

平成 20 年 3 月

原 著

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

¹法政大学, ²南カリフォルニア大学, ³日本温泉総合研究所, ⁴日本健康保養地研究所
大河内正一¹, Aileen TAMURA², 外山知子¹, 大波英幸¹, 大網貴夫¹,
森本卓也³, 阿岸祐幸⁴, 阿部寛史¹, 池田茂男¹

(平成 19 年 7 月 2 日受付, 平成 19 年 9 月 20 日受理)

Relationship between ORP (Oxidation-Reduction Potential) and pH of Drinking Hot Spring Waters and Natural Mineral Waters in Europe and Japan

Shoichi OKOUCHI¹, Aileen TAMURA², Tomoko TOYAMA¹, Hideyuki OHNAMI¹,
Takao OAMI¹, Takuya MORIMOTO³, Yukho AGISHI⁴, Hiroshi ABE¹
and Shigeo IKEDA¹

¹Hosei University, ²University of Southern California, ³Nippon Onsen Res. Institute,
⁴Research Institute for Health Resort Medicine

Abstract

We have conducted investigations on the ORP-pH relationship of 82 hot spring water samples (drinking spring waters) from 35 spas in seven European countries including Germany, Switzerland, France, Italy, Austria, Czech, and Belgium. Through these investigations and comparative analyses of hot spring waters and natural mineral waters in terms of ORP-pH, the following results were obtained.

Hot spring (drinking) waters in Europe : 1) Have a reductive characteristic in terms of ORP and a pH value ranging from weak acidity to weak alkalinity. 2) Mainly used for drinking. Hot spring waters used for pool or Jacuzzi bathing by the general public are disinfected to assume an oxidative state. 3) For drinking, hot spring waters fresh out of wellheads are used without treatment. Contrasted with these drinking hot spring waters that are reductive in ORP, commercial natural waters are at the equilibrium ORP level.

Hot spring waters in Japan : 1) Have a reductive characteristic in terms of ORP and a pH value ranging from strong acidity to strong alkalinity. 2) Mainly used for bathing.

3) The practice of therapeutic drinking of hot spring waters is scarcely popular. In contrast to these hot spring waters that are reductive in ORP, commercial natural waters including their source waters are at the equilibrium ORP level.

Hot spring waters in both Europe and Japan are characterized in that they are reductive in ORP, whereas commercial natural waters are at the equilibrium ORP level. Considering that hot spring waters are mainly used for drinking in Europe and for bathing in Japan due to differences in balneological history between them, we propose widespread use of hot spring waters for both drinking and bathing to bring benefits to the health. A combination of the drinking of and bathing in reductive hot spring waters could suppress oxidation of the internals and skin of the body to provide the effect of whole-body anti-aging.

Key words : ORP, Oxidation-reduction potential, Hot spring water in Europe, Natural mineral water, Reduced water, Baden-Baden

要 旨

ドイツを中心にスイス、フランス、イタリア、オーストリア、チェコ、ベルギーの7ヶ国、35ヶ所の温泉地で、82の温泉（飲泉）水試料について、ORP-pH関係の調査を行い、さらに温泉（飲泉）水とミネラル水の違いをORP-pH関係から日本を含め比較検討した。

その結果、ヨーロッパの温泉（飲泉）水の特徴は、1) 基本的に弱酸性から弱アルカリ性の範囲にある還元水、2) 飲泉が主体で、不特定多数の人々が入る浴槽はプールあるいはジャグジー的使用で、殺菌され、酸化系、3) 飲泉は還元系の新鮮な温泉水を直接飲用し、平衡系の市販ミネラル水とは異なる。

一方、日本の温泉水の特徴は、1) 強酸性から強アルカリ性の範囲にある還元水、2) 浴用が主体、3) 温泉水の飲用はほとんど普及していないが還元系で、平衡系にある市販ミネラル水およびそれら原水と異なる。

以上のことから、ヨーロッパも日本も温泉（飲泉）水は、平衡系のミネラル水と異なり、最大の特徴は還元系にある。

それ故、これまでヨーロッパと日本で歴史的経緯の相違からが生じた温泉水の利用の仕方、すなわち前者は飲用、後者は浴用の今日的な違いはあるものの、今後の温泉水の利用方法として、一般的に両者の同時利用がより有効と思われる。すなわち、新鮮な還元系の温泉水の飲泉と浴用の同時利用で、皮膚および体内の酸化抑制による全身のアンチエイジング (anti-aging) が期待できるとと思われる。

キーワード : ORP, 酸化還元電位, ヨーロッパの温泉, ミネラル水, 還元水, バーデン・バーデン

1. はじめに

ドイツをはじめとしたヨーロッパの国々と、日本での温泉の利用方法が異なり、前者は飲用（飲泉）、後者は浴用（入浴）が主体という違いが知られている。これまで著者ら（大河内ら, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003, 2005a, 2005b; 大河内, 2003; Okouchi *et al.*, 2002; Ohnami *et al.*, 2003）は、日本の温泉水について、全国200ヶ所以上の源泉のORP（酸化還元電位: Oxidation-Reduction Potential）-pH関係を測定し、源泉は還元系にあり、湧出後の時間経過に伴いORPは上昇し、酸化され、エイジング (Aging) が進行していくことを明らかにしてきた。また、温泉の浴用で直接影響を受ける皮膚、さらには血液、羊水（羊膜液）、日々生体を維持、成長させるために摂取している肉類、魚介類、野菜・果物類などの食べ物、および水道水や市販ミネラルウォーター（以下ミネラル水）を除く健康飲料を含む清涼飲料水が、温泉源泉と同様に還元系にあることを報告（Okouchi *et al.*,

2002) した. さらに, 老化に伴い, 皮膚や尿の ORP が上昇し酸化されていくことも明らかにしてきた (大河内ら, 1999; Ohnami *et al.*, 2003). それ故, 還元系の温泉水に継続的に入浴することは, 皮膚の酸化を抑制し, 皮脂の酸化による加齢臭物質の生成抑制 (奥, 2001; 大河内ら, 2005b) につながることから, 温泉の新たな効能として皮膚の老化抑制効果が期待できることを提案してきた. これらのことから温泉および生体にとって, 還元系はそれらの特性を表す重要なキーであることが認識できる.

そこで今回, 飲泉主体のヨーロッパの温泉 (飲泉) 水について, 還元系であるかどうかを明らかにする目的で, 2006 年の 5~6 月にかけて 1 ヶ月間, ドイツを中心にスイス, フランス, イタリア, オーストリア, チェコ, ベルギーの 7 ヶ国, 35 ヶ所の温泉地 (山村, 2004; 山本, 2006; ウラディミール・クリチェク, 1994) で ORP-pH 関係の調査を行なった. さらに, 飲用水としてのそれら温泉 (飲泉) 水と国内外のミネラル水およびミネラル水の原水 (加熱殺菌など処理前の湧出直後の水) との違いを ORP-pH 関係から比較検討し, それらの違いを明らかにすることを目的とした.

2. 試料と方法

温泉 (飲泉) 水の ORP-pH 関係を調査したヨーロッパの国およびそれらの温泉地は図 1 に示したように, ドイツ 14, フランス 7, オーストリア 4, スイス, イタリア, チェコ各 3, ベルギー 1 の計

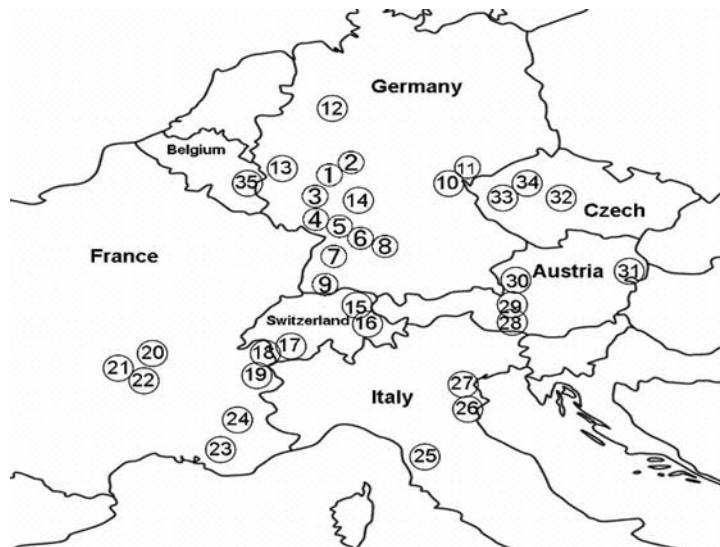


Fig. 1 Sampling sites of spas in Europe.

図 1 温泉水を調査したヨーロッパの国および場所.

Germany : 1, Bad Hombrüg ; 2, Bad Nauhm ; 3, Wiesbaden ; 4, Bad Kreuznach ; 5, Bad Munster ; 6, Bad Mergenthm ; 7, Baden-Baden ; 8, Bad Wildbad ; 9, Bad Krozingen ; 10, Bad Brambach ; 11, Bad Elster ; 12, Bad Salzflun ; 13, Aachen ; 14, Bad Kissingen
 Switzerland : 15, Baden ; 16, Bad Ragaz ; 17, Leukerbad
 France : 18, Evian-les-Bains ; 19, Axi-les-Bains ; 20, Vichy ; 21, Volvic ; 22, Royat ; 23, Aix-en-Provence ; 24, Greoux-les-Bains
 Italy : 25, Montecatini ; 26, Montegrotto Terme ; 27, Abano Terme
 Austria : 28, Bad Gastein ; 29, Bad Hofgastein ; 30, Bad Hall ; 31, Baden
 Czech : 32, Pödebrady ; 33, Mariánske Lázně ; 34, Karlovy Vary
 Belgium : 35, Spa



Fig. 2 Sampling sites of drinking hot spring water and natural mineral water in Japan.

▲ : drinking hot spring water, ● : natural mineral water

図 2 日本での温泉（飲泉）水とミネラル水原水の採取場所。

▲ : 温泉（飲泉）水, ● : ミネラル水の原水

35ヶ所の温泉地で、合計 82 の温泉（飲泉）水試料であった。一方、日本の温泉（飲泉）水の 9 試料（図 2 の▲印）についても ORP-pH 関係を測定した。いずれも採取直後の水試料を測定した。

さらに、ヨーロッパおよび日本の市販ミネラル水のそれぞれ 20 および 21 試料について、開栓直後の ORP-pH 関係を測定した。また、日本の市販ミネラル水の原水の 22 試料（図 2 の●印）について、採取直後の ORP-pH 関係を測定した。

それらの測定方法およびデータの取り扱いについては、既報通りで、ORP は 25°C の標準酸化還元電位 [V] に換算して整理（大河内ら, 1998）した。

3. 結果および考察

3.1 ヨーロッパの温泉（飲泉）水の ORP-pH 関係

古代ローマ人により開発され、世界を代表する温泉保養地、ドイツのバーデン・バーデン (Baden-Baden) の温泉（飲泉）水および浴用関係の水については、図 3 に ORP-pH 関係の測定結果を示す。図中の上下の実線は、それぞれ(1)および(2)式で示す水の酸化および還元分解する境界線を表す。

$$\text{ORP} = 1.23 - 0.059 \text{ pH} \quad (1)$$



$$\text{ORP} = -0.059 \text{ pH} \quad (2)$$



また、図中の破線は、著者ら（大河内ら, 1998 ; Okouchi *et al.*, 2002）が実験的に明らかにした水を酸化系と還元系に分ける平衡 ORP 線（(3)式）を示す。

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

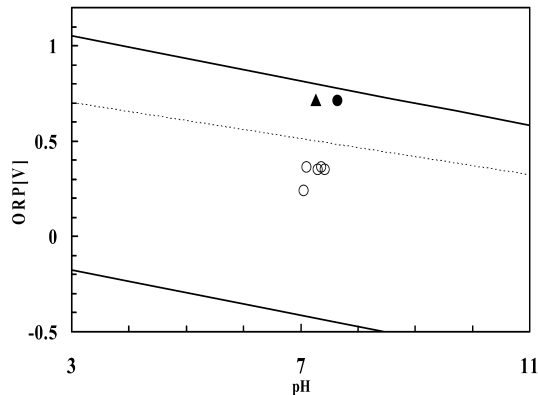


Fig. 3 Relationship between ORP and pH of drinking hot spring waters in Baden-Baden (Germany).

○ : drinking hot spring water, ● : central main-bath water in Friedrichsbad, ▲ : pool water in Caracalla Therme.

図 3 バーデン・バーデン(ドイツ)の温泉(飲泉)水および浴槽水の ORP-pH 関係.

○ : 温泉(飲泉)水, ● : フリードリッヒ浴場の中央メイン浴槽水, ▲ : カラカラ浴場のプール水

すなわち, (3)式の平衡 ORP 値より大きい場合を酸化系, 小さい場合を還元系, 線上は平衡系を意味する.

バーデン・バーデンでの測定場所は, Trinklehalle (写真 1a), およびフリードリッヒ浴場 (Friedrichsbad ; 写真 1b) とカラカラ浴場 (Caracalla Therme ; 写真 1c) の飲泉所, およびそれらの浴用水である. 写真から明らかなように, 飲泉施設はいずれも真に立派で, ドイツを含めてヨーロッパの国々の人々が温泉(飲泉)水をいかに大切にしているかがい知ることができる. バーデン・バーデンでの飲泉水の結果(図 3 の○印)は, いずれも平衡 ORP の破線より小さい還元系を示した. 一方, 不特定多数の人が浴用するフリードリッヒ浴場のシンボルとも言うべきルネッサンス様中央メイン浴槽(●印)やカラカラ浴場のプール(▲印)では, 平衡 ORP より高い値を示し, 酸化系で, 殺菌されていることを意味していた. ヨーロッパの温泉は基本的に, 治療を目的として用いられることから, 医師の処方箋に沿って, 飲泉したり, 浴槽に入浴したり, 肺に吸引したりして使用されている. 浴槽に入る場合も, 個人用の浴槽に入ることになり, 不特定多数の人が入る日本的温泉の浴槽シーンとは全く異なる. 不特定多数の人が入る浴槽は, 写真 2 に一例として示すように温水プールをイメージする方が分かりやすいと思われる. そこでは, 水中運動をしたり, ジャグジーのように水流でマッサージしたりできる設備も備わり, しかも多くの場合, 温度の異なるプールが, サウナとともに用意され, マッサージを受けられるようになっている. しかし, 治療用の個人用浴槽は別にして, 多くの人が入る浴槽およびプールでは, 殺菌されて酸化系になっているのが一般的のようである.

図 4 にドイツの今回測定した飲泉所の ORP-pH 関係を示す. pH は弱酸性から弱アルカリ性の範囲に分布し, いずれも還元系を示した. また, 図 5 に採取した温泉(飲泉)水を 4 日間放置した前後の ORP-pH 関係を示す. なお, 図中の○印は放置前, ●印は放置後を示す. 図 5 から明らかのように時間経過により, ORP は酸化されて上昇し, 平衡 ORP に近づき, 日本の温泉源泉と全く同様に(大河内ら, 1998), エージングが起こる結果を示した.

ドイツの温泉(飲泉)水の一般的な泉質の特徴としては, 溶存二酸化炭素ガス, 鉄および塩類が



(1a)



(1b)



Photo 1 (1c)

Photo 1 Places of drinking hot spring waters at Trinklehalle (1a), Friedrichbad (1b) and Caracalla Therme (1c) in Baden-Baden.

写真 1 バーデン・バーデン（ドイツ）の飲泉ホール（1a）、フリードリヒ浴場（1b）およびカラカラルテルメ（1c）の飲泉所。



Photo 2 People taking a spa.

写真 2 浴用風景。

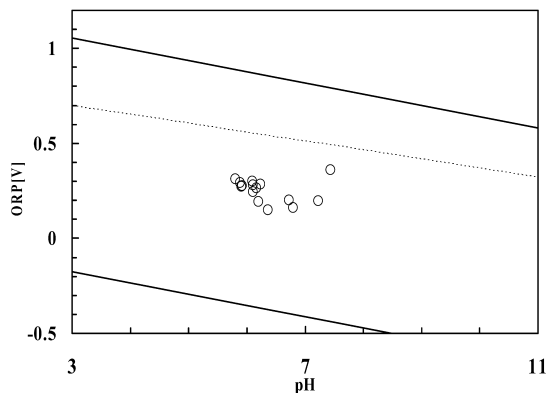


Fig. 4 Relationship between ORP and pH of drinking hot spring waters in Germany.

図 4 ドイツの温泉（飲泉）水の ORP-pH 関係。

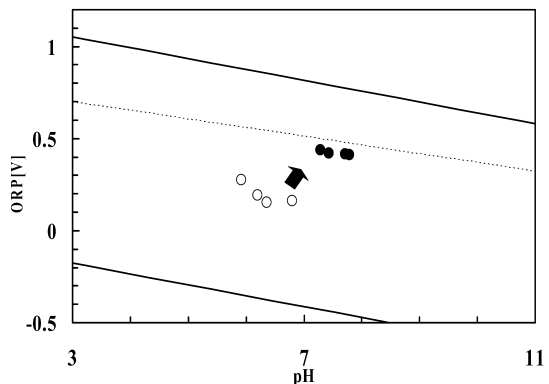


Fig. 5 Changes in ORP and pH of drinking hot spring waters with aging. ○ : fresh out of wellheads, ● : aged for 4 days

図 5 温泉（飲泉）水の時間経過（4日間）によるエージング。○：源泉，●：4日間の時間経過



Photo 3 Analytical table of chemical components of hot spring water and drinking places in Bad Homburg.

写真 3 Bad Homburg の飲泉所および掲示された温泉分析書の一例。分析書の内容は以下の通りである。

アウグストーヴィクトリア泉

薬理学的効能を有する治療水、医師による飲泉および適量。

分析

飲泉：ナトリウム-塩化物-炭酸泉

湧出量 7.80 l/min, 水温 13.00 °C, pH 5.90

陽イオン：		mg/l	陰イオン：		mg/l
ナトリウム	(Na ⁺)	2,979.00	塩化物	(Cl ⁻)	5,518.00
カリウム	(K ⁺)	155.00	硫酸	(SO ₄ ²⁻)	27.00
アンモニウム	(NH ₄ ⁺)	6.10	リン酸	(HPO ₄ ²⁻)	0.24
マグネシウム	(Mg ²⁺)	149.00	炭酸水素	(HCO ₃ ⁻)	1,419.00
カルシウム	(Ca ²⁺)	851.00	ケイ酸	(H ₂ SiO ₃)	41.00
マンガン	(Mn ²⁺)	0.49	ヒ素	(As)	0.072
鉄	(Fe ²⁺)	9.20	二酸化炭素		2,060.00

多く、それらの濃度の違いを組み合わせたものが基本的と考えられる。その代表的な例として、フランクフルト近郊の Bad Homburg における公園内の飲泉所に掲げられている温泉分析表を、写真 3 に一例として示す。成分として溶存二酸化炭素 2,060 ppm、鉄 9.2 ppm、ナトリウムイオン 2,979 ppm および塩化物イオン 5,518 ppm などの記載がある。それ故、この飲泉水をコップに注ぐと、二酸化炭素が気泡となり泡立ち、時間経過により鉄分が酸化され褐色成分として析出し、ORP もそれにともない上昇 (図 5) した。飲泉の味としては、二酸化炭素による爽やかな清涼感と鉄分のエグ味および塩分による塩辛さが混じったような感じで、後で述べるガス入りミネラル水とは味的にも全く異なる。また、高濃度の二酸化炭素を含むため、特にドイツでは“心臓の湯”とも呼ばれ、末梢血流量を増加させ、末梢循環障害、高血圧、心臓病などの循環器系治療に適用 (大河内ら, 2002 ; 白倉, 2004) されてきている。治療目的で浴用する場合、個人浴槽に炭酸泉を温度調整して注ぎ、その中に一定時間浴用し、浴用後は休息できるような施設となっている。

図 6 に、ヨーロッパでも、特に 19 世紀に大いなる温泉保養地として貴族や音楽をはじめとした芸術家が集って隆盛を極めたカールスバード (Karlovy Vary) やマリエンバード (Mariánské)

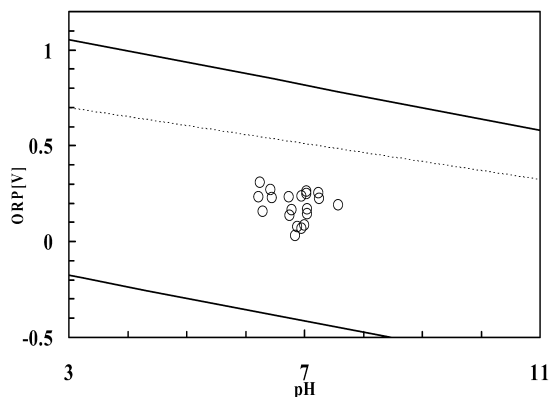


Fig. 6 Relationship between ORP and pH of drinking hot spring waters in Czech.

図 6 チェコの温泉（飲泉）水の ORP-pH 関係。



Photo 4 People drinking hot spring water and drinking cups in Karlovy Vary.

写真 4 カロリビバリ（チェコ）での飲泉風景および飲泉カップ。

Lazne) を含むチェコの温泉（飲泉）水の ORP-pH 関係を示す。飲泉水はドイツの場合（図 4）と同様に、弱酸性から弱アルカリ性の範囲で、いずれも還元系を示した。泉質的にも二酸化炭素、鉄および塩類を含む泉質であり、ドイツの温泉と類似していた。

写真 4 には、カールスバードでの人々の朝夕の飲泉風景の一例を示す。合わせて飲泉カップも示した。飲泉カップは手持ち部分の先から口をつけて飲むようになっており、マイカップを持参の人も多く見受けられた。

一般的には、飲泉場所から、医者の処方に沿った飲泉水を、あるいは自分の好みの飲泉水を直接コップに注ぎ、談笑や散歩をしながら朝夕時間をかけてゆっくり飲泉する。飲泉所は、無料のところも、またコンサート会場を有し、生の演奏などが聴けるようになっているところも多くある。

図 7 には、これまでのドイツ、チェコに加えて、スイス、フランス、イタリア、オーストリア、ベルギーの今回調査した温泉（飲泉）水の ORP-pH 関係を全体的に示した。今回調査したヨーロッパの温泉（飲泉）水は、弱酸性から弱アルカリ性にあり、いずれも還元系であった。なお、図 7 でかなり ORP 値の低い 2 点があるが、これらはスイス（▲印）およびオーストリア（◆印）のバーデンで、いずれも硫黄泉であった。

これらにドイツのバーデン・バーデンを加

え、3大バーデンとしても知られている。

一方、図 8 に日本での温泉（飲泉）水の ORP-pH 関係を例として示した。日本の温泉水は還元系（大河内ら、1998）であることから、飲用の温泉水もヨーロッパの温泉（飲泉）水と同様に還元系を示している。日本での飲泉の場合、ヨーロッパの医師らによる医療行為に基づいた飲泉とは異なり、医療に基づく飲泉は皆無に近い状況にある。環境省の飲泉における利用基準に基づき、各都道府県が飲用許可を与えることになっている。実態は、温泉（飲泉）水に含まれるヒ素や重金属、細菌などのチェックが中心となる。そのため、ヨーロッパの温泉（飲泉）水では、医療を中心とした飲泉によるプラス効果を期待しているが、日本では毒性や菌などのマイナス効果を抑えるための安全基準となっている。ヨーロッパでは、日本の場合と異なり、温泉（飲泉）水にカルシウムやマグネシウムなどのミネラル成分の含有量が多く、“飲む野菜”とも言われている。このようなことから飲泉に関しては、日本とヨーロッパでその基本的考えに大きな隔りがあることが明らかである。

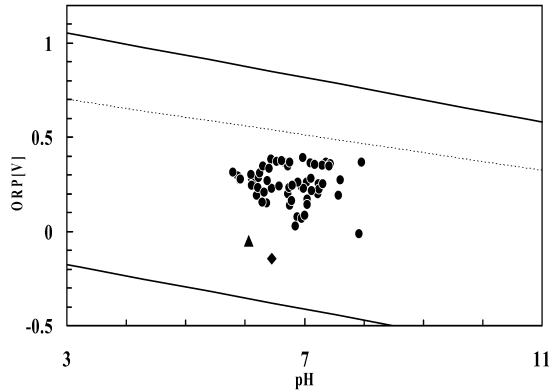


Fig. 7 Relationship between ORP and pH of drinking hot spring waters in seven European countries.

▲ : Baden in Switzerland, ◆ : Baden in Austria

図 7 ヨーロッパ 7 ヶ国の温泉(飲泉)水の ORP-pH 関係.

▲ : スイスのバーデン, ◆ : オーストリアのバーデン

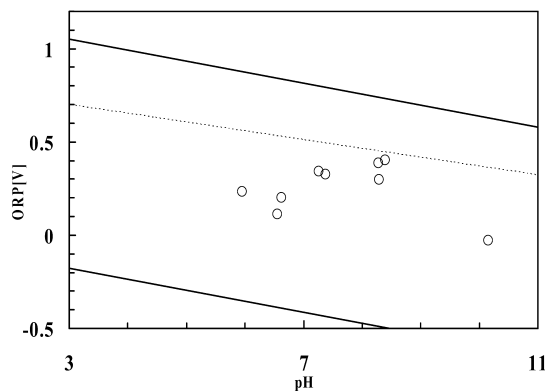


Fig. 8 Relationship between ORP and pH of drinking hot spring waters in Japan.

図 8 日本の温泉(飲泉)水の ORP-pH 関係.

3.2 ミネラル水の ORP-pH 関係

図 9 に, ヨーロッパのガス入りも含めた市販ミネラル水の ORP-pH 関係を示す. ミネラル水はいずれも平衡 ORP の線上にあり, 平衡系であることがわかる.

図 10 は, 図 2 の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) について, 採取後直ちに測定した ORP-pH 関係を示す. ミネラル水の原水も, ほぼ平衡 ORP 近くにあることが分かる. それ故, 採取から時間経過した市販ミネラル水は平衡系にあることは当然の帰結と思われる. 特に, 温泉源泉をミネラル水とした場合でも, 源泉 (□印) は還元系で ORP は低い, それらの市販品はいずれも平衡系 (◆印) であった. また, 天然水を電気分解した陰極水 (俗称アルカリイオン水) が市販されているが, 電気分解直後の ORP はマイナス値を示す程の還元系にあるものが, 市販品は時間経過によりいずれも平衡 ORP 値 (▲印) にあり, 還元性は全く失われていることも分かった.

これらのことから, ヨーロッパの温泉(飲泉)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おり, 平衡系にある市販および原水を含むミネラル水と比較して, ヨーロッパでの温泉(飲泉)水の還元系の意味は非常に大きいと推察される. 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の違いと考えられる.

また, 筆者らはこれまでに中性系(弱酸性から弱アルカリ性の範囲を含む)で抗酸化力を有する還元系の水を, 生体に近い水(生体水)と定義し提案 (Okouchi *et al.*, 2002) してきたが, 今回調査したヨーロッパの飲泉水は ORP-pH の観点から, 筆者らが提案している生体に近い水でもあった.

4. ま と め

ドイツを中心にヨーロッパ 7 ヶ国, 35 ヶ所の温泉地での ORP-pH 関係の調査を行い, さらに温泉(飲泉)水とミネラル水の違いを ORP-pH 関係から日本を含め比較検討を行なった.

その結果, ヨーロッパの温泉(飲泉)水は, 基本的に弱酸性から弱アルカリ性の範囲にある還元

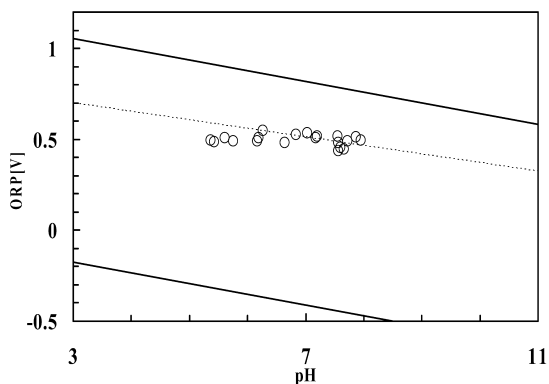


Fig. 9 Relationship between ORP and pH of commercial natural waters in Europe.

図 9 ヨーロッパの市販ミネラル水の ORP-pH 関係。

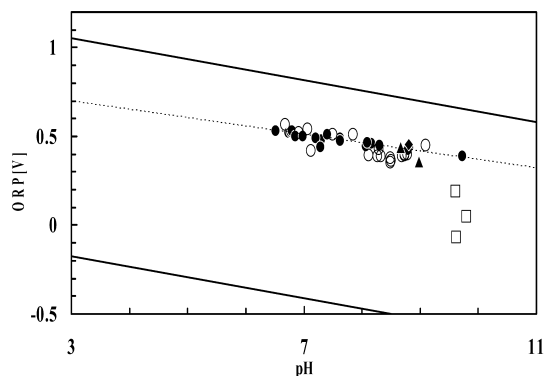


Fig. 10 Relationship between ORP and pH of commercial natural waters and their source waters.

● : source of commercial natural water, ○ : commercial natural water, □ : source of commercial drinking hot spring water

図 10 日本のミネラル源水および市販ミネラル水の ORP-pH 関係。● : ミネラル水の原水, ○ : 市販ミネラル水, □ : 市販飲用温泉水の源泉

水で、飲泉が主体である。不特定多数の人々が入る浴槽はプールあるいはジャグジー的使用で、殺菌され、酸化系にある。さらに、飲泉は還元系の新鮮な温泉水を直接飲用し、市販ミネラル水は平衡系で、還元系の温泉水とは異なる。

一方、日本の温泉水は、強酸性から強アルカリ性の範囲にある還元水で、浴用が主体である。温泉水の飲用では、ほとんど普及していないがそれらは還元系にあり、平衡系にある市販ミネラル水およびそれら原水とは異なる。

以上のことから、ヨーロッパも日本も温泉（飲泉）水は、平衡系のミネラル水と異なり、最大の特徴は還元系にある。それ故、ヨーロッパと日本で異なる温泉水の利用の仕方、すなわち前者は飲用、後者は浴用の違いはあるものの、今後の温泉水の利用方法として、両者のより積極的な同時利用を提案したい。すなわち、新鮮な還元系の温泉水の飲泉と浴用により、皮膚および体内の酸化抑制による全体的アンチエイジング効果が期待されるからである。

今回のヨーロッパの温泉（飲泉）水の調査を通して、還元系は重要な意味を有することが明らかとなった。それ故、日本ではレジオネラ菌による問題で、源泉かけ流しの温泉まで塩素などによる殺菌が義務付けられようとしている今日、何千年も継続されてきた日本の還元系の温泉浴用文化を絶やすことのない知恵を関係者および多くの人々にぜひ期待したい。

文 献

- 大河内正一 (2003) : 生きている温泉とは何か—身体にやさしい生体に近い水を検証する—, くまざき出版, 東京.
- 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) : 二酸化炭素の ORP と pH の関係, 温泉科学, **50**, 94-101.
- 大河内正一, 水野 博, 草深耕太, 石原義正, 甘露寺泰雄 (1998) : 温泉水のエー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, 大波英幸, 甲村和之, 森本卓也, 池田茂男 (2005a) : ORP 評価に基づく塩素殺菌した温泉水の泉質変化, 温泉科学, **54**, 155-162.
- 大河内正一, 大波英幸, 庄司未来, 大野慶晃, 池田茂男, 阿岸祐幸, 萩原知明, 鈴木 徹 (2005b) : 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**, 55-63.
- 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, 竹崎大輔, 大波英幸, 阿岸祐幸, 甘露寺泰雄, 池田茂男 (2003) : 電解還元系の人工温泉について, 温泉科学, **53**, 1-9.
- 大河内正一, 竹崎大輔, 大波英幸, 首藤祐樹, 池田茂男, 見城由紀夫, 阿岸祐幸 (2002) : 二酸化炭素泉による末梢血流量増加の 2 次元的可視化について, 温泉科学, **52**, 12-19.
- Ohnami, S., Koumura, K., Ikeda, S. and Okouchi, S. (2003) : ORP(Oxidation-Reduction Potential) -pH Relationship between Hot Spring Waters and Human Body Fluids, *Proceedings of The 38th Conference of Societe Internationale des Techniques Hydrothermales (Beppu, Ohita, Japan)*, 320-325.
- 奥 和之 (2001) : トレハロースによる高齢臭生成抑制, *Bio Industry*, **18**, 40-44.
- 白倉卓夫 (2004) : 温泉の医学情報あれこれ. 日本温泉科学会編「温泉科学の最前線」, 190-205, ナカニシヤ出版, 京都.
- ウラディミール・クリチェク (訳: 種村季弘, 高木万里子) (1994) : 世界温泉文化史, 国文社, 東京.
- 山本正隆 (2006) : 世界温泉紀行, くまざさ出版, 東京.
- 山村順次 (2004) : 世界の温泉地, 日本温泉協会, 東京.