



温泉浴槽水の消毒における電解次亜塩素酸水の利用

古畑勝則^{1) 2)*}, 安齋博文¹⁾, 李 新一²⁾, 石崎直人²⁾

(平成 30 年 6 月 11 日受付, 平成 30 年 7 月 30 日受理)

Utilization of Electrolytic Hypochlorite Water in the Disinfection of Hot Spring Bath Water

Katsunori FURUHATA^{1) 2)*}, Hirofumi ANZAI¹⁾, Shin-ichi LEE²⁾ and Naoto ISHIZAKI²⁾

Abstract

In order to prevent various infectious diseases including legionellosis, the chlorination of hot spring bath water is essential. However, because of problems such as odor and changes in spring quality due to chlorine agents, it is difficult to maintain the original hot spring water. We asked 65 subjects (36 female, 29 male) to take a bath in bath water disinfected with electrolytic hypochlorite water and measured skin pH and stratum corneum water content, before and after the bathing, to compare the effects thereof on the skin. Compared with the case of sodium hypochlorite, the influence on the skin was considered to be comparable and it was found that electrolytic hypochlorite water actually had a tendency to increase the moisturizing effect. Furthermore, it was revealed, in the summary of the subjective evaluation after bathing, that the chlorine odor, which was despised in the case of sodium hypochlorite, was reduced with electrolytic hypochlorite water. It was indicated that skin problems such as redness and itching did not occur at all after bathing therewith and that it was safe to use electrolytic hypochlorite water for disinfecting bathtub water. Furthermore, based on the results of water quality analysis of the bathtub water, electrolytic hypochlorite water showed a tendency to be a reduction system, with a lower ORP than sodium hypochlorite.

Key words : Electrolytic hypochlorite water, Hot spring water, Disinfection, *Legionella pneumophila*, Stratum corneum water content

¹⁾麻布大学大学院環境保健学研究科 〒252-5201 神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71. ¹⁾ Graduate School of Environmental Health, 1-17-71 Fuchinobe, Chuo-ku, Sagamihara, Kanagawa 252-5201, Japan.

*Corresponding author : E-mail furuhata@azabu-u.ac.jp, TEL & FAX : 042-754-6215.

²⁾麻布大学生命・環境科学部 〒252-5201 神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71. ²⁾ School of Life and Environmental Science Azabu University, 1-17-71 Fuchinobe, Chuo-ku, Sagamihara, Kanagawa 252-5201, Japan.

要 旨

温泉浴槽水において、レジオネラ症をはじめ、種々の感染症を防止するためには塩素消毒することが必要不可欠である。しかしながら、塩素剤による臭気や泉質変化の問題などがあり、本来の温泉水を維持することが困難な状況である。そこで、次亜塩素酸ナトリウム（次亜塩素酸）に代わる消毒剤として電解次亜塩素酸水（電解次亜水）に着目した。

被験者 65 名（女性 36 名, 男性 29 名）に電解次亜水と次亜塩素酸で消毒した浴槽水に入浴してもらい、その前後で皮膚 pH と角層水分量を測定して皮膚に対する影響を調査した。その結果、皮膚に対する影響は同程度と考えられ、むしろ電解次亜水の方が保湿効果を増大させる傾向が認められた。また、入浴後の主観的評価のまとめでは、次亜塩素酸では嫌悪される塩素臭が、電解次亜水では軽減されることが明らかになった。今回の入浴に際し、発赤や痒みなどのスキントラブルはまったく発生せず、電解次亜水を浴槽水の消毒に利用することは安全であることが示唆された。さらに、浴槽水の水質分析の結果から、電解次亜水の方が次亜塩素酸に比べて ORP が低く、還元傾向であることが示された。

キーワード：電解次亜塩素酸水, 温泉水, 消毒, レジオネラ属菌, 角層水分量

1. はじめに

日本は温泉の源泉を約 27,000 有し、温泉地での年間利用者が 1 億 2,600 万人にも達する世界有数の温泉大国である（環境省, 2014）。温泉の効能は古くから知られ、温泉の物理的作用, 含有成分による化学的作用, さらに総合的な生体調整作用に分けられている（前田, 2010）。なかでも、皮膚に作用するものは、温熱作用に基づく皮膚血行促進作用, 温泉成分の化学的作用による保温作用, 清浄作用, 末梢血管拡張作用, 角質軟化作用などがある。

一方、温泉水を汚染したレジオネラ属菌を吸入することでレジオネラ症と呼ばれる呼吸器感染症が起こることが知られている（公益財団法人日本建築衛生管理教育センター, 2017）。1991 年頃から浴槽水を感染源とするレジオネラ症の発生が報告され、度々死亡事例が報道された（縣, 2016）。2002 年には宮崎県日向市の温泉入浴施設において 7 名の死者をだした集団感染が発生した（藪内英子, 縣 邦雄, 2004）。近年では、2017 年 3 月に広島県三原市にある温泉入浴施設で感染者数 58 名の集団感染が発生し、50 代の男性が 1 名死亡している（公益財団法人 日本建築衛生管理教育センター, 2017）。

厚生労働省は、こうした入浴施設での浴槽水の消毒にあたって、塩素系薬剤を使用し、感染症防止に努めることを示している（厚生労働省, 2003）。しかし、利用者からは「塩素臭が気になる」、「プールのような温泉だ」などの批判が後を絶たない。こうしたなか、2004 年に環境省が公表した「温泉の保護と利用に関する懇談会」の中間報告である「温泉の保護と利用に関する課題について」においても、国民は「温泉らしい温泉」を要望していることを明示している（環境省, 2004）。また、大河内らの報告では、塩素消毒された温泉は、温泉の泉質を還元系から酸化系へ大きく変化させる場合もあり、皮膚への影響も懸念されている（大河内ら, 2005）。

このような状況から、著者らは次亜塩素酸ナトリウム（以下、次亜塩素酸）に代わる消毒剤として電解水の利用に着目した。電解水とは塩化ナトリウムや塩酸を用いた溶液を電解処理したもので、隔膜を介して電解処理する強酸性電解水や強アルカリ性電解水と、無隔膜で電解処理した微酸性電解水、および電解次亜塩素酸水（以下、電解次亜水）などがある（岩澤篤郎, 2016）。これらのうち、電解次亜水による *Legionella pneumophila* に対する消毒効果はすでに確認されている（安齋ら, 2018）。

以上の背景から、今回は電解次亜水と次亜塩素酸でそれぞれ消毒された温泉水が皮膚に与える影響を調査するとともに、入浴時の主観的評価も同時に行ったので報告する。

2. 材料および方法

2.1 調査概要

平成 30 年 3 月 18 日 (日), 19 日 (月) の両日に, 山梨県笛吹市の石和温泉にある K 温泉施設において被験者実験を行った。

まず 18 日は, 施設内の A 大浴場の浴槽 (約 6m^3) (写真 1) を全換水して清掃後, 温泉水を貯留した。この時, 次亜塩素酸ナトリウム液を注入する殺菌装置は停止し, 循環装置のみを稼働させた。同時に, 生成済の電解次亜水 ($8,000\text{mg/L}$) を送水ポンプで注入し, 浴槽水の残留塩素濃度が 1mg/L になるように保持した。入浴は 13 時 30 分から開始し, 被験者は数名ずつ順次, 浴槽内でおおよそ 10 分間入浴した。被験者は入浴前後で皮膚の状態を測定し, また入浴後には主観的評価を行った。この日, 入浴は 16 時に終了した。

翌 19 日は, 施設内の B 大浴場の浴槽 (約 8m^3) (写真 2) を全換水して清掃後, 温泉水を貯留した。この時は, 殺菌装置と循環装置を通常どおり稼働させた。また前日と同様に, 入浴時は浴槽水の残留塩素濃度が 1mg/L になるように希釈した次亜塩素酸ナトリウム ($1,200\text{mg/L}$) を送水ポン



写真 1 A 大浴場 (電解次亜水)



写真 2 B 大浴場 (次亜塩素酸)

ブで注入した。入浴は9時から開始し、前日と同様に被験者は数名ずつ入浴し、11時に終了した。

なお、本調査においては、施行日や施行時刻、浴槽の場所と大きさなどの影響はないものと考えた。

2.2 電解次亜水の生成と特性

電気分解の電極板には縦100mm×横60mm×厚さ2mmのチタン板を基盤とし、この表面にセラミック、ダイヤモンド、白金等の希少金属素材でコーティングしたものを使用した。無隔膜の電気分解槽の中で6%程度の食塩水を作成し、電圧を5Vまで下げて電気分解を行った（特許出願中、特願2017-232936、水浴水殺菌装置及び水浴水殺菌方法）。

この電解次亜水には、陽極反応で生成する次亜塩素酸の多くがアルカリ性のため殺菌力の微弱な次亜塩素酸イオンに変換された形で存在する。そのため、酸性電解水に比べて殺菌力は弱くなるが、酸性電解水より高い有効塩素濃度のもの（5,000～10,000mg/L）が使用されるため高い殺菌力を示す。厚生労働省では、電解次亜水を次亜塩素酸ナトリウムの希釈液と同等性があると認めており、食品添加物と同様に使用できる。

2.3 被験者

被験者は全体で65名であった。このうち女性は36名で、年齢の内訳は50代と60代が各9名、70代18名であった。また、男性は29名で、40代4名、50代5名、60代と70代が各10名であった。いずれの被験者も皮膚に病変は認められなかった。なお、両日とも被験者には消毒剤の種類は知らせていない。

2.4 測定項目と方法

2.4.1 皮膚測定

測定部位は、毛穴や汗腺が少なく全身の平均的な水分量を反映する前腕内側中央部を採用した（田上, 2003）。

- 1) 皮膚pH：携帯型pH計ASP-01（日本アッシュ）を用いた。
- 2) 角層水分量（ μS ）：角層膜厚・水分計ASA-M3/R（日本アッシュ）を用いて添付文書に準拠して測定した。

なお、測定環境は気温22℃であった。

2.4.2 主観的評価

被験者は、両日とも入浴後直ちに主観的評価のために同一アンケートに回答した。質問と回答選択肢は表1の通りであり、4段階で回答を求めた。

2.4.3 浴槽水の水質

調査項目と方法は、以下のとおりである。

- 1) 残留塩素濃度：残留塩素測定器080540-520（柴田科学）を用いたDPD試薬による比色法
- 2) 湯温：デジタル温度計CT-422WR（カスタム）
- 3) pH：デジタルpHメーターHM-25R（東亜DKK）
- 4) ORP：pH/CONDメーターD-54（HORIBA）、ORP電極LAQUA MODEL 9300
- 5) レジオネラ属菌：第4版レジオネラ症防止指針に準拠した培養法
- 6) 電気伝導率（mS/m）：電極法（JIS K 0101-12）
- 7) 全硬度：カルシウム硬度とマグネシウム硬度の合計
- 8) カルシウム硬度： α -クレゾールフタレイン法

表 1 主観的評価におけるアンケート内容

質 問	回 答
質問 1 入浴してあなたのお肌は潤った状態でしょうか？	1 潤った 2 どちらかといえば潤った 3 どちらかといえば潤わない 4 潤わない
質問 2 入浴しているとき、浴槽水のおいを感じましたか？	1 感じなかった 2 どちらともいえない 3 少しだけ感じた 4 強く感じた
質問 3 入浴しているとき、浴槽水の刺激を目や皮膚に感じましたか？	1 感じなかった 2 どちらともいえない 3 少しだけ感じた 4 強く感じた

- 9) マグネシウム硬度：キシリジンプルー法
- 10) 酸消費量 pH4.8：pH 指示薬比色法
- 11) 塩化物イオン：AMY 酵素法
- 12) 硫酸イオン：硫酸バリウム比濁法
- 13) シリカ：モリブデン黄吸光光度法 (JIS K 0101-44.1.1)
- 14) アンモニウムイオン：グルタミン酸脱水素酵素法
- 15) 過マンガン酸カリウム消費量：上水試験方法

2.5 倫理的配慮

本研究は、麻布大学における人を対象とする医学系研究及びヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理審査委員会承認後(麻大学術第 2269 号)に実施した。被験者には研究内容および結果の公表、匿名性と秘密保持、参加による負担がないこと、不参加により不利益が生じないことについて文書で説明し、自由意志による同意を得た。

2.6 統計的解析

解析には、統計解析システム(上)検定・推定偏(日科技連)(2013)を用いた。入浴前と入浴後あるいは電解次亜水と次亜塩素酸のデータで平均値に差がみられるかどうかを検討するために、母平均の差の検定を行った。

3. 結 果

3.1 皮膚測定

3.1.1 皮膚 pH

Fig. 1 には皮膚 pH の測定結果を平均値と標準偏差で示した。左側は電解次亜水を使用した場合で、男女別に入浴前後の値を示した。同様に、右側は次亜塩素酸の場合である。すべての群において測定値の平均は、健常皮膚表面の pH 上限値である 6.5 を下回っており、標準偏差も小さかった。男女の比較では、わずかに女性の方が高い傾向がみられた。また、入浴前後の比較では、男女間わ

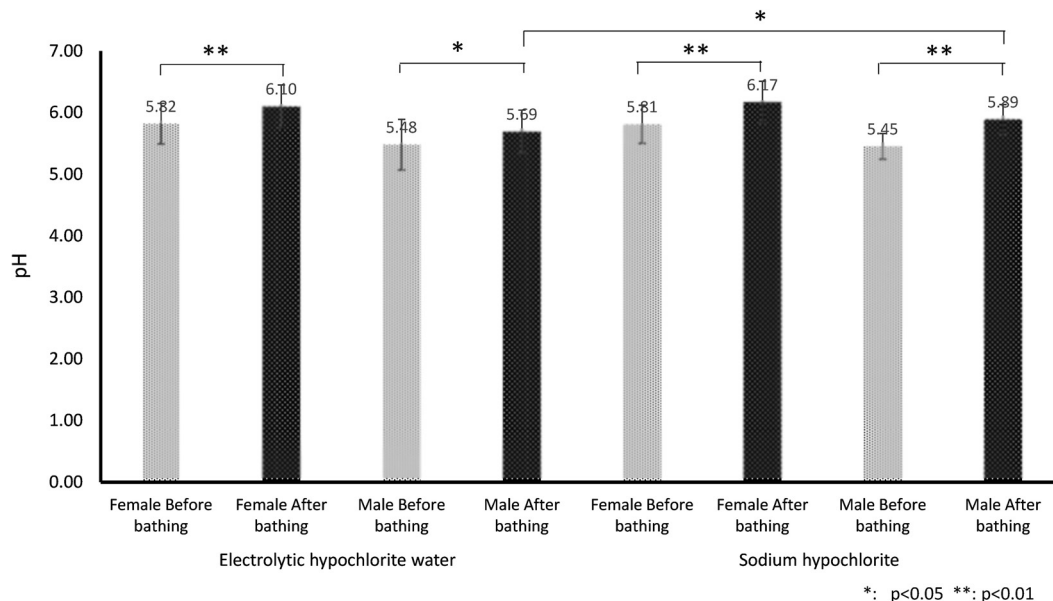


Fig. 1 Skin pH (Female 36, Male 29)
 図 1 皮膚 pH の比較 (女性 36, 男性 29)

ず, 入浴後で有意な ($p < 0.01$, 電解次亜水の男性では $p < 0.05$) 上昇がみられた。さらに入浴後の値を電解次亜水の場合と次亜塩素酸の場合で比較すると, 男性の場合, 次亜塩素酸の方が平均値で 0.2 上昇しており, 5% 水準で有意差がみられた ($p < 0.05$)。

3.1.2 角層水分量

Fig. 2 は, 角層水分量 (μS) の平均値と標準偏差を示したものである。入浴前の値をみると, いずれの平均値も $10 \mu\text{S}$ を超えており, 特に電解次亜水の男性では平均値 $18.2 \mu\text{S}$ であり, 全体的に乾燥状態ではないことが伺えた。また, 入浴前後の比較では, いずれも入浴後の値の方が高く, 1% 水準で有意差がみられ, 入浴効果が顕著に表れていた。特に電解次亜水での入浴後の値は, 男性の場合, 平均値が $38.4 \mu\text{S}$ と高かった。

3.2 主観的評価

両日とも, 入浴後に発赤や痒みなどのスキントラブルは 1 件もなかった。以下 Fig. 3 から Fig. 5 に, 入浴後の感想を質問ごとに電解次亜水と次亜塩素酸に分けて男女別に回答割合をまとめた (女性 36 名, 男性 29 名)。

入浴後, 肌が潤ったかの質問 (問 1) では, 全体的に「どちらかといえば潤った」も含め, ほぼ 100% 潤った。しかしながら, 次亜塩素酸の男性のみ, 「どちらかといえば潤わない」が 10% あった (Fig. 3)。また, 入浴中の浴槽水のおいについて問うたところ (問 2), 電解次亜水では「少しだけ感じた」が女性 19%, 男性 28% あったが, おおむね良好であった。ところが, 次亜塩素酸では, 「少しだけ感じた」が, 女性 42%, 男性 62% と高く, 女性では「強く感じた」の回答が 8% あった (Fig. 4)。また, 浴槽水の刺激については (問 3), 電解次亜水では「少しだけ感じた」が, 女性 14%, 男性 7% であり, 次亜塩素酸では女性 14%, 男性 21% であった (Fig. 5)。

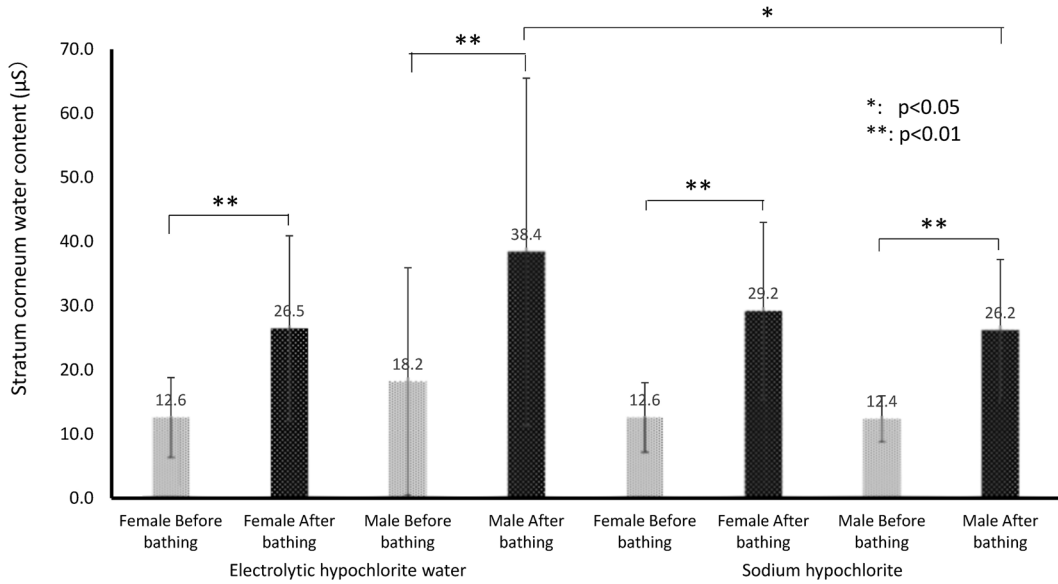


Fig. 2 Stratum corneum water content (Female 36, Male 29)

図 2 角層水分量の比較 (女性 36, 男性 29)

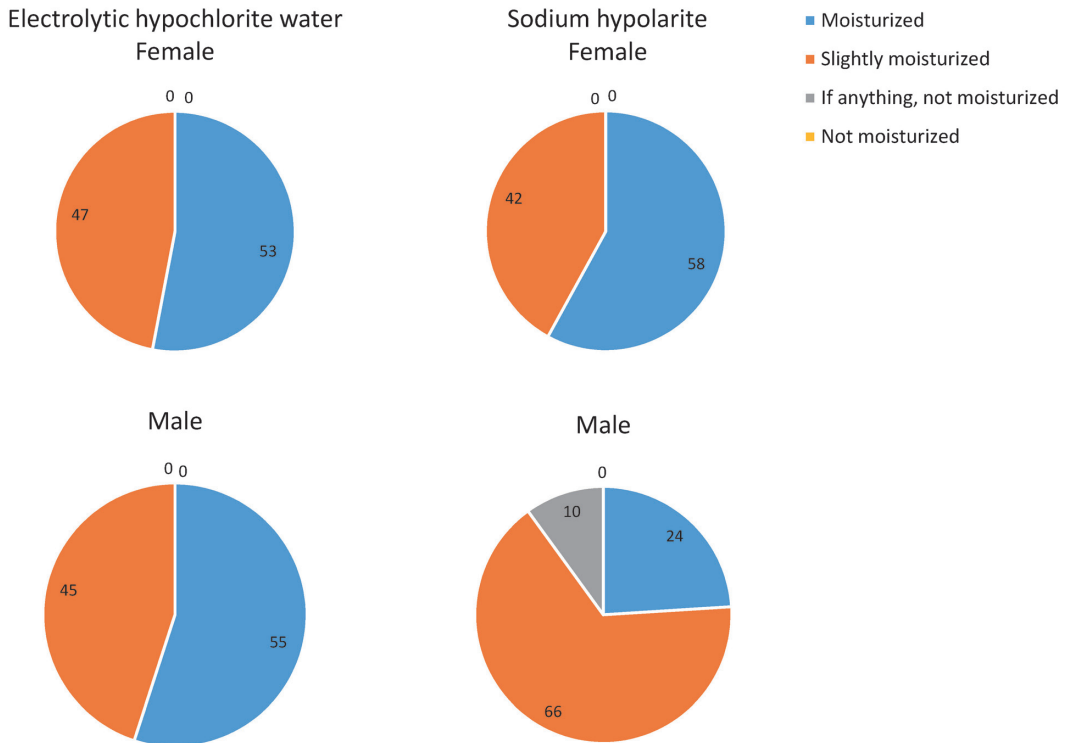


Fig. 3 Did your skin feel moisturized after bathing? (%) (Female 36, Male 29)

図 3 肌は潤いましたか? (%) (女性 36, 男性 29)

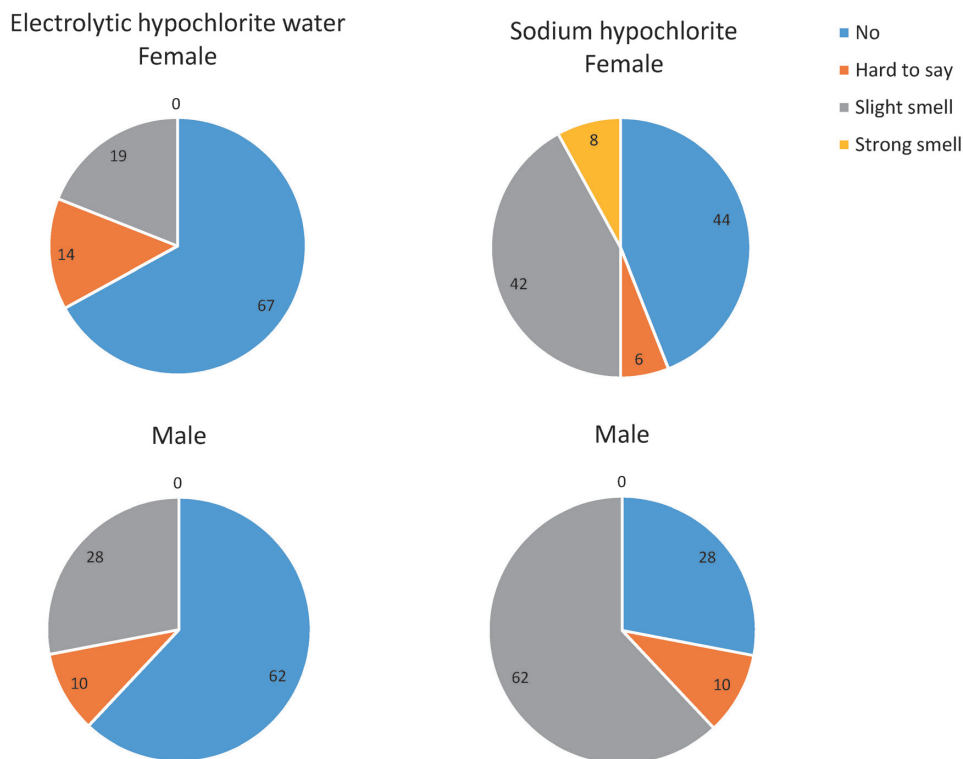


Fig. 4 Did the bathtub water smell while you were bathing? (%) (Female 36, Male 29)

図 4 浴槽水のおいを感じましたか? (%) (女性 36, 男性 29)

3.3 浴槽水の水質

調査両日の入浴開始時と終了時の浴槽水の水質は, Table 2 にまとめたとおりであった.

第 1 日目の入浴前の水質は, 残留塩素濃度 0.9 mg/L, 湯温 40.7°C, pH 8.8, ORP 560 mV, レジオネラ属菌不検出 (<10 CFU/100 ml) であった. また, 電気伝導率 66 mS/m, 全硬度 22 mg/L, カルシウム硬度 22 mg/L, マグネシウム硬度 <1 mg/L, 酸消費量 pH 4.8 54 mg/L, 塩化物イオン 120 mg/L, 硫酸イオン 58 mg/L, シリカ 48 mg/L, アンモニウムイオン <0.1 mg/L, 過マンガン酸カリウム消費量 <1.0 mg/L であった. また, この日の 65 名入浴後の水質は, 残留塩素濃度 0.7 mg/L, 湯温 36.6°C と開始時より低下し, ORP 590 mV, 塩化物イオン 160 mg/L と増加した. そのほかの項目はほとんど変化なかった.

第 2 日目の入浴前の水質は, ORP を除き, ほとんどの項目は前日の入浴前の値と大きく変わることはなく, 源泉の水質 (アルカリ性単純温泉) が安定していることを示した. ORP は前日の 560 mV に比べ, 625 mV とやや高い値を示した. また全員入浴後の水質は, 残留塩素濃度や湯温に顕著な低下はみられず, ORP や塩化物イオンの増加もなかった.

4. 考 察

著者らは, 次亜塩素酸の代替え消毒剤として電解次亜水に着目し, その有効性について検討した. 従来の次亜塩素酸による消毒が困難な腐植質を大量に含む黒湯と呼ばれる温泉水においても, 電解

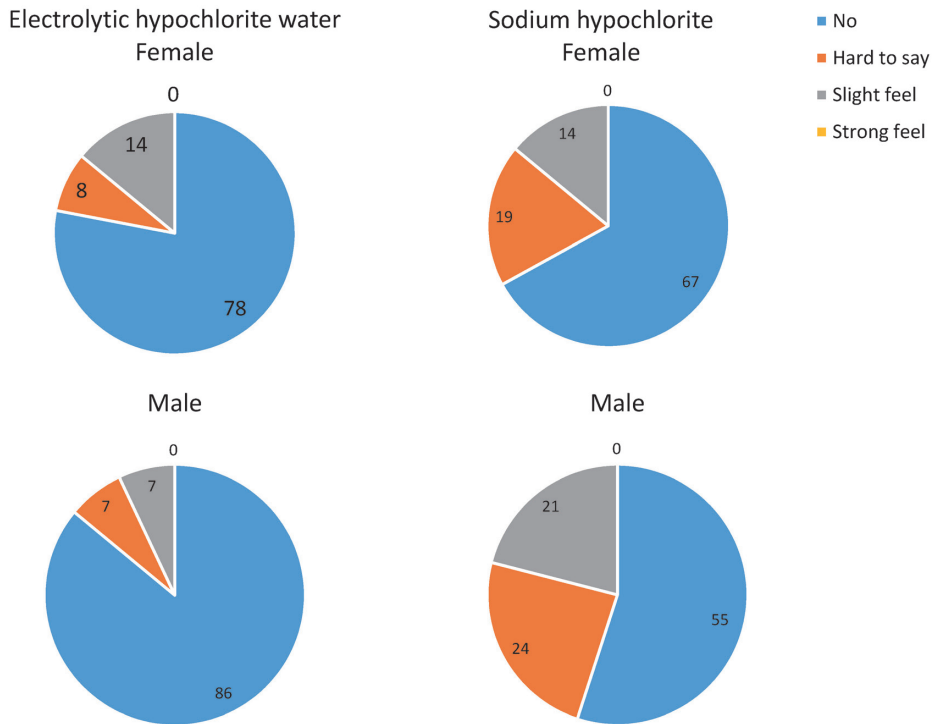


Fig. 5 Did your skin and eyes feel any irritation from the bathtub water while you were bathing? (%) (Female 36, Male29)

図 5 浴槽水の刺激を感じましたか？ (%) (女性 36, 男性 29)

Table 2 Water quality of bath water.

表 2 浴槽水の水質

Test items	Electrolytic hypochlorite water		Sodium hypochlorite	
	Before bathing	After bathing	Before bathing	After bathing
Residual chlorine	0.9	0.7	0.8	1.0
Tw (°C)	40.7	36.6	40.5	39.2
pH (25°C)	8.8	8.8	8.8	8.7
ORP (mV)	560	590	625	625
<i>Legionella</i> spp. (CFU/100mL)	<10	<10	<10	<10
Electric conductivity (mS/m)	66	74	63	64
Total Hardness (CaCO ₃)	22	22	21	21
Calcium hardness (CaCO ₃)	22	22	21	21
Magnesium hardness (CaCO ₃)	<1	<1	<1	<1
Acid consumption pH4.8 (CaCO ₃)	54	52	54	54
Chloride ion	120	160	120	120
Sulfate ion	58	58	58	58
Silica	48	49	48	48
Ammonium ion	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Potassium permanganate consumption	<1.0	5.3	<1.0	5.6

unit : mg/L

次亜水は次亜塩素酸よりも *Legionella pneumophila* を効率的に殺菌することを実験的に確認した(安齋ら, 2018). そこで今回は, この電解次亜水を実際の温泉浴槽水に添加して入浴者の皮膚に与える影響を調査するとともに, 入浴者の主観的評価を行った.

皮膚に与える影響を調査するために, 皮膚 pH と角層水分量の 2 項目を測定した. 皮膚 pH については, 電解次亜水と次亜塩素酸では顕著な差はみられず, 男女ともに入浴後で有意な pH 値の上昇が認められた. 今回の調査結果の傾向は, 以前, 大河内らが調査した結果と類似していた(大河内ら, 1999). 一般に, 健康皮膚表面の pH 値は 4.5~6.5 の弱酸性であるといわれており(辻本ら, 2012), 今回の測定値の平均値は, いずれもこの範囲内であり, 電解次亜水が皮膚 pH に与える影響は次亜塩素酸と同程度であった. また, 角層水分量について, この値の低下は皮膚の乾燥と関連し, 10 μ S 未満は乾燥, 10~18 μ S で普通, 18 μ S 以上で湿潤とみなされている(辻本ら, 2012). 今回の測定結果では, 電解次亜水と次亜塩素酸とも男女問わず, 入浴後に有意な上昇がみられ, 18 μ S 以上の値であり, 入浴による湿潤効果が認められた. 特に, 電解次亜水の男性の場合, 平均値で 38.4 μ S と高かった. このように, 電解次亜水が皮膚に及ぼす影響は次亜塩素酸と同程度であり, 一部の調査結果では皮膚をより湿潤にする傾向がみられた. また調査中, 両群とも発赤や痒みなどのスキントラブルはまったく発生しなかった.

次に, 65 名を対象とした主観的評価の結果をまとめた. 電解次亜水入浴後の回答では, 「肌の潤い」に関しては, 男女とも高い満足度であった. また, 入浴中の浴槽水のおいについては, 「少しだけ感じた」が女性 19%, 男性 28% あったが, 次亜塩素酸では女性 42%, 男性 62% と高く, さらに女性では「強く感じた」が 8% あった. このことから, 電解次亜水の利用により, 消毒による塩素臭の問題は軽減されると考えられた. また, 浴槽水の刺激についても同様な回答で, 「少しだけ感じた」が女性 14%, 男性 7% あったが, 次亜塩素酸では女性 14%, 男性 21% であった. 横山ら(2007)は, 微酸性電解水を用いて浴槽水の臭気を調査したところ, 今回の結果と同様, 「かすかに感じる」程度で, 良好な結果が得られている.

電解次亜水の利用によって温泉浴槽水の水質が変化するか否かを確認するため, 両日, 入浴の前後で採水を行い, 水質分析を行った. その結果, ORP は入浴の前後を問わず, 電解次亜水と次亜塩素酸で顕著な差が認められ, 次亜塩素酸の方が数十 mV 高かった. このことは, 大河内ら(2005)が指摘した通り, 塩素消毒によって温泉水が酸化系に変化したことに他ならない. これに対し, 電解次亜水での ORP の上昇は緩やかで, 皮膚の酸化が抑制される可能性がみられた(大波, 2011). また, 電解次亜水の場合でのみ入浴時間の経過とともに塩化物イオンの上昇がみられた. 電解次亜水の生成には塩化ナトリウムを添加して電気分解するため, これが浴槽に持ち込まれたものと推察されたが, 皮膚に支障をきたすほどの濃度ではなかった.

利益相反

本調査研究に際し, 電解次亜塩素酸水生成装置(ヘルシオ)は一般社団法人 日本ヘルシーシステム協会から無償貸与された.

謝 辞

今回の調査において, 全面的にご協力いただきました仁多見 武氏をはじめ, 一般社団法人 日本ヘルシーシステム協会関係者に感謝申し上げます. また, 種々のご助言を賜りました縣技術士事務所 縣 邦雄氏に深謝いたします. さらに, 今回の調査にご賛同賜りました東武トップツアーズ株式会社, 並びにご参加いただきました被験者の皆様に心からお礼申し上げます.

なお, 本報告の内容は, 日本温泉科学会第 71 回大会(大分)および日本防菌防黴学会第 45 回年

次大会 (東京) において報告した。

引用文献

- 縣 邦雄 (2016) : 温浴施設の微生物汚染の現状と対策, 防菌防黴誌, **44**, 529-535.
- 安齋博文, 石崎直人, 李 新一, 古畑勝則 (2018) : 黒湯 (腐食質含有温泉) から分離された *Legionella pneumophila* に対する電解水の消毒効果, 防菌防黴誌, **46**, 343-347.
- 岩澤篤郎 (2016) : 機能水の効果とその利用, ビルと環境, **155**, 6-19.
- 環境省 (2004) : 温泉の保護と利用に関する課題について—「温泉の保護と利用に関する懇談会 中間報告」, 温泉の保護と利用に関する懇談会.
- 環境省 (2014) : 平成 25 年度温泉利用状況, 環境省自然環境局参事官室, URL : https://uub.jp/pdr/ss/hotspring_3a.html (2018 年 7 月 9 日現在).
- 厚生労働省 (2003) : 公衆浴場における衛生等管理要領, 厚生労働省健康局長通知第 214004 号 URL : <http://www.city.shizuoka.jp/000138118.pdf> (2018 年 7 月 9 日現在)
- 前田眞治 (2010) : 温泉入浴の効果とは? 温泉の最新健康学, pp. 33-44. シナノ印刷 (株), 東京.
- (公益財団法人) 日本建築衛生管理教育センター (2017) : レジオネラ症防止指針第 4 版, 3-7, (公益財団法人) 日本建築衛生管理教育センター, 東京.
- 大波英幸 (2011) : 還元系温泉入浴が皮膚に与える効果, 温泉科学, **61**, 139-143.
- 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, 大波英幸, 甲村和之, 森本卓也, 池田茂男 (2005) : 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.
- 田上八朗 (2003) : 角層と皮膚疾患 (後編) —角層の水分保持機能を中心として—, 西日皮膚, **65**, 165-171.
- 辻本朋美, 田名部佳子, 根来佐由美, 田中喜典, 井上智子 (2012) : 微酸性電解水が皮膚に与える効果, 大阪大学看護学雑誌, **18**, 11-16.
- 藪内英子, 縣 邦雄 (2004) : 日向市の新設温泉施設を感染源とするレジオネラ症集団発生. 感染症誌, **78**, 90-98.
- 横山真太郎, 奥邨大輔, 尾崎 学, 前田享史, 倉前正志, 嶋倉一實, 三田村隆, 菅野幸雄, 松山公喜 (2007) : 微酸性電解水による温泉の水質保全のための被験者実験とその考察, 31th Symposium on Human-Environment System, 115-118, HES31 in NAGOYA, 23-24 Nov., 2007.