

安全安心でおいしく，かつ健康に良い飲用機能水の可能性

Safe, Secure and Better Tasting Water – Potential of Functional Water for Drinking that Contributes to Human Health –

田中 喜典
Yoshinori Tanaka

西川 壽一
Toshikazu Nishikawa

要 旨

近年，水道水はオゾンを利用した高度浄水技術でさらに安全・良質に作られるようになってきている。水道水を飲用直前で浄化した水に関するおいしさの官能評価では，市販のペットボトル入りミネラル水と遜色ないことを明らかにした。次に浄水をさらに電解することで生成される飲用アルカリ性電解水は，胃腸症状に不具合をもつ人に有効とされているが，これまで健康人が飲用した場合の作用について報告されたものはなかった。今回，健康人が飲用した場合について便性状の正常化，睡眠の質の向上や運動パフォーマンスの向上について検証することができた。

Abstract

In recent years, tap water has been made safer and better in quality using advanced water purification technology using ozone. It was shown that the purified water obtained by purifying tap water with a water purifier is delicious water comparable to mineral water. For patients with gastrointestinal symptoms, drinking Alkaline Electrolyzed Water has been found to be effective in relieving gastrointestinal symptoms. But there had been no clear reports on the effects of drinking Alkaline Electrolyzed Water on healthy persons. We were able to verify the normalization of fecal properties, improvement of sleep quality and improvement of exercise performance.

1. はじめに

人体の60%は水分[1]であり，飲用水は元より，生活のなかの洗浄行為を含めて水は欠かせない。日本国内は豊富な水資源に恵まれ，水道水は1980年代から普及率90%[2]を超え家庭で不便なく用いられている。しかし，1990年代後半の水道水は，異臭（カビ臭いなど）がよく紙面でも取り上げられ，水道水に対する評価は低かった[3]。

2000年代に入ってからオゾンを用いた高度浄化技術が取り入れられ，国内の水道水の水質は著しく向上しており，水道水のイメージは確実に向上してきている[3]。しかし，水道水中に残留が義務づけられた消毒用塩素は，いわゆるカルキ臭の元となる[4]。安全性を確保しつつおいしさを望む消費者や塩素など消毒剤などに不満や不安をもつ消費者に満足いただくために，水道水中の塩素は家庭で「飲用の直前」に除去することが望ましい。筆者らはこの要望に応えるため，家庭に配水される水道水から消毒用の遊離塩素や塩素化合物[5]を除去するための活性炭，鉄さびなどを除去するための中空糸膜をコンパクトに組み込んだ浄水カートリッジの改良を絶え間なく行い，家庭の水道水のさらなる安全安心につながる水質向上に貢献している。

水道水を浄化した後に電解することで生成される飲用アルカリ性電解水は，胃腸症状に不具合をもつ人に有効とされている。しかし，飲用アルカリ性電解水を同居する家族などの健康人が飲用した場合の作用について，こ

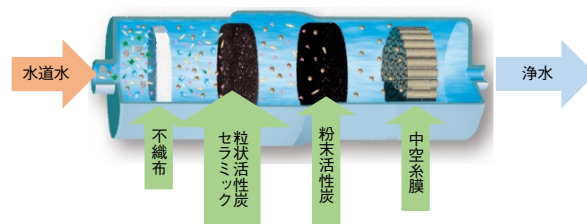
れまで科学的な手法を用いて研究されたものがなく，報告がされていなかった。

本稿では，浄水技術概要と水道水を浄化した水（浄水）のおいしさについて報告し，次に睡眠，運動パフォーマンスなどの健康に着目した飲用アルカリ性電解水の最近の研究を紹介し，健康人の飲用メリットの可能性について報告する。

2. 水道水の浄化技術

2.1 浄化技術

浄水カートリッジ内は第1図に示されるように除去対象となる物質に対して有効な材である粒状・粉末活性炭などの活性炭層と不織布フィルターや中空糸膜などの過膜層を組み合わせて構成されている。不織布フィルターで粗ゴミが取り除かれた後に，粒状・粉末活性炭部分で水に含まれる残留塩素やトリハロメタンなどの物質



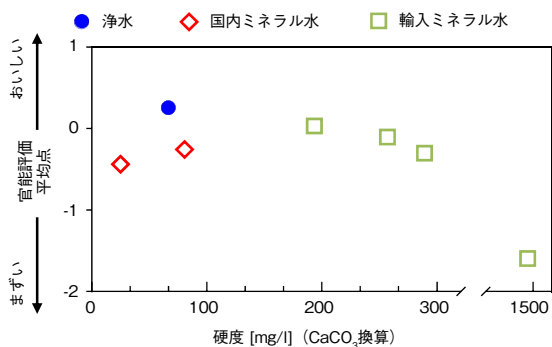
第1図 浄水カートリッジの概要図

Fig. 1 Schematic diagram of the water purification cartridge

が還元・吸着除去，溶解性鉛なども吸着除去され，最終の中空糸膜部分で微細なゴミ，赤さび，一般細菌などが除去される。浄水カートリッジの性能はJIS S 3201または，浄水器協会自主規格基準に従って試験され，各メーカーの製品ごとに除去性能・浄水能力の表示がなされる。

2.2 浄水のおいしさについて

浄水器による浄化技術の有用性を示すため，東京都港区内の水道水を浄水器で浄化した浄水を作成し，国内外の市販ミネラル水とのおいしさ比較を女子学生125名の官能評価で比較した。結果，極端に硬度の高い水はおいしくないと判断されるが，国内外の市販ミネラル水と同程度の硬度である浄水は，飲用時においしくないと判断される主要因の遊離塩素を取り除けば第2図のようにおいしさに差はなかった[6]。塩素濃度を抑えた水道水のおいしさは，国内の水道局で毎年開催されている「利き水」イベントなどでも一般に体感され，浸透してきている事実である[4]。



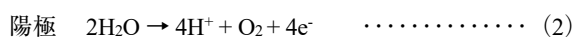
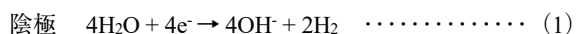
第2図 各種飲用水のおいしさ比較

Fig. 2 Taste comparison of drinking waters

3. 飲用機能水について

3.1 飲用アルカリ性電解水

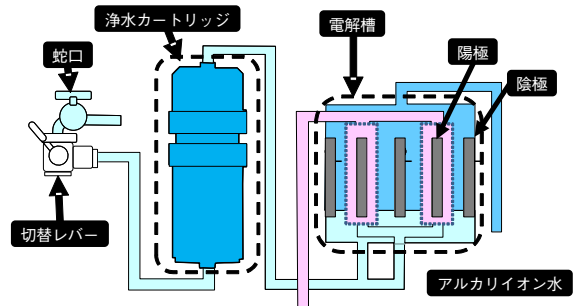
飲用機能水の1つである飲用アルカリ性電解水は，飲用適の水(水道法水質基準に関する省令に適合する水道水)を家庭用電解水生成器と呼ばれる機器で電解することで得られる。(1)式，(2)式のように電解槽内の電極(陽極・陰極)で水が電解され，陰極側に水酸化物イオン(OH⁻)と水素(H₂)が生成する。つまり，飲用アルカリ性電解水は水素を含むアルカリ性pH9~10の水である。



家庭用電解水生成器は，医薬品，医療機器等の品質，有効性及び安全性の確保等に関する法律(薬機等法)施行令別表第一において「器具器械83 医療用物質生成器」

に分類される家庭用医療機器の呼称であり，アルカリイオン整水器とも呼ばれる。

市販されているアルカリイオン整水器の基本構成は，第3図に示すように水をきれいに浄化するための浄水カートリッジと水を電気分解する電解槽からなる。



第3図 アルカリイオン整水器の基本構成

Fig. 3 Basic configuration of the alkaline ionized water apparatus

飲用アルカリ性電解水は，胸焼け，胃部不快感，腹部膨満感，下痢，便秘などの腹部不定愁訴を有する患者が飲用することにより胃腸症状の改善を実現することが確認されている[7]。しかしながら，アルカリイオン整水器の購入者のなかには，腹部不定愁訴などをもたない家族が，自らの健康増進のために飲用アルカリ性電解水を飲用している場合も多く，実際に運動能力の向上などの健康効果を感じる者も多い。これまでこれらについて詳細に調べた研究はなかった。今回，胃腸症状をもたない健康人が飲用アルカリ性電解水を日常飲用することによる胃腸症状を含めた健康増進に及ぼす効果について評価を行った[8]。

4.2 健康人に対する飲用アルカリ性電解水の効果試験

〔1〕被験者条件と水質条件について

大阪市在住の健康な一般男女(20歳代~60歳代)を被験者とし，ランダムに飲用アルカリ性電解水飲用群(n=30)，浄水を飲用する浄水飲用群(n=30)の2群に分け，被験者がどちらの群に属するかを被験者，研究担当者ともに判別できないようにしたダブルブラインドで4週間の飲用試験を行った。第1表に被験物質である各水の溶存イオン濃度，pH，水素濃度を示す。pH，水素濃度以外の水質で極端に大きな差はないと考えている。

試験介入前(飲用前)にあらかじめ体力測定，官能評価を行う。被験者には飲用アルカリ性電解水または浄水のみしか出ないように改造を施したアルカリイオン整水器を貸与し，生成直後の飲用アルカリ性電解水または浄水を1日500ml以上飲用させた。このとき，臨床的検討[7]

と同様に起床直後200 mlは必須条件とし、他の時間に300 ml以上となるように自由飲用を要請した。4週間の試験介入後（飲用後）に再度、体力評価、官能評価を行い、飲用アルカリ性電解水の4週間飲用による健康増進効果の有無を検討した。

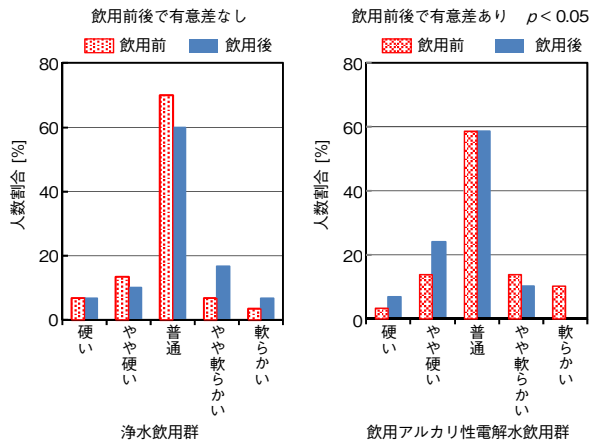
統計的な有意性検証に関しては、パラメトリック検定は対応のあるt検定、ノンパラメトリック検定はウィルコクソンの符号付順位検定を用いた。

第1表 飲用水質
Table 1 Indication of units

項目	浄水飲用群	飲用アルカリ性電解水飲用群
Na ⁺ [mg/l]	16.9	20.0
K ⁺ [mg/l]	2.7	3.2
Mg ²⁺ [mg/l]	2.6	2.7
Ca ²⁺ [mg/l]	14.9	15.1
Cl ⁻ [mg/l]	17.8	17.6
NO ₃ ⁻ [mg/l]	4.7	5.1
SO ₄ ²⁻ [mg/l]	19.3	22.6
水素濃度 [mg/l]	0.0	0.2
pH	7.6	9.2

〔2〕 日常飲用による便性状への作用

第4図に浄水と飲用アルカリ性電解水の飲用前後の便性状について、官能評価で得られた結果を示す。胃腸症状に不具合を有する被験者への効果検証では、飲用アルカリ性電解水の飲用時の便性状に関して便性状が有意に正常化することが報告されている[7]。今回の健常人への検証でも同様に飲用アルカリ性電解水飲用群では飲用後に正常便の範囲とされる「やや柔らかい～やや硬い」と回答する割合が増加し、便性状が有意に正常化することが確認された。健常な日本人男性は若年層で比較的軟便

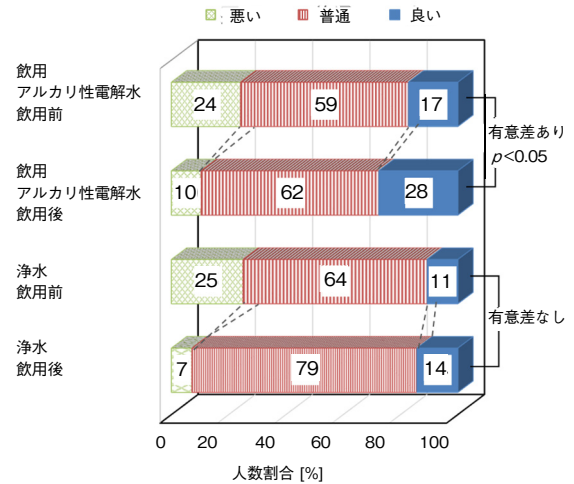


第4図 各水飲用前後の便性状の変化
Fig. 4 Sensory evaluation of stool consistency

の割合が高く、健常な日本人女性は年齢を問わず比較的硬い便が多い傾向であると高木ら[9]によって報告されている。同時に健常な成人の腸内細菌叢（そう）の叢構成と便性状の関連性についても報告されており、動物試験では飲用アルカリ性電解水の飲用により腸内細菌叢が変化することが報告されている[10]。今後、ヒトでの飲用アルカリ性電解水飲用と便性状に関する試験でメカニズム解明に近づくと期待されている。

〔3〕 官能評価による睡眠への作用

各水の飲用試験前後の官能評価のなかから、「起床時の目覚めの良さ」に関して回答を得た結果を第5図に示す。



第5図 各水飲用前後の目覚めの良さ官能評価結果
Fig. 5 Sensory evaluation of the state of getting up

目覚めの良さに関して、飲用アルカリ性電解水の飲用前と比較し飲用後に「良い」と回答した割合が有意に増加し、「悪い」と回答した割合が有意に減少する結果となり、飲用アルカリ性電解水の飲用により睡眠状態が改善される可能性が示唆された。浄水群は飲用前後で有意な差がなかった。

同様の睡眠状態改善の可能性については、澤田らが抗酸化物質の継続的な摂取での改善効果を報告している[11]。

前述のとおり、飲用アルカリ性電解水には陰極側の水電解反応で生成する水素分子が含まれており、水素分子は生体内の活性酸素の直接消去や間接的消去を実現するなどの抗酸化物質としての研究[12]が進んでいる。溶存する水素分子の抗酸化作用と睡眠状態改善の関連性は今後の研究課題であると考えられる。

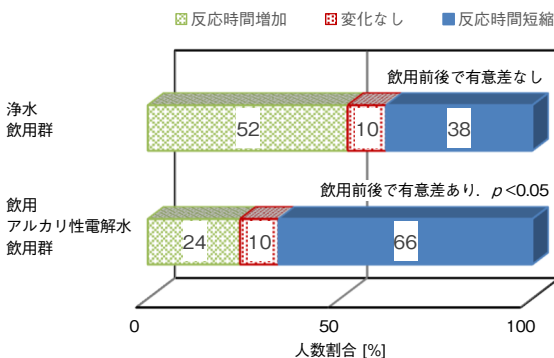
〔4〕 体力増進への作用

飲用前後の全身反応時間、閉眼片足立ち時間の増減に

ついて比較した結果を第6図と第7図に示す。飲用アルカリ性電解水の飲用により、全身反応時間が有意に短縮し、俊敏性向上が確認され、閉眼片足立ち時間が延長する傾向が見られた。

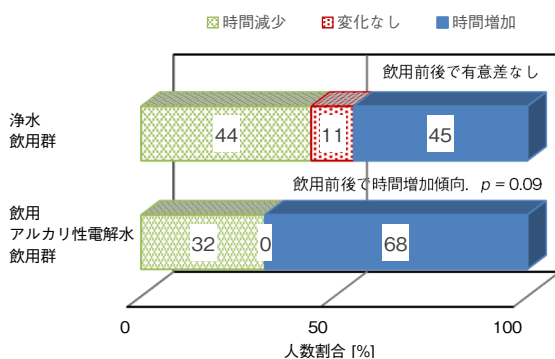
睡眠の質や量の向上が、運動パフォーマンスの向上を導くということは広く報告されており[13]、飲用アルカリ性電解水の飲用に関しても前述の睡眠状態の改善に付随する効果として運動パフォーマンスの向上が図れる可能性が示唆された。

睡眠の質や量の向上が、運動パフォーマンスの向上を導くということは広く報告されており[13]、飲用アルカリ性電解水の飲用に関しても前述の睡眠状態の改善に付随する効果として運動パフォーマンスの向上が図れる可能性が示唆された。



第6図 各水飲用前後の全身反応時間の増減

Fig. 6 Change in whole body reaction time



第7図 各水飲用前後の閉眼片足立ち時間の増減

Fig. 7 Changes in the time standing on one leg with eyes closed

6. まとめ

流通システムの進化に伴って、日本・世界各地のミネラル水が手軽にペットボトルや宅配ボトルで手に入ら

れるようになり、また身近なスーパーでも無料でウォーターサーバーの飲料水を提供する時代となってきた。

一方で水道水の浄化技術も日々進化しており、本稿では水道水を浄水器で浄化した浄水はミネラル水と遜色なくおいしい水であることを示した。家庭用浄水器や整水器は、家庭の水道蛇口に取り付けるだけでよく、重い水を運送する手間、多量の容器も必要ない。SDGs (Sustainable Development Goals) を実現するための脱ペットボトルの観点からも浄水器を用いた水道水の浄水化は環境への負担が比較的小さく、今後もおいしさの訴求を含めて継続的に技術開発を行い、この利点を訴求していきたい。

水道水を浄化し電解することで生成する飲用アルカリ性電解水は、胃腸症状に不具合をもつ方が飲用することでその改善効果が確認されている。一方、胃腸症状に不具合をもたない健常人が飲用した場合の作用として、お客様からさまざまな体験を聞く機会はあるが、これまで科学的手法を用いて研究・報告されたものはなかった。本稿では、ダブルブラインドでヒト臨床試験を用い、プラセボとしての浄水飲用群と、飲用アルカリ性電解水飲用群の比較を行うことで飲用アルカリ性電解水飲用群の便性状の正常化、睡眠の質の向上や運動パフォーマンスの向上が実現できる可能性を報告した。

毎日飲用するものだからこそ、飲むだけで意識せず健康に貢献する可能性がある電解機能水についても、今後の広がりを検討していきたい。

参考文献

- [1] 環境省熱中症環境保健マニュアル, 8版, 環境省環境保健部環境安全課, 東京, 2018, p. 32.
- [2] 厚生労働省, "水道普及率の推移," 水道の基本統計, <https://www.mhlw.go.jp/content/000501638.pdf>, 参照 May 7, 2019.
- [3] ミツカン水の文化センター事務局, 機関誌『水の文化』, 27号, p. 5, pp. 20-21, Oct. 2007.
- [4] 財団法人水道技術研究センター, 持続可能な水道サービスのための浄水技術に関する研究 (Aqua 10共同研究) 成果報告書, 初版, 財団法人水道技術研究センター, 東京, 2011, pp. 135-138.
- [5] 伊藤禎彦 他, 水の消毒副生成物, 技報堂出版, 東京, 2008, p.281.
- [6] M. Koseki et al., "Sensory Evaluation of Taste of Alkali-ion Water and Bottled Mineral Waters," Journal of Food Science, vol. 68, no. 1, pp. 354-358, 2003.
- [7] 田代博一 他, "慢性下痢に対するアルカリイオン水の有用性の臨床的検討: double blind placebo control study による," 消化と吸収, vol. 23, no. 2, pp. 52-56, 2000.
- [8] Y. Tanaka et al., "Daily ingestion of alkaline electrolyzed water containing hydrogen influences human health, including

gastrointestinal symptoms,” Medical Gas Research, vol. 8, no. 4, pp. 160-166, 2018.

- [9] 高木智久 他, “日本人健常成人における便性状からみた腸内細菌叢,” 機能性食品と薬理栄養, vol. 12, no. 2, pp. 54-59, 2018.
- [10] Y. Higashimura “Effects of molecular hydrogen-dissolved alkaline electrolyzed water on intestinal environment in mice,” Medical Gas Research, vol. 8, no. 1, pp. 6-11, 2018.
- [11] 澤田陽子 他, “りんご未熟果実ポリフェノールを含む抗酸化物質配合食品によるヒト酸化ストレス低減効果及び安全性評価,” 日本未病システム学会雑誌, vol. 21, no. 1, pp. 21-35, 2015.
- [12] J. Xue, “Dose-dependent inhibition of gastric injury by hydrogen in alkaline electrolyzed drinking water,” BMC Complementary and Alternative Medicine 14:81, 2014.
- [13] C. D. Mah et al., The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players,” Sleep, vol. 34, no. 7, pp. 943-950, 2011.

執筆者紹介



田中 喜典 Yoshinori Tanaka
アプライアンス社
ビューティ・パーソナルケア事業部
Beauty and Personal Care Business Div.,
Appliances Company
博士 (工学)



西川 壽一 Toshikazu Nishikawa
アプライアンス社
ビューティ・パーソナルケア事業部
Beauty and Personal Care Business Div.,
Appliances Company