

新鮮な温泉水は“若返りの泉”

—水素泉の提案—

Fresh Spring Water is “Fountain of Youth”

—Proposal of Hydrogen Hot Spring Water—

大河内正一

Shoichi OKOUCHI

法政大学生命科学部教授

〒184-0002 東京都小金井市梶野町3丁目7-2

E-Mail: okouchi@hosei.ac.jp

国家成長戦略の柱の1つに観光立国を目指すことが謳われている。2020年の東京オリンピック・パラリンピックの訪日外国人数の目標が、当初2千万人であったと記憶している。しかし、現在既に2千万人を達成してしまった。そこで新たな目標として、4年後の2020年までに4千万人、2030年に6千万人の、本当に大丈夫？、という新たな目標が掲げられた。多くの外国人の受け入れは、宿泊施設の大拡充や多言語での対応などなど、日本社会の風景が一変する状況が到来すると思われる。これら外国人旅行客の訪日目的の1位に日本食を食べる他、5位に温泉入浴が堂々と入っている。日本の歴史・伝統文化体験や現代の文化体験（ファッション、アニメなど）を上回っている。温泉は将に観光立国を目指す上での重要な観光資源であることは明らかであろう。温泉の未来は、希望に満ちた成長産業となってきた。

しかし、水科学の応用研究として、私が約20年前に始めた温泉研究での全国調査時、温泉水に関心を持っていた温泉宿関係者にお目にかかることは殆どなかったと思われます。むしろ、国から温泉と認定されているのに、これ以上温泉水の何を研究するのかという疑惑の目で見られていました。

これまで“良い温泉”とは、宿が置かれている自然環境や宿の雰囲気、料理、サービスなどを基準に評価されてきました。しかし最近、温泉宿に直接“源泉かけ流し”ですかという問合せや、テレビの旅行番組、旅行雑誌などで“源泉かけ流し”の温泉宿を取り上げた企画を多く目にする機会が増えてきました。このことは、やっと温泉水の質にも目が向けられてきた証拠と思われます。温泉と名乗る以上、これまでの温泉水の質が評価基準から外れていたこと自体が不思議でなりません。

その温泉には、食塩泉、硫黄泉、重曹泉（旧泉質名）など、多くの泉質が存在します。それらの中で、温熱効果や転地効果を除いた生理学・医学的效果効能が明らかとなっている温泉は少なく、炭酸泉（二酸化炭素泉）や硫黄泉が知られているのみと言っても過言ではありません。それら泉質の共通の効果として、皮膚血流量増加効果が報告され、特に炭酸泉の多いヨーロッパでは循環器系疾患の治療に用いられ、保険適用もされています。

演者らは、これまでに水の新たな評価法として、ORP (Oxidation-Reduction Potential ; 酸化還元電位) 法を提案^{1,2)}してきました。この手法により、各種水が鉄などの金属を錆びさせる酸化系の水なのか、錆びを抑制する還元系の水なのか評価分類が可能となりました。実際に、日本およびヨーロッパの温泉水に適用した結果、温泉水の本質的特徴は、癌などの病気や老化の原因となる活性酸素を消去する抗酸化力を有する還元系にあることが明らかとなりました（図1）。また、入浴により大きな影響を受ける皮膚は、加齢に伴い酸化していくことから（図2）、酸化を抑制する還元系の温泉水は“若返りの泉”効果が期待されます。

さらに、皮膚の内側の生体に係わる水（血漿、羊水、尿、唾液など）も還元系にあり、その生体を日々維持・成長させるために日常的に摂取している畜産肉類、魚介類、野菜・果物類なども還元系²⁾です。生体は加齢に伴い酸化し、老化していくことから、生体にとって還元系は“若返りの泉”効果を有する重要なキーとなります。

その温泉水の“若返りの泉”効果について、演者らは³⁾多くの泉質の中で比較的還元力の強い硫黄泉は、皮膚に生成するシミ、ソバカスや日焼けによる色素沈着などの原因となる酸化反応に基づくメラニン生成を抑制し、美白効果をもたらすこと（図3）。さらに、ボランティアによる硫黄泉への継続的入浴実験で、皮膚の弾力性向上効果を明らかにしてきました（図4）。これらのことから、硫黄泉は“若返りの泉”効果がより期待できることとなります。しかし、硫黄泉では還元系の基となる硫化水素による毒性や、金属腐食などの大きなマイナス要因も有しています。

この硫黄泉のマイナス要因が無く、同様の還元系を有する成分として、近年水素が注目されてきています。水素は2007年にNature Medicineにその抗酸化力が報告されて以降、世界で優に400報以上を超える論文が発表されてきています。それらの多くの論文で、水素の生体に与える有効性が報告され、臨床実験も始まっています。これらの水素研究で、水素の当初の抗酸化力だけではなく、抗炎症、抗アレルギー、エネルギー代謝促進など多くの効果が続々報告され、水素医学研究の組織も、本年5月学会（分子状水素医学生物学会）として発展的改組されました。演者らは、2005年の温泉科学誌に還元系人工温泉水の観点から、水素浴槽水での水素の抗酸化力を含めて、皮膚の弾力性向上（図5）や皮膚血流量増加効果など皮膚や髪への有効性^{4,5)}を明らかにしてきました。

その水素を溶解した天然の温泉が、生命発生に関する研究から白馬八方温泉の源泉で確認され、演者らも確認⁶⁾してきました。具体的には、当初源泉から配湯中に水素が逸散してしまい、浴槽での水素は殆ど検出ができませんでした。しかし現在は、工夫の結果、天然の水素泉としての水素浴が可能となってきています。これまでは水素は、温泉法の成分として全く蚊帳の外にありましたが、実際の天然温泉で入浴可能となってきています。今後、全国の他の温泉、地域でも、水素の存在が新たに調査・研究されていくものと思われます。炭酸泉および硫黄泉が療養泉に指定されていますが、水素も同様に、水素泉として今後療養泉の仲間入りすることが十分期待されます。

東京都は、2020年の東京オリンピック・パラリンピックに向けて水素自動車や家庭用燃料電池などの普及に力を注ぎ水素社会を目指しています。水素がエネルギー源だけでなく、新たな温泉として水素泉が、健康・美容に広く応用されていくことを確信しています。

参考文献：1）大河内ら、“温泉水のエイジング指標としての酸化還元電位”、温泉科学、**48**, 29(1998), 2）Okouchi et.al.,, “Water” desirable for the human body in terms of Oxidation-Reduction Potential (ORP) to pH relationship”, J. Food Sci., **67**, 1594 (2002), 3）大河内、野沢温泉水（硫黄泉）の特性と皮膚に及ぼす効果、温泉科学、**60**, 66(2010), 4）大河内ら、“電解還元系の人工温泉水の皮膚および髪に与える効果”、温泉科学、**55**, 55(2005), 5）KURITA, OKOUCHI et.al.,” Effects of Magnesium Hydride as Reductive Bath Additive on the Skin”, J. Hot Spring Sci., **63**, 317(2014) 6）森本、大河内ら、“天然温泉における溶存水素（H₂）”、温泉科学、**64**, 296(2014)

図の解説

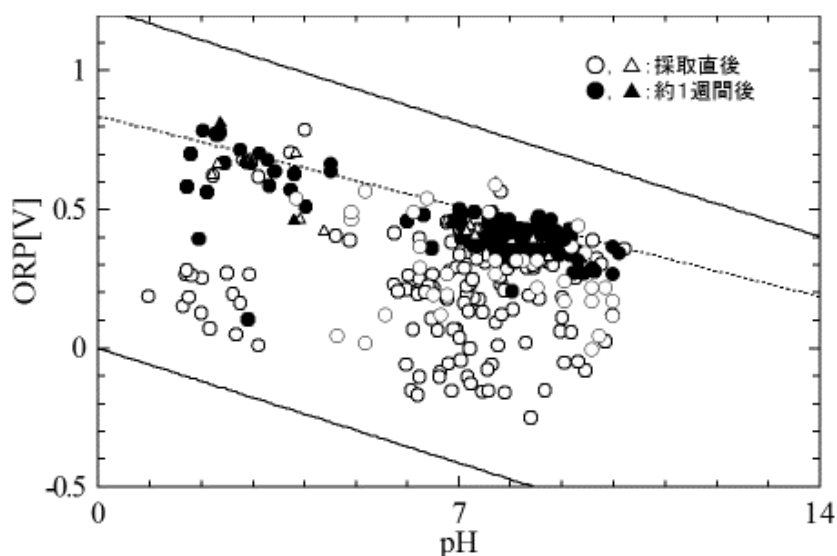


図1 温泉源泉採取直後および時間経過後のORPとpHの関係

上下の実線は、ネルンストの水素電極基準（25℃）での水の ORP と pH の関係を表す直線で、水は上下の実線で囲まれた領域に存在し、外れた領域では分解して水として存在できない。真中の破線は、演者らが実験的に求めた平衡 ORP を示す直線で、それより高い ORP 領域では酸化系、低い領域は還元系を意味する。それ故、温泉源泉（○、△印）は還元系にあり、それら温泉源泉を1週間放置後（●、▲印）は酸化されて ORP は上昇し、平衡 ORP 線に達する。この現象を温泉水のエイジング（aging; 老化）といい、これによりエイジング現象の定量化が可能となり、平衡 ORP 線を境に、温泉を含めた各種水が酸化系、平衡系、および還元系に分類評価可能となった。

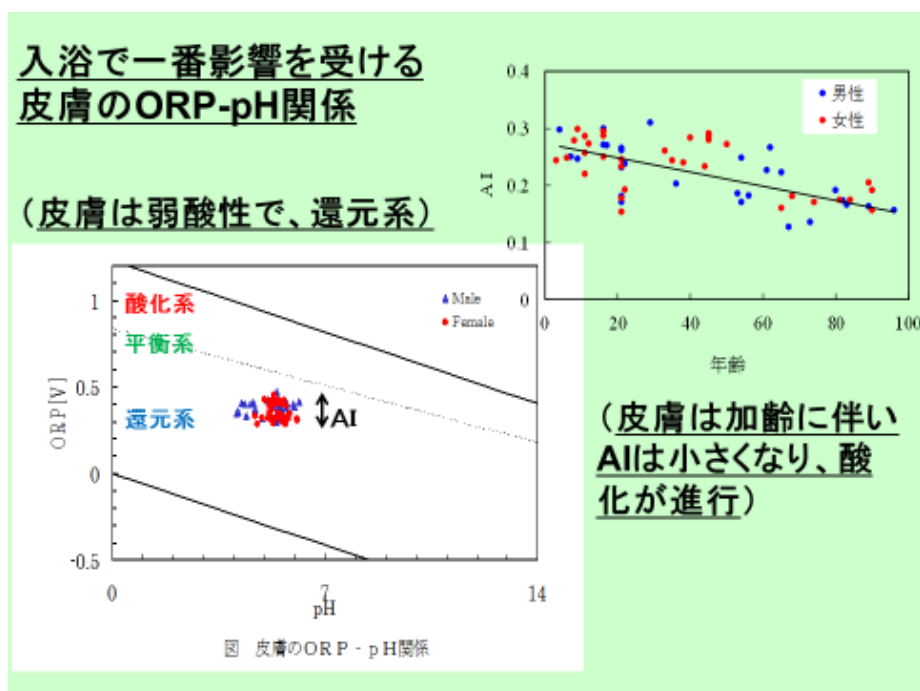


図2 皮膚の ORP-pH 関係と AI と年齢の関係

皮膚は弱酸性であることが知られているが、ORP は真中の破線で示す平衡 ORP 線より低く、

還元系にある。一方、皮膚の pH をキャンセルした平衡 ORP との差で表した AI 値は、加齢に伴い低下していくことから、皮膚は年齢と共に酸化していくことが分かる。

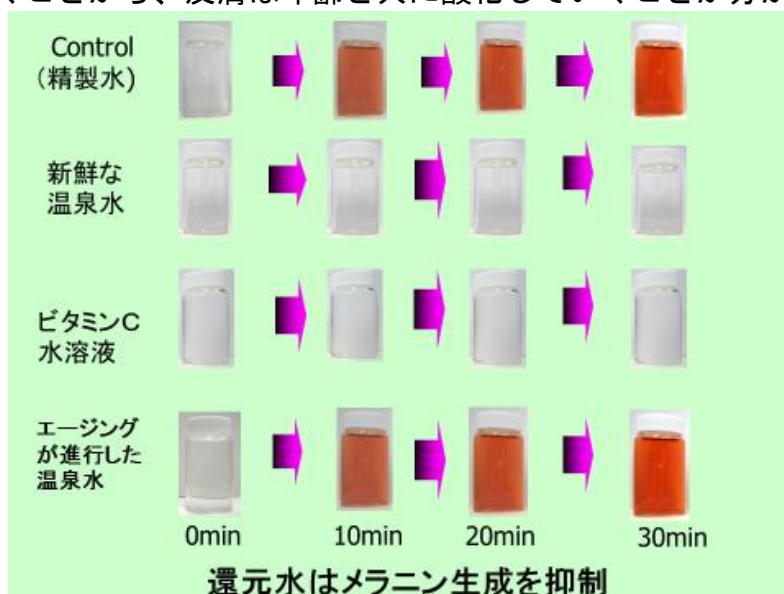


図3 メラニン生成抑制効果

メラニン生成メカニズムはチロシンとチロシナーゼとの反応で、無色から褐色を経て黒色に変化していく。図から明らかなように、新鮮な温泉水と還元剤のビタミンC水溶液では時間経過にかかわらず無色のままで、メラニン生成反応を抑制している。一方、精製水およびエージングが進行して酸化された温泉水は、メラニン生成を抑制できないことが分かる。

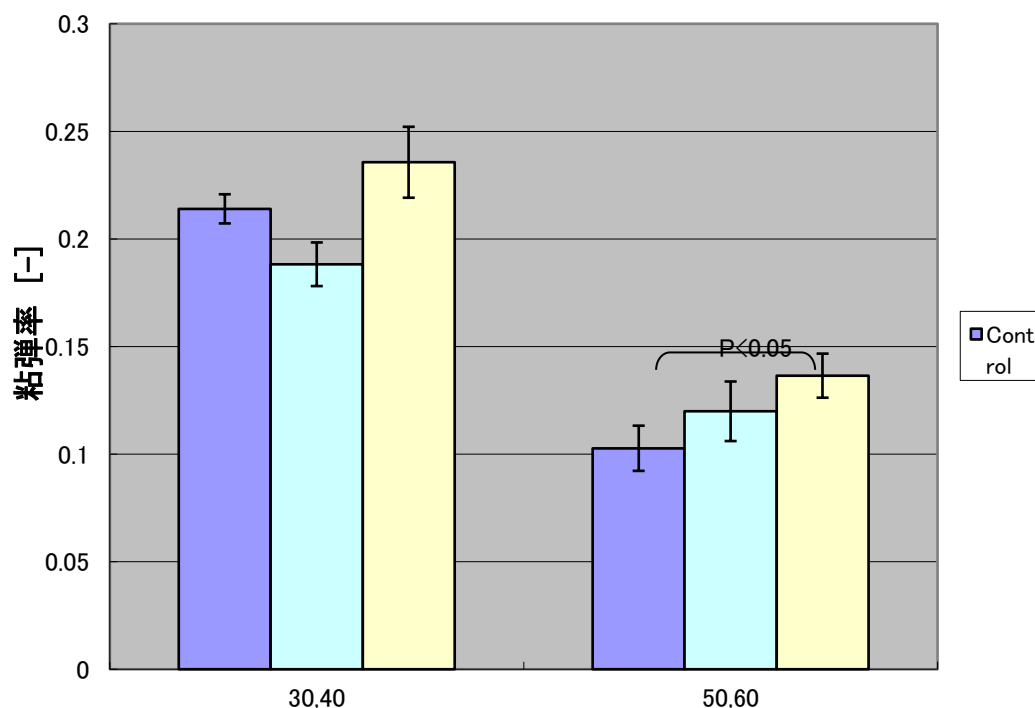


図4 野沢温泉（長野県、硫黄泉）への継続的入浴での皮膚の弾力性向上効果

温泉水への継続的入浴で、30, 40 歳代より、50, 60 歳代以上でより弾力性向上効果が高いことが分かる。なお、皮膚の弾力性は加齢に伴い低下していく。

Result

前腕屈側の弾力性の変化

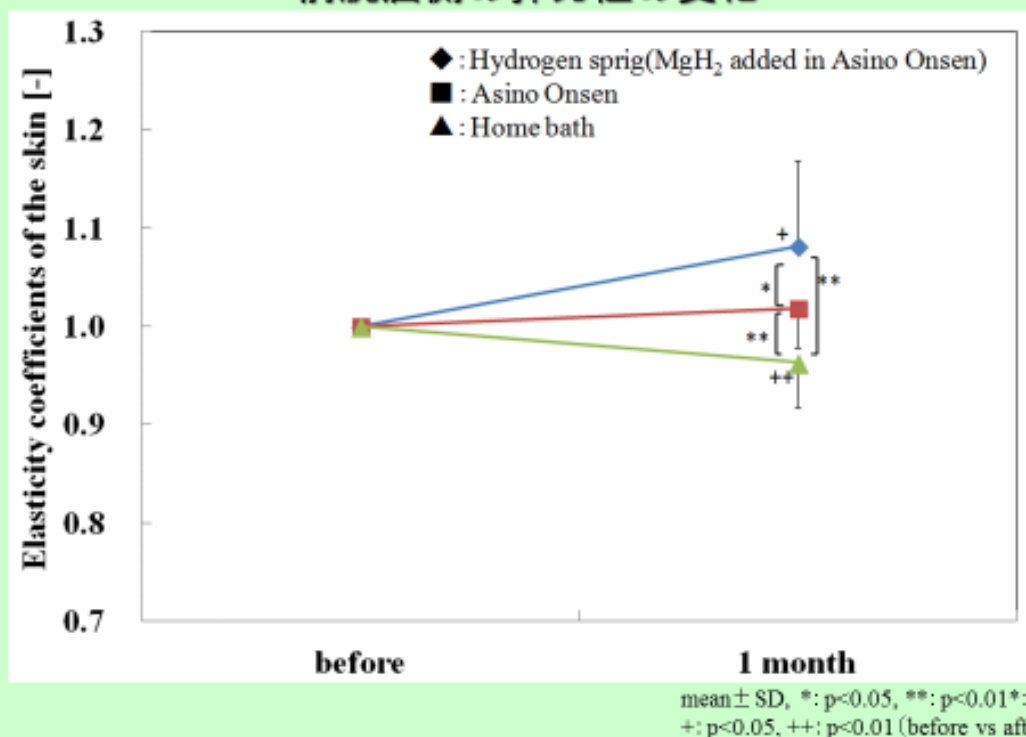


図5 源泉かけ流し温泉（栃木県、芦野温泉、アルカリ性単純泉）の浴槽水、温泉水に水素発生剤を添加した水素化温泉水、家庭浴槽水に、それぞれ真冬の1ヶ月間継続的入浴実験での皮膚の弾力性の変化

家庭浴槽水入浴者では皮膚の弾力性が低下、温泉入浴者では変化せず、一方水素化温泉水入浴者では、皮膚の弾力性が統計的有意差をもって向上した。