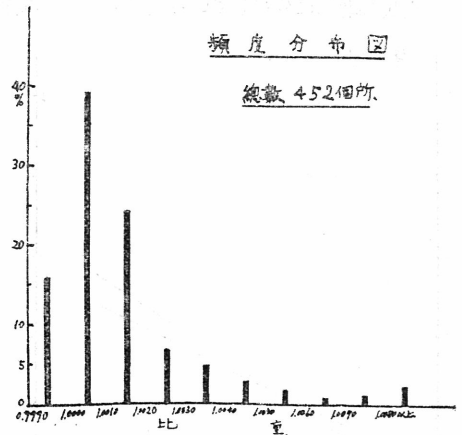
(以下式中も同様であるが $\rho_{15^\circ\text{C}}$ は15°Cの比重でRは蒸発残物の含有量を示す。)

となり、この式で両者の量的な近似値が得られると考える。

NaCl溶液については第2図の点線で示す傾向となり

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = 1 + 0.78 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (2)$$

第1図



で近似的に表されるとえられる。

(1)(2)の式で考えられることは、一定の温度において温泉の比重は、NaCl溶液の比重と大いに異なることである。

全国的に両者の関係は(1)式で表はされ、比重又は蒸発残物の含有量が判明すれば、大略の他の値が推定できる訳である。しかし蒸発残物7g以上比重1.0040以上の温泉については、その傾向式がやゝ異り

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = 1.0040 + 0.74 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (3)$$

で表はすものになる。蒸発残物の多くなる割合に比重は大きくなる傾向である。

3) 地方別についての結果

A) 伊豆、箱根地方別について、

伊豆半島を中心として、箱根を含んだ地域を考える。この地方の温泉の蒸発残物と比重との関係を第3図に示す。第3図では、両者の

関係は大畧その実線方向で表示されると考える。このことを式で示すと

$$f_{15^{\circ}\text{C}} = 0.9990 + 1.3 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (4)$$

となる。熱海、箱根、その他の伊豆半島の所謂温泉群別に表示しても大略この傾向になる。

B) 栃木縣北部温泉地方について

栃木縣北部で群をなしている那須、塩原、鬼怒川などの温泉を対象として考える。この地方の蒸発残物と比重の関係図を第4図に示す。

この地方においては、温泉群別に異なつた式で表はされる結果のようである。

那須温泉群については

$$f_{15^{\circ}\text{C}} = 0.9990 + 1.7 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (5)$$

塩原温泉群では

$$f_{15^{\circ}\text{C}} = 0.9990 + 1.5 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (6)$$

鬼怒川温泉では

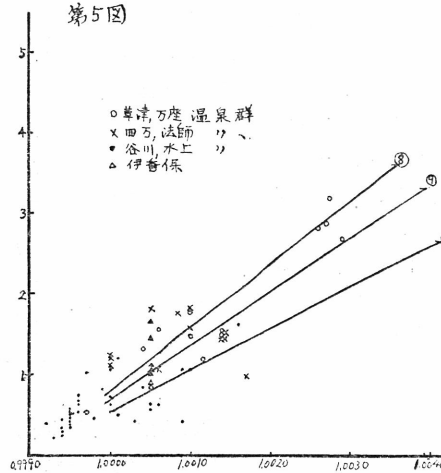
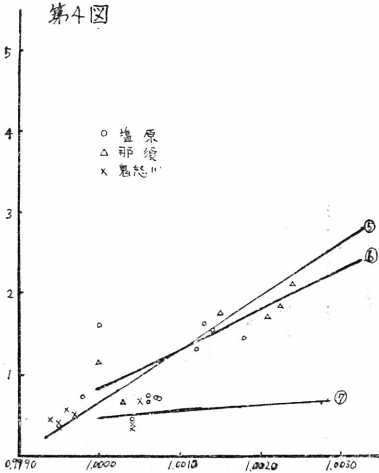
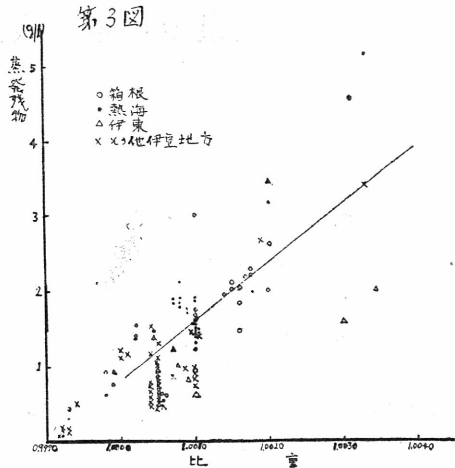
$$f_{15^{\circ}\text{C}} = 0.9990 + 4.8 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (7)$$

となり、温泉群別に異つた式関係で表はされる。鬼怒川温泉群では数も少く、蒸発残物の数値も、あまり正確に出ていないが、傾向は前二温泉群に比して異つている。

C) 群馬縣北部温泉群について

群馬縣北部に分布している温泉を強いて草津温泉を中心として万座温泉などを含めたものを、草津温泉群とし、

四方温泉を中心として、この附近の温泉を含めて、四方温泉群とする。また谷川、水上などを中心として、この附近に分布する温泉を含めて、谷川温泉群とした。これら温泉の比重と蒸発残物の関係を第5図に示す。この地方の温泉群の関係式は次の如く示される。



草津温泉群では $f_{15^{\circ}\text{C}} = 0.9990 + 1.35 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (8)$

四方温泉群では $f_{15^{\circ}\text{C}} = 0.9990 + 1.55 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (9)$

谷川温泉群では $f_{15^{\circ}\text{C}} = 0.9990 + 2.0 \times 10^{-8}R \dots\dots\dots (10)$

で表示し得られる。この地方においても、三者異なる関係式で表示することか出来る。同じ地方にある伊香保温泉も、第5図には書き入れてあるが、この温泉の比重は、日本鉱泉分析表に1.0としか記入されていないので、1.0000として表示した結果異常な傾向を示して居るので関係式は示さない。

4) 考 察

一般論としては、いわゆる温泉の蒸発残物と比重の間には相関関係があり、15°Cの温度では(1)、(3)式で量的には近似的に表はされる。地方性を加味して考えると、2)章のA、B、Cの如く、その地方で、独自の関係式が得られる。地方区に分けたり温泉群を分けたりする方法について、本報は位置的に近いものを一つの群として、便宜上行つた。温泉の泉質、湧出(機構、湧出)地点の地質状況などは、加味していない分類である。これらのことを加味して、温泉を分類し、比重と蒸発残渣の関係を目下研究中で、続報とする。しかし、機械的に、本報の如く分

類した各地方温泉群にて、異つた関係式が得られる原因を考ふる。一應一つの関係式で表はされる温泉群泉他の温泉群との差を、温泉の成因に関係して別かれるものとする。

この考え方を伊豆地方の温泉群に應用すると、伊豆地方では一つの傾向として表はし得られるので、温泉の成因も一つであり、温泉水が地殻を通過する際、各種の因子を加へる結果、現在地表で見られる様な温泉になつたと考え得られる。このことに対して、栃木縣、群馬縣北部にある温泉群は、2つ又は3つの異つた成因を有して居る結果となる。しかし温泉の湧出機構などから考へて、いわゆる地下水の混入などの種々の因子も考えられ單に關係式のみが異なることだけで、これを温泉の成因にまで結び付けることは困難である。

又 NaCl 溶液について、比重と蒸発殘物の關係では一定温度で温泉の場合と大いなる異りを有することは、海水の主要成分である NaCl のことも合せて考へて、大いに興味のある問題である。

次にいわゆる鈹泉の蒸発殘物が、温泉のそれに比して種々特徴があり、それらの比重と蒸発殘物の關係も続報で述べる。

5) 結 語

蒸発殘物と比重との關係は福富氏¹⁾により既に着目されている所であるが同氏は測定結果の引用文献を石津博士の The Mineral Springs of Japan にのみよつている。筆者は日本鈹泉分析表に記載されて居る全国的に分布しているいわゆる温泉 452 の結果を引用した。關係式も、同氏とはやや異なるものを得た。しかし筆者の引用した分析表でも未だ完全のものではなく、今後益々補正を行ひ度い。

結局、温泉の比重と蒸発殘物の間において、地方性を幾分有して、各温泉群毎に關係式を有する傾向がある。又全国的に見て兩者の間に關係式を見出し、蒸発殘物 7g, 比重 1.0040 を境として、關係式を二つに別けられることを見出した。

以上得られた結果を源として、温泉の成因などの研究に應用することも興味ある問題であり、又野外調査において簡易迅速分析を行ひに際し、比重の測定によつて、大略の溶存する塩類の含有量を知る便宜も得られる。

最後に種々御指導を頂いた東大理学部木村健二郎教授に厚謝する。

文 献

- 1) 福富孝治 温泉の物理岩波科学文献抄12 (昭13), 79
- 2) 内務省衛生試験所彙報 日本鈹泉分析表第34号 (昭4), 第54号 (昭15)
- 3) 岩崎岩次 日化56 (1935) 252
奥野久輝 日化62 (1941) 669
- 4) 木村健二郎, 島誠 温泉簡易迅速分析法, 未発表

On the relation of Specific Gravity and Residue of Hot Springs

Makoto SHIMA

The author recognised the relation of Specific Gravity and Residue of Hot Springs in Japan.

About the data of 526 springs next expression was found.

$$\rho_{15^{\circ}\text{C}} = 0.9990 + 0.95 \times 10^{-3} \times R$$

But above Specific Gravity of 1.0040 or Residue of 7 /L was next expression

$$\rho_{15^{\circ}\text{C}} = 1.0040 + 0.74 \times 10^{-3} \times R$$

This method also have the locality.