



原 著

ORP-pH 関係に基づく台湾の温泉研究

大河内正一^{1)*}, 大波英幸¹⁾, 連祥淵²⁾, 常重アントニオ¹⁾,
楊麗芳²⁾, 木村和男²⁾, 中村 徹¹⁾, 甘其銓³⁾

(令和2年5月25日受付, 令和2年7月10日受理)

Hot Spring Research in Taiwan Based on ORP-pH Relationship

Shoichi OKOUCHI^{1)*}, Hideyuki OHNAMI¹⁾, Hsiang-yuan LIEN²⁾,
Antonio TSUNESHIGE¹⁾, Windy YANG²⁾, Kazuo KIMURA²⁾,
Tohru NAKAMURA¹⁾ and C.C. KAN³⁾

Abstract

Over several years, we have been carrying out measurements of the relationship between oxidation-reduction potential (ORP) and pH of water samples from many hot springs in Japan and Europe. Unequivocally all showed reductive characteristics. For the present study, we conducted similar measurements of hot spring waters in Taiwan, and our data clearly demonstrate that all possess reductive characteristics as well. In short, although the definition for hot springs differs depending on the country, water characteristics were in all cases reductive. Contrasting this finding, water from 10,000 meters below the seabed, as well as the raw water as the source of mineral waters from spring and underground waters, are in equilibrium (i.e. they are not reductive nor oxidative) From this, we believe that the reductive characteristics of hot spring waters are different from other natural waters that are in equilibrium. It is known that hot spring waters that show reductive characteristics can suppress the formation of skin melanin and improve the elasticity of the skin. Therefore, we believe that hot spring waters from Taiwan, as well as those from Japan and Europe have the property akin to the "Fountain of Youth", for their antiaging effects. Furthermore, we believe that possessing reductive characteristics should be included in the definition of hot spring waters.

Key words : Taiwan Hot Springs, Japanese and European Hot Springs, ORP (oxidation-reduction potential), reduction system, seawater, mineral water

¹⁾法政大学 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2. ¹⁾Hosei University, Kajino-cho 3-7-2, Koganei-city Tokyo 184-8584, Japan. *Corresponding author : E-mail okouchi@hosei.ac.jp

²⁾中華民國温泉觀光協會 台湾 546 南投縣仁愛鄉互助村清風路 45 號. ²⁾The Hot Spring Tourism Association Taiwan, No. 45, Qingfeng Rd., Ren'ai Township, Nantou County 546, Taiwan (R.O.C.)

³⁾嘉南藥理大學 台湾 71710 臺南市仁德區二仁路一段 60 號. ³⁾Chia Nan University of Pharmacy and Science No. 60, Sec. 1, Erren Rd., Rende Dist., Tainan City 71710, Taiwan (R.O.C.)

要 旨

これまで筆者らは、日本およびヨーロッパの温泉水の ORP-pH 関係を測定し、いずれも還元系であることを明らかにしてきた。今回、台湾の温泉水についても同様に測定し、いずれも還元系であることが明らかとなった。これらの国の温泉の定義は異なっているが、いずれも温泉水は還元系にあり、さらには表層から 10,000 m 海底下の海水、および湧水や地下水などが元となるミネラル水の原水などは平衡系にあることから、還元系の温泉水は他の平衡系にある天然水と異なる特殊な水と考えられる。さらに、これら還元系の温泉水はメラニン生成抑制や皮膚の弾力性向上効果を有することから、台湾の温泉水も日本やヨーロッパの温泉水と同様に、“若返りの泉”効果（アンチエイジング効果）が期待できると思われる。それ故、今後検討を要するが、温泉の定義に“還元系”が加えられるべきと思われる。

キーワード：台湾、日本およびヨーロッパの温泉水、ORP（酸化還元電位）、還元系、海水、ミネラル水

1. はじめに

これまで筆者らは、日本の温泉水（大河内, 2019a, b; 大河内ら, 1998, 1999, 2000）およびヨーロッパの温泉水（大河内ら, 2008）について ORP（Oxidation-Reduction Potential; 酸化還元電位）に基づいた調査をし、両者ともに還元系にあることを報告してきた。それ故、これらの温泉水は 16 世紀に描かれた“若返りの泉”というタイトルの有名な絵画（ウラジミール・クリチェック, 1994）と同様の効果を有することを提案してきた。その絵画は、泉の一淵から老婆が入り、泉を渡って反対の淵まで来る間に、若い乙女に変身し、青年に迎えられるという内容である。温泉水に当然これほどの奇跡的な若返り効果は望めないが、温泉水は本質的にこの“若返りの泉”（アンチエイジング）効果を有する。この“若返りの泉”効果を調べる方法として、筆者らがこれまで新たな水の評価法として提案してきた ORP 法（大河内ら, 1998; Okouchi *et al.*, 2002）が有効である。では、その ORP 法で何が分かるか？それは、水が酸化系、平衡系および還元系のいずれかの状態にあるかを判別評価可能とする。ここで、ご存知のように酸化とは、例えば鉄などの金属が酸素と反応して錆びる作用。一方、還元とは酸化と全くの逆の作用。平衡系はそのどちらにも属さない平衡状態を表す。我々の肌も肉体も年齢とともに酸化し、錆びていくことが知られている。その錆びさせる原因に活性酸素があり、その活性酸素は相手を酸化させ、癌を含めた悪性腫瘍や生活習慣病などの様々な病気の原因や、さらには老化にも関係していることが明らかにされてきている。それ故、温泉を含めた水に活性酸素を消去する還元系の水であることが判別できれば、老化抑制効果を含めて我々の身体にとって有効な水となる。一方、酸化系の水は、生体へのダメージの原因ともなるが、菌やウイルスなどに対する殺菌作用などの有効な効果をもたらす。

そこで今回、台湾は環太平洋火山帯に属し、九州よりやや小さい国土面積にほぼ全面的に温泉が分布していることから、台湾の温泉水（大河内, 2019c）にも日本およびヨーロッパの温泉水と同様の効果が期待できるのかを、ORP 法で調査、検討した。

2. 調 査

調査は 2019 年 7 月 31~8 月 6 日の期間に、Fig. 1 に示す台湾全土に亘る温泉水の ORP-pH 関係の調査を行った。なお、図中の○印は測定した 21 の温泉地を示す。採取した温泉水サンプルは、直ちに ORP, pH および温度測定を行った。温泉サンプルとしては、温泉源泉および源泉かけ流しの浴槽水を用いた。なお、台湾の温泉は、循環式スパも一部あるが、多くは源泉かけ流しである。

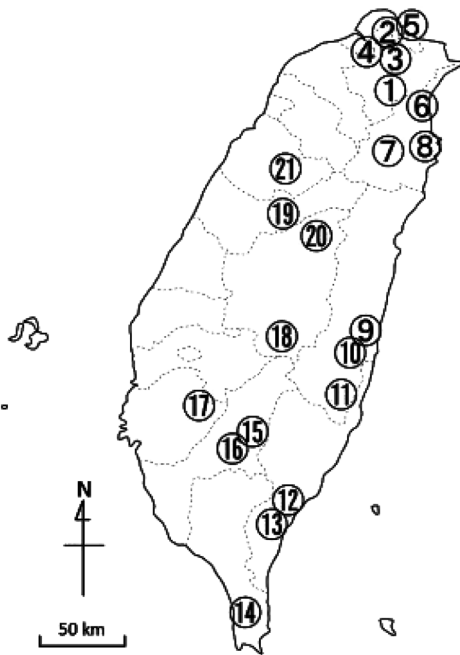


Fig. 1 Location sampled at hot springs in Taiwan (○)

- 1, Wulai hot spring ; 2, Yangmingshan hot spring ; 3, Shamao mountain hot spring ; 4, Beitou hot spring ; 5, Jinshan-wanli hot spring ; 6, Jiaosi hot spring ; 7, Jioujihze hot Spring ; 8, Su'ao cold spring ; 9, Rueisuei hot spring ; 10, Hongye hot spring ; 11, Antong hot spring ; 12, Jhinben hot spring ; 13, Jinlun hot spring ; 14, Sichong River hot spring ; 15, Baolai hot spring ; 16, Bulao hot spring ; 17, Guanzihling hot spring ; 18, Dongpu hot spring ; 19, Guguan hot spring ; 20, Lushan hot spring ; 21, Taian hot spring

図 1 調査した台湾の温泉地 (○印)

- 1, 烏来温泉 ; 2, 陽明山温泉 ; 3, 紗帽山温泉 ; 4, 北投温泉 ; 5, 金山・萬里温泉 ; 6, 礁溪温泉 ; 7, 鳩之澤温泉 ; 8, 蘇澳冷泉 ; 9, 瑞穗温泉 ; 10, 紅葉温泉 ; 11, 安通温泉 ; 12, 知本温泉 ; 13, 金崙温泉 ; 14, 四重溪温泉 ; 15, 寶来温泉 ; 16, 不老温泉 ; 17, 関子嶺温泉 ; 18, 東埔温泉 ; 19, 谷関温泉 ; 20, 廬山温泉 ; 21, 泰安温泉

3. 結果および考察

3.1 台湾の温泉水の ORP-pH 関係

台湾の温泉の測定結果を、これまでの日本 (大河内ら, 1998) およびヨーロッパの温泉水 (大河内ら, 2008) の結果と併せて, Fig. 2 に ORP-pH 関係としてそれぞれ示した. 水の ORP は pH の関数として, ネルンストの式に基づき (1) および (2) 式で表される (Guenther, 1975).

$$\text{ORP} = 1.23 - 0.059 \text{ pH} \tag{1}$$

$$(\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O})$$

$$\text{ORP} = -0.059 \text{ pH} \tag{2}$$

$$(2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightleftharpoons \text{H}_2)$$

(1) および (2) 式は, それぞれ水が酸化分解および還元分解する境界線を表し, Fig. 2 のそれぞれの上下の実線に対応する. それ故, 通常の大気環境下では, 水は上下の境界線で囲まれた領域に存在

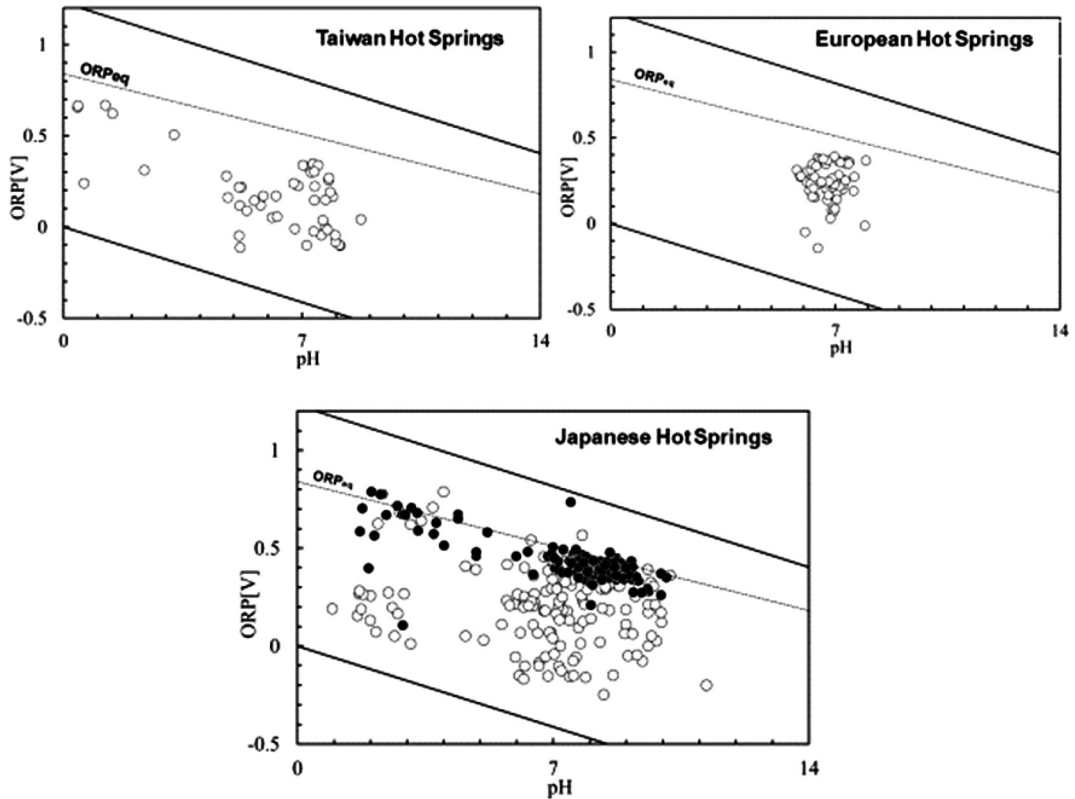


Fig. 2 ORP-pH relations of hot springs in Taiwan, Europe (Okouchi *et al.*, 2008) and Japan (Okouchi *et al.*, 1998)

図 2 台湾, ヨーロッパ (大河内ら, 2008) および日本 (大河内ら, 1998) の温泉水の ORP-pH 関係

する。一方, それらの外側の領域は水が分解し, 水として存在できない領域を示す。また, プロトン濃度の中性, すなわち pH7 に対応する電子濃度, 平衡 ORP (ORP_{eq}) は筆者らが実験的に求めた(3)式で表され, Fig. 2 の真中の破線 (大河内ら, 1998) に対応する。

$$ORP_{eq} = 0.84 - 0.047 \text{ pH} \quad (3)$$

すなわち, (3)式の ORP_{eq} は, 水の電子的な平衡系を示し, その破線より上の電子濃度が低い ORP 領域は水が酸化系を, 破線より下の電子濃度が高い ORP 領域は水が還元系を示す。それ故, 酸化系の領域に属する水は, 鉄などの金属を酸化 (錆び) させ易く, 一方還元系に属する水はその逆の酸化 (錆び) を抑制する水となる。人間においても, 加齢は活性酸素などによる酸化作用に関係することから, 還元系の水は酸化を抑制し, 老化抑制につながることを期待できる。しかし, 還元系がすべて良いとは限らないことも認識しておくべきである。例えば, 腐敗の元となる微生物が増殖するに従い, ORP は低下 (Agustini *et al.*, 2002) していく。なお, (1)から(3)式の ORP 値は, 25°Cでの水素電極に基づく標準酸化還元電位を示す。温泉水を含めた各種水の ORP-pH 関係を測定することにより, (3)式に基づき, それらの水が酸化系, 平衡系あるいは還元系にあるかが明らかとなり, 水の状態が評価できることになる。

Figure 2 から明らかのように, 測定した台湾の全ての温泉水は, 日本およびヨーロッパの温泉水 (大河内ら, 2008) と同様に平衡 ORP_{eq} の破線より低い還元系にあることが明らかとなった。

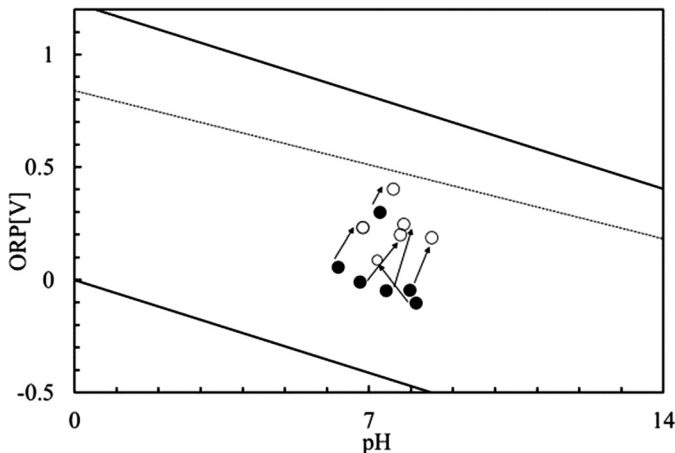


Fig. 3 Aging of hot spring waters in Taiwan based on ORP-pH relationship

図 3 ORP-pH 関係に基づく台湾の温泉水のエージング

pH 的に、ヨーロッパの温泉は弱酸性から弱アルカリ性、日本の温泉は、pH1 以下から 11 付近まで幅広く分布し、一方台湾の温泉は pH1 以下の強酸性か 1 から pH9 付近までが測定された。しかし、ORP はいずれも還元系が確認できた。

また、Fig. 3 に示すように、台湾の温泉水も日本およびヨーロッパの温泉水同様に、湧出直後 (●印)、時間経過 (1~3 日) した温泉水 (○印) は ORP を上昇させ、エージング (Aging ; 老化) が進行することが確認できた。最終的に平衡 ORP_{eq} に達した。それ故、台湾の温泉水も新鮮さが重要となることは明らかである。

3.2 温泉の定義の違い

ここで、いずれも温泉水は還元系にあることが明らかとなったが、それらの国々での温泉の定義は Table 1 に示すように異なる。例えば湧出温度では日本、ヨーロッパ (ドイツ) および台湾で、25, 20, 30℃ 以上とそれぞれに異なる。定義された温度は、各国の平均気温以上であり、温度的に他の天然水と異なる特殊な水ということになる。さらに、日本とドイツ (日本温泉総合研究所, 2019) では、温度の規定に加えてそれらの温度より低い場合、Table 1 に示すそれぞれの溶解成分が 1 つでも規定量以上に含まれれば温泉となることが定義されている。日本の温泉法は 1948 年に、ドイツの温泉法 (1911 年) を参考に成立したとのことで、溶解成分に類似性が見られる。日本では、Mn²⁺, H⁺, H₂SiO₃ が、ドイツの温泉の溶解成分に新たに追加された定義となっている。一方、台湾の温泉法の制定は 2003 年と比較的新しく、温度の定義も 30℃ 以上に加え、表 1 の台湾の項に示す溶解成分が 1 つ規定量以上含まれる必要がある。台湾の温泉の定義 (周, 2007) は、温度だけでなく溶解成分も加えての併せた定義で、日本およびドイツの定義と異なる。それら溶解成分も日本とドイツのものとは大きな違いがあり、台湾では溶解成分に Li⁺, Sr²⁺, Ba²⁺ や F⁻, Br⁻, I⁻ など、さらにヒ素成分などが除かれている。これらの除かれた溶解成分が温泉成分として、健康に関わっているとも現状では明らかでなく、日本の温泉の定義に加えられている根拠は、必ずしも明らかでなく曖昧である。そのため台湾の温泉では、それら溶解成分が温泉の定義から除かれているのは合理的とも思える。しかし、台湾の温泉成分として、日本やドイツの温泉の定義 (日本温泉総合研究所, 2019) に加えられていない SO₄²⁻ や Cl⁻ が、温度条件 (30℃ 以上) と共に新たに追加されているの

Table 1* Definition of hot springs in Taiwan, Japan and Europe (Germany)

表 1* 台湾, 日本およびヨーロッパ (ドイツ) の温泉の定義

	Japan ¹	Taiwan ²	Germany ¹
Temperature(°C)	25	30	20
Components	Component content(mg/kg)		
Disolved Comp.(Excluding gas comp.)	1000	500	1000
Carbon dioxide(CO ₂)	250	250	250
Li ⁺	1	—	1
Sr ²⁺	10	—	10
Ba ²⁺	5	—	5
Fe ²⁺ + Fe ³⁺	10	10	10
Mn ²⁺	10	—	—
H ⁺	1	—	—
Br ⁻	5	—	5
I ⁻	1	—	1
F ⁻	2	—	2
HAsO ₄ ²⁻	1.3	—	1.3
HAsO ₂ ⁻	1	—	1
Total sulfur(S)[HS ⁻ +S ₂ O ₃ ²⁻ +H ₂ S]	1	0.1 ³	1
HBO ₂	5	—	5
H ₂ SiO ₃	50	—	—
NaHCO ₃	340	250 ⁴	340 ⁵
Rn	74 Bq(5.5 M.E.)		3.5 M.E. ⁶
Ra	1×10 ⁻⁸ mg	1×10 ⁻⁸ Ci	
SO ₄ ²⁻	—	250	—
Cl ⁻	—	250	—

1, (Nippon Onsen Research Institute, 2019) ; 2, (Zhou Zuocal, 2007) ; 3, changed from 1 to 0.1 mg/kg in 2008 ; 4, as HCO₃⁻ ; 5, based on alkalinity ; 6, as radiumemanation.
*, All numbers in the Table are above the numbers

1, (日本温泉総合研究所, 2019) ; 2, (周作彩, 2007), 3, 2008年1から0.1に変更 ; 4, HCO₃⁻として ; 5, アルカリ度に基づく ; 6, ラジウムエマナチオンとして.

*, 表中の数値は全て数値以上を表す.

は特徴的である。さらには、台湾の温泉法の総硫黄濃度が、日本およびドイツと同様に1mg/kg以上であったが、2008年に10分の1の0.1mg/kgに変更されている。このように温泉の定義が国によって異なっているにもかかわらず、台湾の温泉水は日本およびドイツの温泉水と同様に還元系であることが明らかとなった。

3.3 温泉水と他の天然水（海水、河川水、地下水など）の違い

そこで、温泉水は他の天然水（海水、河川水、地下水など）と何が異なるのかを、ORP-pH関係

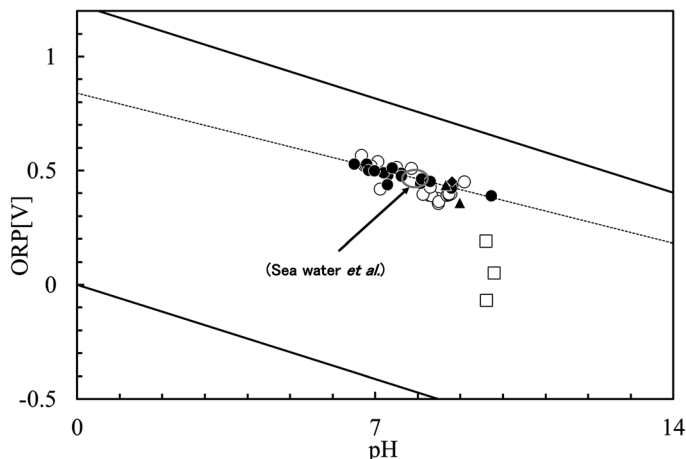


Fig. 4 ORP-pH relationship of seawater, mineral water, hot spring water, etc. (Okouchi et al., 2008).

●, Commercial mineral water ; ○, Raw mineral water ; □, Hot spring source ; ◆, Hot spring raw water ; ▲, Commercial alkaline ionized water (electrolytic cathode water) ; ◌, Seawater (surface layer), deep seawater (about 300 to 400 m below sea level and seawater contained in the bottom mud core sample below the Mariana Trench 10,000 m seafloor.

図 4 海水、ミネラル水、温泉水などの ORP-pH 関係 (大河内ら, 2008)

●, 市販ミネラル水 ; ○, 市販ミネラル水の原水 ; □, 温泉源泉 ; ◆, 温泉原水の市販水 ; ▲, 市販アルカリイオン水 (電解陰極水) ; ◌, 海水 (表層), 海洋深層水 (約 300~400 m 海面下) およびマリアナ海溝 10,000 m 海底下の底泥コアサンプル中に含まれる海水.

から以下に検討した. 具体的には, 筆者らが既に報告 (大河内ら, 2008) した青森から鹿児島までの日本の市販ミネラル水の原水 (○印) および市販ミネラル水 (●, ◆, ▲印) の ORP-pH 関係を Fig. 4 に示すが, いずれも平衡 ORP_{eq} にあることが分かる. 一方, 温泉源泉 (□印) は還元系にあるが, それらを市販ミネラル水として, 採水から時間経過した商品 (◆印) では平衡系にある. さらに, 天然水を電気分解した陰極水 (俗称アルカリイオン水) も市販され, 電気分解直後の ORP はマイナス値を示す程の還元系にあにあるが, その市販品では同様に時間経過によりいずれも還元系は失われ平衡 ORP_{eq} (▲印) にある. また, ヨーロッパのガス入りも含めた市販ミネラル水も, いずれも平衡系にあることも含めて既に報告 (大河内ら, 2008) してきた. しかし, 飲泉が主体のヨーロッパの温泉水は医師の処方箋に従い, 飲泉場から還元系の温泉水を新鮮なまま直接飲用している. そのため, 同じ飲水でも平衡系にある市販ミネラル水と還元系の温泉 (飲泉) 水の差の意味は非常に大きいと思われる. すなわち, 還元系は温泉 (飲泉) 水とミネラル水とを分ける大きな特徴と考えられる. なお, 日本での温泉水の飲用では, 保健所などが菌や毒性物質の有無などにに基づき飲用許可が判断され, 全く健康という観点で考慮されていない. また, 台湾での飲泉は全く許可されず, 飲用できないとのことである. 温泉水の飲用に関して, 台湾, 日本とヨーロッパ温泉水とは大きな隔りがあることが分かる.

さらに, 天然水 (海水, 河川水, 地下水など) として圧倒的容量を占める海水について, 海水 (表層), 海洋深層水 (約 300~400 m 海面下: 高知県室戸および富山県入善) およびマリアナ海溝 10,000 m 海底下の底泥コアサンプル中に含まれる海水の, それぞれの ORP-pH 関係を, 既報 (大河内ら, 2008) の Fig. 4 に新たに領域 (◌印) として加えた. マリアナ海溝底泥サンプルは海洋

研究開発機構の協力を得て測定(2009年7月)したもので、領域(○印)として表したのは、ほぼ同一の類似した23のデータが重なり合って識別し難いことに因る。これらの領域内のデータは、いずれもがほぼ平衡系にあることが分る。すなわち、表層から海底10,000mまでの海水は、還元系が推測される海底火山や熱水鉱床の活動する領域での海水を除いて、平衡系にあると考えられる。さらに、Fig. 4に示した平衡系にある市販ミネラル水の原水は、基本的に湧き水や河川水、地下水に基づいていることから、還元系の温泉水を除いた天然水は平衡系にあることが推察できる。それ故、湧出直後の新鮮な還元系の温泉水は、天然水の中でも特異な存在の水と思われる。

また、それら還元系の温泉水の効果としては、紫外線などによるシミ、ソバカスや日焼けによる色素沈着の原因となるメラニン生成抑制効果(大河内ら, 2009, 2010)や、還元系の新鮮な温泉水への継続的入浴で、皮膚の弾力性が向上する効果(大波ら, 2008; Kurita *et al.*, 2014)が明らかとなっている。皮膚の弾力性は、加齢に伴い低下していくことが知られていることから、弾力性の向上、低下抑制は皮膚の老化抑制、アンチエイジングに期待できることになる。なお、エイジングが進行した温泉水には、そのような効果が失われることから、温泉水にとって還元系が重要であることが明らかである。それ故、台湾の還元系の温泉水は、日本およびヨーロッパの還元系温泉水と同様に、“若返りの泉”(アンチエイジング)効果が期待される。さらには、日本、ヨーロッパおよび台湾の温泉調査から、今後十分な検討が必要と思われるが、温泉の定義に“還元系”が加えられるべきと提案したい。

謝 辞

今回の台湾の温泉調査で、中華民国温泉観光協会の皆様をはじめ多くの温泉関係者の方々にお世話をいただきました。深く深く感謝申し上げます。さらに、マリアナ海溝での底泥コアサンプルのORP-pH調査に、ご協力いただいた国立研究開発法人海洋研究開発機構の皆様に変感謝申し上げます。

引用文献

- Agustini, T.W., Suzuki, T., Hagiwara, T., Okouchi, S., Takai, R. (2002) : The possibility of using oxidation-reduction potential to evaluate fish freshness. *Fisheries Sci.*, **67**, 547-549.
- Guenther W.B. (1975) : *Chemical Equilibrium.*, 202-207, Plenum, New York.
- Kurita, Y., Umeda, K., Ikeda, S., Okouchi, S. (2014) : Effects of magnesium hydride as reductive bath additive on the skin. *J. Hot Spring Sci.*, **63**, 317-327.
- 日本温泉総合研究所 (2019) : 温泉の定義, <https://www.onsen-r.co.jp/onsen/teigi/>
- 大河内正一 (2019a) : 生きている温泉とは何か (復刻版). 18-21, Amazon (Kindle および On-demand 版).
- 大河内正一 (2019b) : 水・温泉水のお話し, 44-55, Amazon (Kindle および On-demand 版).
- 大河内正一 (2019c) : 台湾の温泉水は日本およびヨーロッパの温泉水と同様の“若返りの泉”効果を有するか?. *温泉科学*, **69**, 160-164.
- 大河内正一, 水野 博, 草深耕太, 石原義正, 甘露寺泰雄 (1998) : 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**, 29-35.
- 大河内正一, 菅野こゆき, 勝本雅之, 鈴木雅樹, 甘露寺泰雄, 漆畑 修 (1999) : 温泉水および皮膚のORP(酸化還元電位)とpHの関係. *温泉科学*, **49**, 59-64.
- 大河内正一, 菅野こゆき, 鈴木雅樹, 甘露寺泰雄 (2000) : 二酸化炭素泉のORPとpHの関係. *温泉科学*, **50**, 94-101.

- Okouchi S., Suzuki M., Sugano K., Kagamimori S. and Ikeda S. (2002) : "Water" desirable for the human body in terms of oxidation-reduction potential (ORP) to pH relationship. *J. Food Sci.*, **67**, 1594-1598.
- 大河内正一, Aileen Tamura, 外山知子, 大波英幸, 大網貴夫, 森本卓也, 阿岸祐幸, 阿部寛史, 池田茂男 (2008) : ヨーロッパと日本の温泉 (飲泉) 水およびミネラルウォーターの ORP (Oxidation-Reduction Potential) と pH 関係. *温泉科学*, **57**, 185-195.
- 大波英幸, 森本卓也, 漆畑 修, 池田茂男, 大河内正一 (2008) : 還元系温泉水の入浴による皮膚の弾力性に与える影響—野沢温泉—. *温泉科学*, **57**, 215-225.
- 大河内正一, 大網貴夫, 浅井邦康, 大波英幸, 池田茂男, 阿岸祐幸 (2009) : 還元系温泉水 (硫黄泉) によるメラニン生成抑制効果. *温泉科学*, **59**, 2-10.
- 大河内正一, 沼田恒平, 大網貴夫, 池田茂男, 阿岸祐幸 (2010) : 温泉水のエイジングが及ぼすメラニン生成抑制効果への影響. *温泉科学*, **59**, 273-281.
- 周作彩 (2007) : 台湾の温泉法規 (二), *温泉*, **811**, 20-21.
- ウラジミール・クリチェク (訳: 種村季弘, 高木里子) (1994) : 世界温泉文化史, **59**, 国文社, 東京.