

昭和 39 年 2 月

原 著

日本の鉱泉のケイ酸含量について

九州大学理学部化学教室 樽 谷 俊 和
(昭和 38 年 7 月 6 日受理)

Silicic Acid Content of Mineral Springs in Japan

Toshikazu TARUTANI

(Department of Chemistry, Faculty of Science, Kyushu University)

The frequency histograms of temperature, pH, and silicic acid content of mineral springs in Japan were prepared, and the relations between silicic acid content and temperature, pH, and evaporated residue were discussed.

Nearly 40 percent of all mineral springs are those containing silicic acid from 50 to 100 mg/l and a mean value of the silicic acid content is 116.7 mg/l.

Mineral springs having temperature from 40 to 60°C are about 50 percent and silicic acid content increases with increasing temperature.

Acid mineral springs contain a large amount of silicic acid compared with those of neutral and alkaline mineral springs.

About 57 percent of the mineral springs contain silicic acid from 1 to 10 percent of evaporated residue.

1. 緒 言

ケイ酸は鉱泉水中の主成分の一つであり、広い濃度範囲にわたって存在しているが、その量的存在範囲を明らかにし、水中のケイ酸の行動を知ることは、鉱泉の特性、あるいは鉱泉の分析に関して有用な知識をあたえるものと考えられる。

本報文においては、日本の鉱泉のケイ酸含量と泉温、pH、蒸発残留物との関係について統計的に考察した結果を報告する。

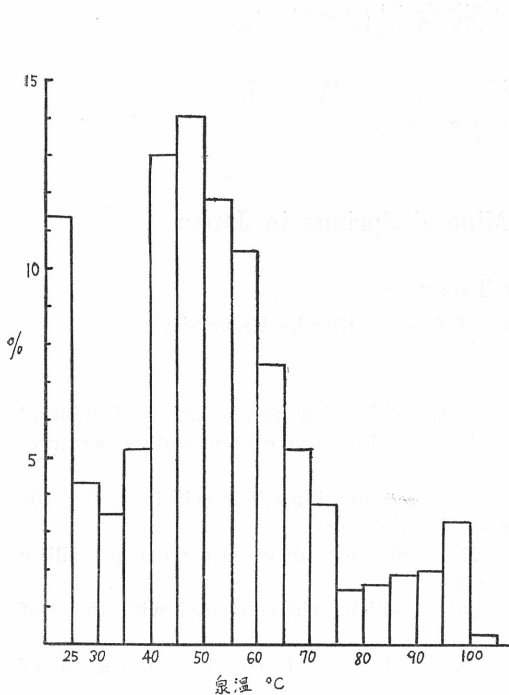
2. 資 料

資料は主として日本鉱泉誌¹⁾、日本鉱産誌 B VI-a²⁾ のものを用いたが、この他に池田³⁾、太泰⁴⁾、古賀⁵⁾、三角⁶⁾、川上⁷⁾、杉原⁸⁾ らの報文からも採用した。同一の鉱泉に関して別々のデ

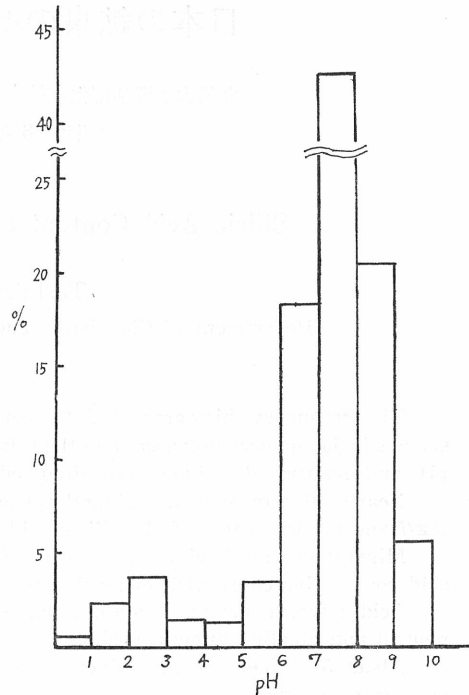
ータが報告されているときは、新しいデータを採用した。データは泉温、pH、ケイ酸の定量値の三者の記載のあるものをえらび、泉数は 1287 である。なおケイ酸の定量値は H_2SiO_3 で表わした値を用い、引用文献中で SiO_2 であたえられたものは、 H_2SiO_3 に換算して用いた。鉱泉、温泉、冷鉱泉の分類は温泉法にしたがった。

3. 泉温の分布

泉温の分布を第1図に示す。冷鉱泉は約 11% 存在しているが、利用価値が少ないために多くの冷鉱泉がみのがされていると思われる。40°C から 60°C の間の泉温をもつ温泉は約 49% 存在し、最も多い。西村⁹⁾、杉原¹⁰⁾らも同様な結果を得ている。



第1図 泉温の分布



第2図 pHの分布

4. pHの分布

pHの分布を第2図に示す。pH 7 台の鉱泉が 42.6%で最も多い。pH が 4 台のところに極小がみられる。これは西村⁹⁾、服部¹¹⁾らの結果と同様である。

最も酸性の強い鉱泉は焼山温泉(新潟県)²⁾で pH が 0.40、最もアルカリ性の強い温泉は若狭温泉(福井県)¹²⁾で pH が 11.2 といわれている。

5. ケイ酸含量の分布

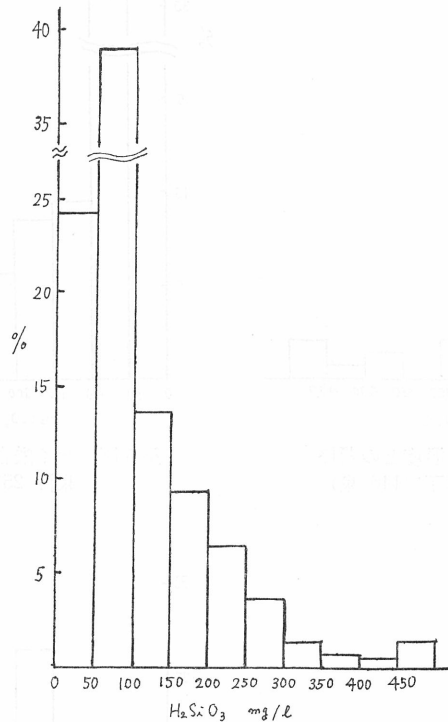
ケイ酸含量の分布を第3図に示す。ケイ酸含量が 50~100 mg/l の範囲に存在する鉱泉が最も多い。半谷¹³⁾によれば、日本の地下水、小河川、大河川について、ケイ酸の平均含量*は

* 半谷は SiO_2 meq/l であたえているが、これを H_2SiO_3 mg/l に換算した。

24.6 mg/l, 19.5 mg/l および 16.0 mg/l であり, ケイ酸が 50 mg/l 以上のものは非常に少ない. また日本の油田塩水, ガス田塩水のケイ酸含量もほとんど 50 mg/l 以下である. したがって鉱泉は地下水, 河川水, 油田塩水などに比較して多量のケイ酸を含有していることがわかる.

これまでに報告されているケイ酸含量の最高値は, 豊川温泉 (島根県)²⁾ の 1.1189 g/l, 最低値は根石鉱泉 (愛知県)²⁾ の 0.14 mg/l である.

ケイ酸含量の平均値は 116.7 mg/l で, 岩崎¹⁴⁾ は 106 mg/kg の平均値をあたえている.



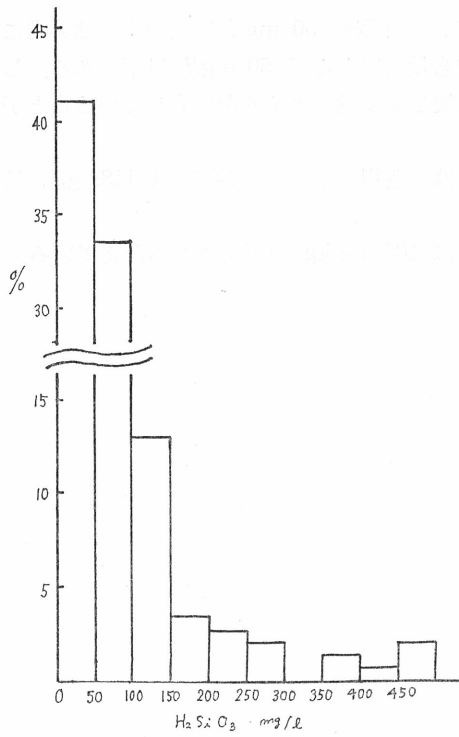
第3図 ケイ酸含量の分布

6. ケイ酸含量と温度との関係

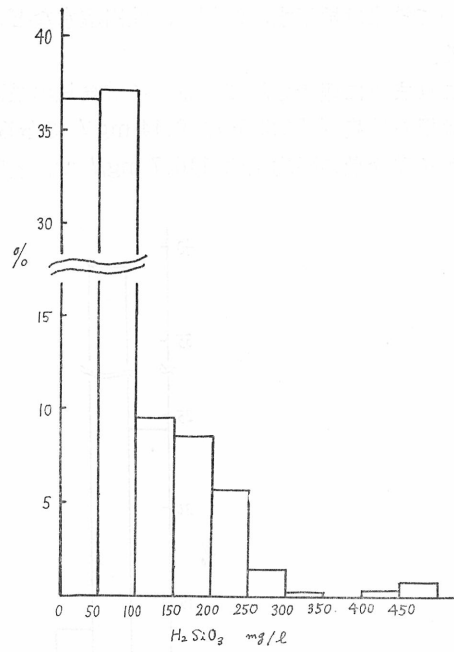
4つの温度区分において, ケイ酸含量の分布を示したのが第4図ないし第7図である. 冷鉱泉ではケイ酸含量が 50 mg/l 以下の鉱泉が最も多い. 泉温が高くなるにつれて, ケイ酸含量が 50~100 mg/l の温泉が最も多くなり, 泉温が 75°C 以上では, ケイ酸含量が 100 mg/l 以上の温泉が非常に多くなっており, ケイ酸含量と泉温の間では正の相関が認められる.

7. ケイ酸含量と pH との関係

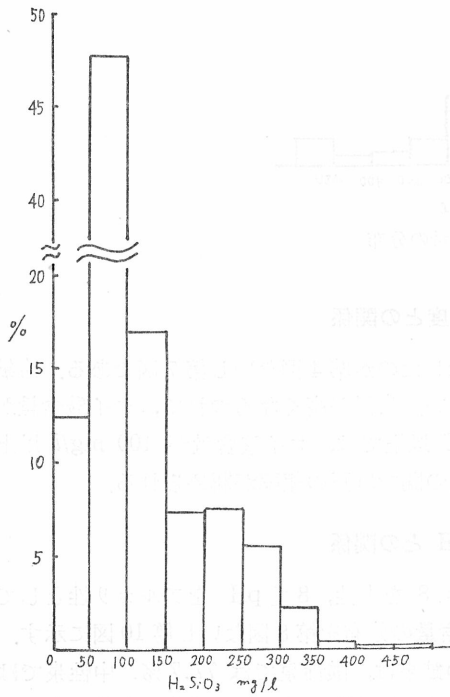
西村¹⁵⁾にしたがって, pH > 4 を酸性, 4 ≤ pH < 8 を中性, 8 ≤ pH をアルカリ性として鉱泉を分類し, 各 pH 範囲における鉱泉のケイ酸含量の分布を第8図ないし第10図に示す. この結果によれば, ケイ酸含量が 100 mg/l 以上の鉱泉は, 酸性泉では 77.7%. 中性泉では 38.8%, アルカリ性泉では 18.3%であり, 酸性泉ではケイ酸含量の高い鉱泉が非常に多い.



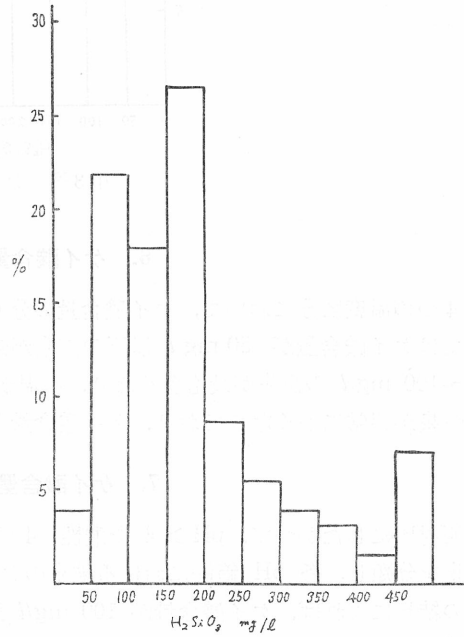
第4図 ケイ酸含量と温度との関係
泉温 25°C 以下 (146 泉)



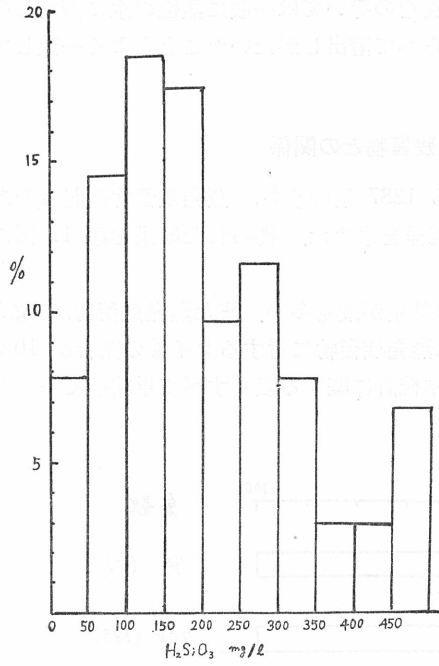
第5図 ケイ酸含量と温度との関係
泉温 25°~50°C (515 泉)



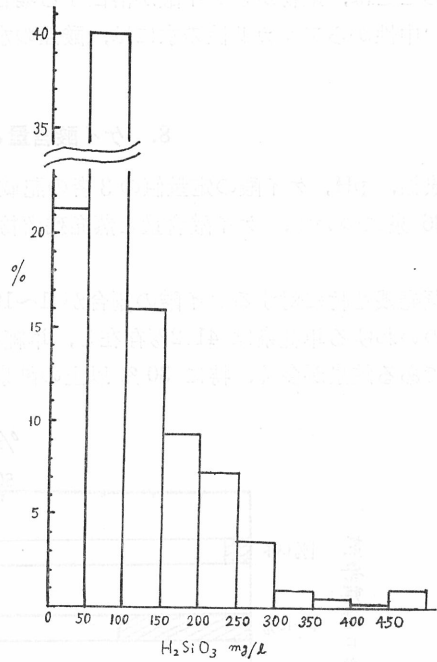
第6図 ケイ酸含量と温度との関係
泉温 50°~70°C (498 泉)



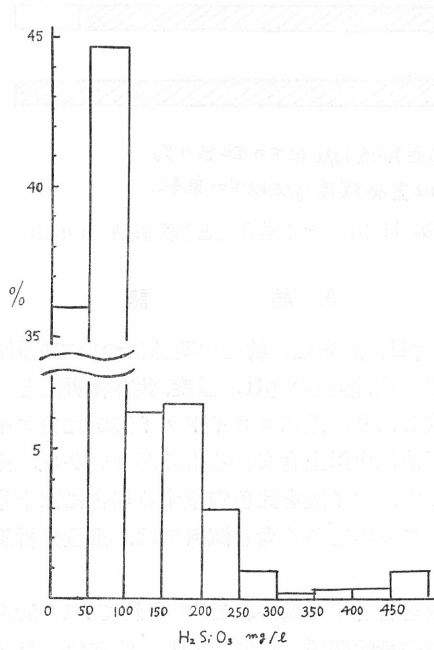
第7図 ケイ酸含量と温度との関係
泉温 75°C 以上 (128 泉)



第8図 ケイ酸含量と pH との関係
pH < 4 (103 泉)



第9図 ケイ酸含量と pH との関係
4 ≤ pH < 8 (846 泉)



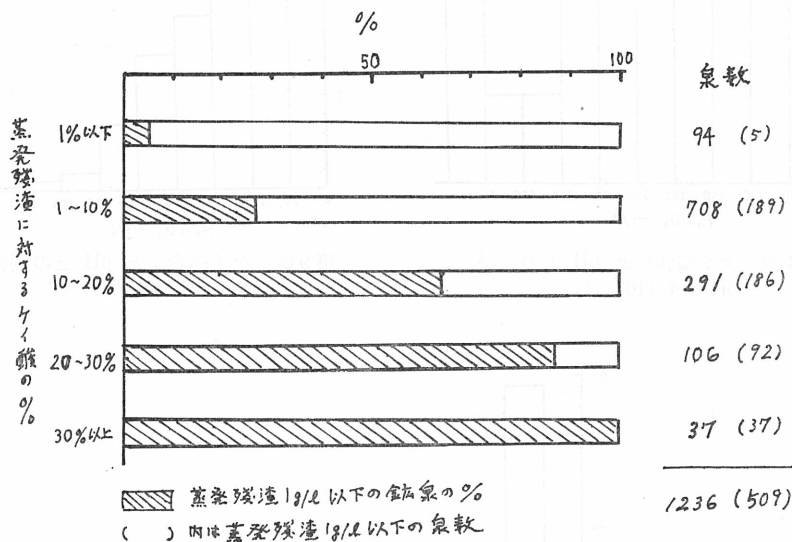
第10図 ケイ酸含量と pH との関係
8 ≤ pH (338 泉)

このことは、鉱物からケイ酸が溶出する場合、石英をのぞいては一般に酸性の水に溶出しやすく、中性からアルカリ性の水には、酸性の水にくらべて溶出しがたい¹⁶⁾こととよく一致している。

8. ケイ酸含量と蒸発残留物との関係

泉温、pH、ケイ酸の定量値の3者の記載のある1287泉のうち、蒸発残留物の記載のある1236泉について、ケイ酸含量と蒸発残留物との関係を求めた。得られた結果を第11図に示す。

蒸発残留物に対するケイ酸の割合が1~10%の鉱泉が最も多い。また蒸発残留物が1g/l以下のいわゆる単純泉は41.2%存在し、単純泉では蒸発残留物に対するケイ酸の割合が10%以上である鉱泉が多く、特に30%以上の鉱泉は、本統計に関する限りすべて単純泉であつた。



第11図 ケイ酸含量と蒸発残渣との関係

9. 結 語

鉱泉のケイ酸含量と泉温、pH、蒸発残留物との関係について統計的に考案した。

水中のケイ酸は、ケイ酸の濃度、溶液のpH、温度、共存物質などの条件によつて、比色ケイ酸からコロイドケイ酸が生成したり、逆にコロイドケイ酸が比色ケイ酸に変化したりする¹⁷⁾。本邦の鉱泉には、ケイ酸が平衡値¹⁷⁾以上含まれるものが多いから、採水後急速にコロイドケイ酸が生成する場合があるので¹⁸⁾、ケイ酸を比色定量する場合には十分注意が必要である。また玉川温泉大沸の湯のように、フッ素を多く含む試料では、重量分析値と比色分析値が相当異つて得られる。

鉱泉水中にコロイドケイ酸を含有する例が報告^{5,8)}されているが、このような場合には、比色ケイ酸とコロイドケイ酸の量的関係、泉温、pH、共存物質などを考慮すれば、鉱泉が湧出するまでの経過を推定する一つの手掛りとなると考えらる。

以上の点から鉱泉水中のケイ酸は、比色ケイ酸とコロイドケイ酸の両方を測定することが必

要であろう。

終わりに懇切な助言をいただいた九州大学三角省三教授ならびに東京工業大学岩崎岩次教授に深謝する。

文 献

- 1) 厚生省編：“日本鉱泉誌” (1954) 青山書院
- 2) 地質調査所編：“日本鉱産誌 B VI-a” (1957) 硯書房
- 3) 池田：日化，**75**, 366 (1954), **76**, 833 (1955)
- 4) 太秦・那須・瀬尾：日化，**80**, 859, 862, 865, 992, 999, 1003 (1959); **81**, 395 (1960)
- 5) 古賀：日化，**80**, 31 (1959)
- 6) 三角：山形大紀要，**2**, No. 3, 207 (1952/53)
- 7) 川上・古賀・野崎：日化，**77**, 1773 (1956)
- 8) 杉原：日化，**81**, 703 (1960)
- 9) 西村：日化，**76**, 349 (1955)
- 10) 杉原：日化，**81**, 1232 (1960)
- 11) 服部：科学，**18**, 414 (1948)
- 12) 鎌田：私信
- 13) 半谷：International Association of Hydrology, Brusell's Assembly, August (1951)
- 14) 岩崎：“地球化学概説” p. 53 (1953) 大日本図書
- 15) 西村：日化，**73**, 749 (1952)
- 16) 樽谷：Mem.Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. C, Chemistry, **5**, 47 (1962)
- 17) 樽谷：日化，**77**, 1721 (1956)
- 18) 岩崎・桂・樽谷：Bull. Chem. Soc. Japan, **24**, 227 (1951)