

温泉の自然学

福岡孝昭

1. はじめに

登山で汗を流した後の麓での温泉入浴は登山後の大好きな楽しみの一つであり疲れを癒してくれる。

日本国内には実に沢山の温泉が存在する。「温泉法」という法律（1948年制定）では、温泉を「地中から湧出する温水、鉱水及び水蒸気その他のガス（炭化水素を主成分とする天然ガスを除く）で別表に掲げる温度または物質を有するものをいう。」と定義している。

温泉には単純泉、硫黄泉、塩化物泉などとその成分の違いで呼ばれている。これらの温泉のでき方は同じではない。中にはニセ物（？）も存在する。ここではこれらの温泉の成因について解説し、温泉の効能についてはふれない。

別表（温泉法）

1. 温度（温泉源から採取された時の温度とする）……………摂氏 25 度以上
2. 物質（下表に掲げるもののうち、いずれか一つ）

物質名	含有量（1kg 中）
溶存物質（ガス性のものを除く）	総量 1,000 mg 以上
遊離炭酸（CO ₂ ）	250 mg 以上
リチウムイオン（Li ⁺ ）	1 mg 以上
ストロンチウムイオン（Sr ²⁺ ）	10 mg 以上
バリウムイオン（Ba ²⁺ ）	5 mg 以上
フェロ又はフェリイオン（Fe ²⁺ , Fe ³⁺ ）	10 mg 以上
第一マンガンイオン（Mn ²⁺ ）	10 mg 以上
水素イオン（H ⁺ ）	1 mg 以上
臭素イオン（Br ⁻ ）	5 mg 以上
ヨウ素イオン（I ⁻ ）	1 mg 以上
フッ素イオン（F ⁻ ）	2 mg 以上
ヒドロヒ酸イオン（HAsO ₄ ²⁻ ）	1.3 mg 以上
メタ亜ヒ酸（HAsO ₂ ）	1 mg 以上
総硫黄 (HS ⁻ , +S ₂ O ₃ ²⁻ +H ₂ S に対応するもの)	1 mg 以上
メタほう酸（HBO ₂ ）	5 mg 以上
メタけい酸（H ₂ SiO ₃ ）	50 mg 以上
重炭酸ソーダ（NaHCO ₃ ）	340 mg 以上
ラドン（Rn）	20×10 ⁻¹⁰ キュリー (=74 ベクレル) 以上
ラジウム（Ra として）	1×10 ⁻⁸ mg 以上

2. 地球の最初の温泉は何か？

答えは海である。地球は 45.6 億年前に誕生し、微惑星（小さな惑星）の衝突熱、地球中心に物質が集中する重力熱、さらに放射性元素の壊変熱（現在より多量の放射性元素が存在した）により全地球が融解して火の玉地球となったとされている。すなわち地球の表面はマグマで覆われていた（マグマオーシャンといわれる）。このマグマオーシャンからは水蒸気 (H_2O)、塩化水素 (HCl)、二酸化炭素 (CO_2)、二酸化硫黄 (SO_2)、窒素ガス (N_2) 等のガスが放出されたと考えられている。これらのガスの放出は現在の火山の噴気地帯から放出されているガスと同じである。すなわち「温泉法」にいうガスである。

マグマオーシャンから放出された水蒸気は、地球大気中に十分に存在すると地球大気が 374°Cまで低温化すると液体の水を生じることができる。この热水に塩化水素が溶解し、薄い塩酸溶液になる。40 億年以上前に生じたと考えられる海は熱い塩酸溶液であったことになる。この酸性溶液は海底の岩石を溶解し、岩石中のナトリウム (Na)、カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg) 等を溶かし出し、中和される。海水には塩化ナトリウム ($NaCl$) が生じる。

地球がさらに冷え、海水温がより低温になると、 CO_2 や SO_2 ガスが溶解できるようになり、海水中の Ca 等と結合し、 $CaCO_3$ 、 $CaSO_4$ の沈殿を生じる。大気中には N_2 が残る。生命の誕生後酸素 (O_2) が生じて、大気組成は現在と同じになる。海水の化学組成は 40 億年以上前からほぼ現在と同じで、40 億年前は温かかった。すなわち温泉であった。

3. 温泉の熱源

3-1. 火山マグマの熱

マグマは 800～1300°C程度の温度であり、火山の地下は高温であると考えられる。地下水がこの熱で温められれば高温の温泉水が生じることになる。高温のマグマに直接熱せられなくても、マグマからの高温の脱ガス（地球最初の温泉で説明した）で熱せられることもある。このような温泉は一般に温泉の温度定義（25°C以上）よりはるかに高温である場合が多い。

このような火山性の温泉の特徴の 1 つは、火山活動をはじめて歴史（地学上の）が浅い火山（すなわち若い火山）には温泉が少なく、古い火山に温泉が多い。例えば富士山麓には火山性の温泉がなく、箱根には多数の温泉がある。この違いの説明は十分に議論されているように見られないが、若い火山の地層は透水性が良く、マグマの熱で地下水を温める時間が短かすぎ、さらに热水を貯留することができないという説明が可能かもしれない。

伊豆大島の 1986 年噴火後に生じた元町温泉は、この噴火で噴出した溶岩の熱がまだ残っているため、海水を暖めているものと考えられる。かつて三宅島の昭和 37 年噴火後にしばらく楽しめた三七山の麓に生じた三七山温泉同様、そのうちに冷えてしまう可能性がある。

3-2. 地下深部の熱

泉法でいう温泉に相当することになる。入浴はできないけれど)。大涌谷では仙石原の河川水をポンプアップし、その水にこの高温の噴気ガスを通じると高温の硫黄泉を造ることができる。大涌谷では温泉造成会社が温泉水を造成、宿泊施設はこの造成温泉を会社から購入して、宿泊客に温泉を提供していることになる。

5-2. ニセ温泉

温泉の中には、ラジウム温泉、ラドン温泉といった放射性元素を含んだ温泉もある(天然に生じたものは温泉法にもとづく温泉である)。さらにラドンの一種であるトロン温泉という名の温泉がある。このトロン温泉の多くはモナズ石という放射性元素であるトリウムを多く含む鉱物にお湯をかけると鉱物中に含まれる放射性元素のトロンが溶けてくるのでトロン温泉ができるという仕組みであるが、これは温泉法にいう温泉ではありえず、ニセ温泉である。

火山の溶岩を熱して、それに水をかけて熱水を作った溶岩温泉と称するものもある。これもニセ温泉である。

6. おわりに

個々では温泉の成因に關係したことを多面的に説明したつもりである。説明が不十分で理解頂けないことも多いかもしれない。また、もれてしまつたこと多々あるかと思うが、完全である必要はないと思う。山から下りてきて入浴する時、疲れを癒すばかりではなく、「この温泉、どうしてできたのだろうか?」と時々は思っていただければ幸いである。

温泉の効能については、医学的な知識が必要であり、筆者にはその解説は無理であるので一切触れなかった。専門家の解説を待つことにしたい。

温泉を沢山かかえた我が国、温泉をご神体とした神社まであるのは、流石である。