

健康的・活動的な生活に関わる水戦略

早川享志

岐阜大学応用生物科学部食品科学系

2014.3.20 受理

私たちは豊かな生活を享受しつつも、必須なものを重要と認識することなく過ごしている。例えば、酸素がなければ忽ち呼吸困難となり死に至る。しかし、現実として空気は豊富に存在し、意識されることなく過ごしている。食物は摂取しないと飢餓に陥り死に至るが、水さえあれば寒冷でない限り、かなり長く生きながらえることが可能である。それに対し、水が補給できないと死に至るスピードは急に速くなる。それほど、水は私たちにとって重要である。とはいえ、重要性は理解できても普段意識することは殆どない。それは日本が、水資源に富む豊かな国だからである。しかし、高度成長期における産業の急速な進展は環境の自己修復能を上回るスピードで環境悪化を招き、その結果として大気のみならず水源の汚染をも促進した。また、生活全般の向上は、直接有害とはいえなくても多くの化学物質を排出する状況を生んだ。その中でもリン含有廃液は、水の富栄養化を進めた。水道水は原水の塩素による消毒が必須であるが、富栄養化に伴って有機物が増えると消毒に必要な塩素の量が多くなる。必然的に、水としての美味しさは損なわれ、トリハロメタン (THM) も生成しやすい状況を生む。こうして人々の水への関心は美味しさ、安全性に向けられた。飲料としての水がペットボトルで販売されたり、浄水器が普及し始めた背景にはこうした意識の変化がある。また、健康志向も高くなり、その関心は水にも向けられた。機能水の発展と普及はこうした状況に拍車をかけた。特に、電解水は、日本発祥の機能水であり、飲用にはアルカリイオン水（飲用適の水をアルカリイオン整水器により電気分解することにより調製される陰極側の水）が、医療用には酸性電解水が水の機能性研究の対象として盛んになった。もう一つ、重要なことは、飲料を摂取する場合の TPO の問題がある。近年、夏場の厳しい気候が常態化したためか、脱水症・熱中症ということばをニュース、新聞などで耳にすることが多くなった。また、かつては運動中は水の補給は厳禁と指導されたが、現在では、適切に水（および糖質）を補給することが運動成績の上からも望まれている。人が健康を維持し、活動的であるための水戦略について考えてみたい。

キーワード：水の役割、水道水、運動と水、機能水、電解水

1. 生物と水

私たちの体の大部分は水である。成人では体量の 60% を、赤ん坊では約 80% を水が占めている。成人男性における体内の水の分布は細胞内液に体重の 40%、細胞外液に 20% となっている。細胞内液は、細胞膜の内側に存在する水分であり、細胞外液は細胞の外側に存在する水分である（図 1）¹⁾。細胞外液はさらに間質液と血漿に分けられる。間質液は細胞の外でかつ血管の外にある水分である。こうした液内の主要なカチオンとアニオンは細胞外液と間質液では異なっている。細胞内液では、カチオンはカリウムイオン、アニオンは炭酸イオンであるが、

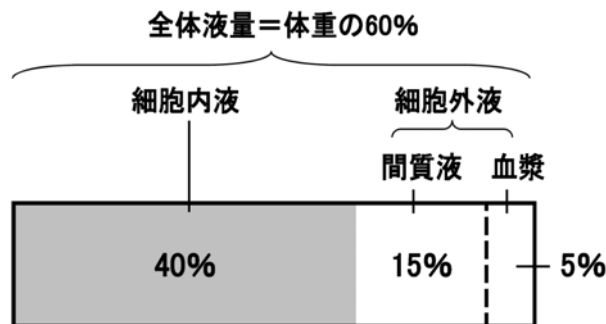


図 1. 成人男性の体内の水の分布¹⁾

数値は体内の各区分が体重に占めるパーセントを示している。

細胞外液では、前者はナトリウムイオン、後者は塩素イオンである²⁾。これが、約0.9%濃度の生理的食塩水が代用血漿となりうる理由である。体内における水は多様な物質を溶解させ、酵素反応の場を提供している。酵素には、酵素番号（EC番号）で分類される5つのタイプがあるが、私たちが食物を摂取し、消化を受けて吸収される過程において作用する酵素は全て加水分解酵素でありEC番号1で始まる。私たちが食事から栄養素を取り出すには、まず、水と食物が良く混ざり合う必要がある。水に溶けない脂肪のような成分はというと、界面活性作用のある、胆汁中の胆汁酸やリン脂質の作用により乳化を受け、酵素作用が働く準備がなされる。脂質も何らかの形で水と馴染む必要があるのである。一般に吸収された栄養素は直接血流に入るが、そのままでは水に溶けない脂質成分はリポタンパク質というタンパク質と複合体を作って脂質成分を輸送する粒子（この場合は、カイロミクロンと呼ばれる）となってリンパ液中に入り、その後静脈に合流して血中を移動する。従って、脂質の移動にも水（体液）は必要である。しかし何といても水の一番の働きは、体温調節である。体温維持のために体から水分が失われる時に、多くの熱を気化熱として奪うことにより、体は体温の上昇を防ぐことができる。水分子の分極は水素結合を形成する力となっており、それを切るには、多くのエネルギーを必要とする。それ故、水は、他の物質に比べて抜きんで沸点が高い（図2）³⁾。水分子は分子間で水素結合を形成しており、その結合の束縛から解放されるのにより多くのエネルギーを必要としている。発汗は本人の自覚のある現象であるが、呼吸などを介して不感蒸泄により水の損失は無意識に進むので、水分損失は思った以上に進む。

水の収支を考えると、体に入る水は、食事から約1,000 mL、飲料水から約1,200 mL、後述する代謝水から約300

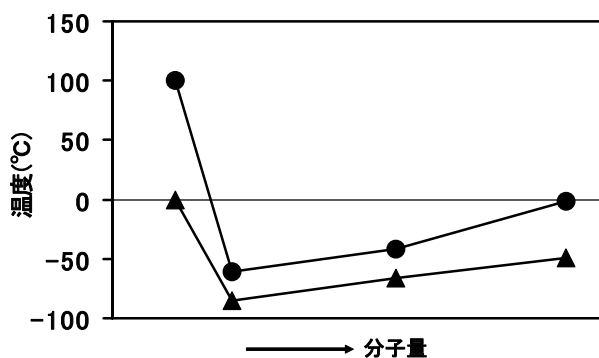


図2. 水素化物の沸点（●）と融点（▲）
（文献3より引用し一部改変）

水素化物の沸点と融点は、通常は分子量に依存しているが、水の場合は高い温度となっている。

mLの合計約2,500 mLである。それに対して体から出る水は、尿中に約1,400 mL、便中に約100 mL、汗中に約500 mL、呼吸中に約500 mLの合計約2,500 mLである。消化管内ではさらに唾液や消化液など消化管に分泌される液体は数リットルに及び、水は体内を活発に循環している²⁾。尿は、解毒といった観点から重要で体内代謝で生じた不要物を排出する主要な手段となっている。たとえば、タンパク質を構成するアミノ酸のアミノ基は、アンモニアの元となるが、アンモニア自体は強い毒性を持つため、肝臓で尿素に変換を受け無毒化された後、腎臓から排泄される。それゆえ排泄という作業も水を要求する。水は食事、飲料からのみならず、代謝の過程でも生成する（代謝水と呼ばれる）。体内でのエネルギー産生過程はラボアジェが最初に提唱したように燃焼と同じである⁴⁾。従って、炭素からは二酸化炭素が、水素からは水が生じる。代謝水は、炭水化物やタンパク質よりも脂肪の燃焼（代謝）の場合に多く産生される。一般に1gの炭水化物、タンパク質から産生される代謝水は、それぞれ0.6gおよび0.4gであるのに対して、脂肪からは、1.1gと、倍近い²⁾。水の少ない地域に棲む動物は、何らかの水の節約を行っている。例えば、砂漠に棲むカンガルーネズミは、呼吸による水分の損失を少なくするための機構が備わっている。猫も本来は水の少ない環境下での生活に馴染んで来たので、尿を濃くすることにより水の損失を少なくしている。また、砂漠ではラクダが移動手段として重宝されている。ラクダのこぶは長旅により萎むことが観察されているが、実はこの中身は脂肪である。ラクダのこぶは、エネルギー源であると同時に、水の源（代謝水）でもある。ラクダは2週間程度飲まず食わずで旅が可能なのは、こうした機構による。近年、上野動物園のツキノワグマの冬眠が記録され、冬眠中は3ヶ月に渡り飲食をしていないことが確認されている。熊も冬眠前に貯めこんだ脂肪をエネルギー源として使用し、代謝水を有効に活用しているのであろう。

2. 脱水症、熱中症、運動と水

先に示したように、ヒトの体内の大半は水である。水の摂取が滞ったり、水の損失が増えると体内の水貯留量が低下する。後者の要因には、下痢、嘔吐、発汗などがあるが、水の摂取不足はこうした症状に拍車をかけることになる。脱水症は軽い場合はめまいや立ちくらみが、さらに進むと、皮膚が乾燥気味になったり吐き気を伴ったりする。ひどいときには最終的に昏睡にまで至る。重度では、水は飲んでもすぐには吸収されない。その場合は点滴に頼ることになる。のどの渇きを感じた時点では

表 1. 汗、血液および筋の電解質濃度と浸透圧^{5,6)}

	電解質				浸透圧 (mOsmol/L)
	Na ⁺	Cl ⁻	K ⁺	Mg ²⁺	
汗	40~60	30~50	4~5	1.5~5	80~185
血液	140	101	4	1.5	302
筋	9	9	162	31	302

すでに脱水状態が始まっているので、軽度なうちにこまめに水分の補給が必要である。体における水の収支は水の摂取量と水の体外排出量との差である。エアコンで乾燥した環境下では、汗などの水分損失は感じられなくても必然的に水分の損失が増えている。体温は水の蒸発(汗)により調節されているが、その成分は水のみではなく、電解質も含まれている(表1)^{5,6)}。つまり、体からの水の損失は、電解質を含む体液の損失を意味する。従って、水が不足したという判断で、多量の水を飲むと逆効果になる。つまり、多量の体液が失われた場合には水分とともにミネラル分の損失も起こっているため、単に水を補給しただけでは却って状況を悪化させる場合があることにも注意が必要である。最近では脱水症に適した飲料が開発され、利用されている。

水分の補給は運動能力とも関係している。水分は運動中の発汗により失われる。体内の水分が2%低下するだけで運動のパフォーマンスが低下することが知られている(図3)^{5,7)}。さらに脱水が進むと疲労感、無気力、吐き気などが生じ、10%以上の水分ロスになると高度の脱水症として治療を必要とする重篤な状況となる。また、持久運動時には、水分補給はエネルギー補給という意味もあり、長距離ランナーはそれぞれスペシャルドリンクを用意する。筋肉にはグリコーゲンという貯蔵型糖質が含まれており、グリコーゲンの枯渇は持久運動パフォーマンスを低下させることがわかっている。従って、スペシャルドリンクには適度の糖分を加えることにより、糖分の補給を可能とし、持久力の維持能力を高める目的もある。しかし、基本的に糖分の濃度が高くなると胃からの排出が遅くなり、水分と糖分の供給スピードが遅くなる(図4)^{5,8)}。従って、加える糖分にも適切な濃度がある。コーヒー飲料では、糖分30%のものもあるので、注意をすべきである。一般的には糖分6%程度が良いとされる。また、ミネラルの損失はこむらがえりなど、筋肉がつる原因にもなるので、適度なミネラルを補給するのが良い。

運動時には脱水が進み、条件によっては脱水症と類似した熱中症になる。熱中症とは高温(多湿)の環境下で、体内の水分や塩分などが失われてバランスが崩れたり、

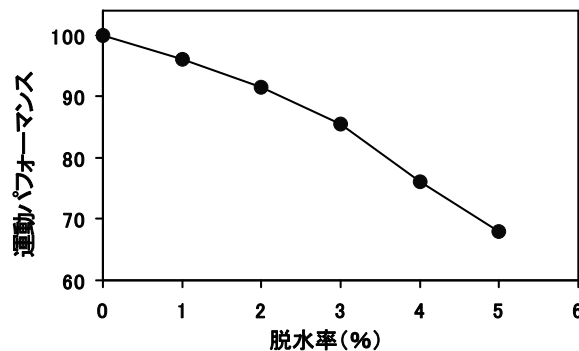


図 3. 運動中の脱水が運動パフォーマンスに及ぼす影響^{5,7)}
脱水の程度が低くても、運動パフォーマンスの低下が見られる。

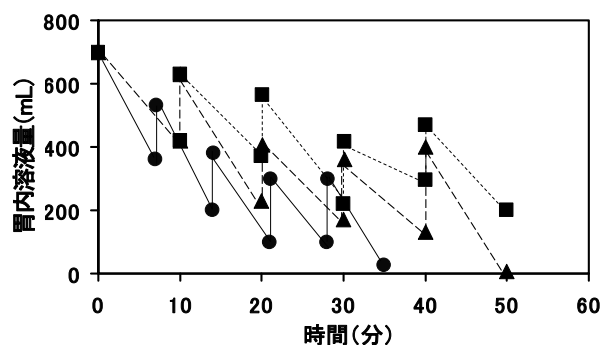


図 4. 補給した水およびグルコース溶液の胃からの消失^{5,8)}

最初に 750 mL の溶液を胃内に投与し、次いで水は7分おきに 180 mL を、グルコース溶液は10分おきに同量を投与したときの胃内残存量を示す。
●: 水、▲: 6%グルコース溶液、■: 10%グルコース溶液

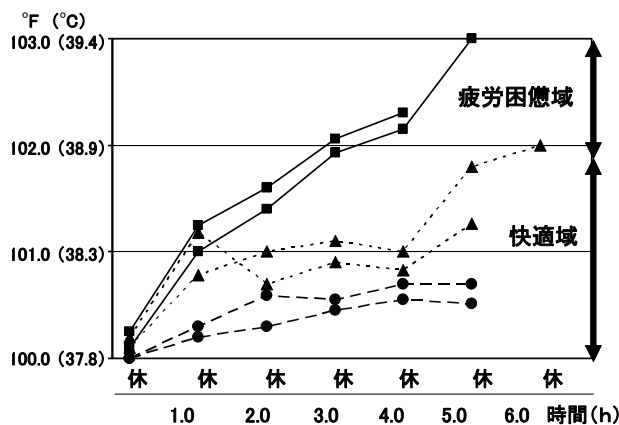


図 5. 高温下での歩行運動に及ぼす水分摂取の効果^{5,6)}

被験者は、華氏 100 度 F (摂氏 37.8 度) の環境において、時速 5.6 km の歩行を 50 分間と 10 分間の休憩を繰り返して行った。
●: 発汗量に等しい水分摂取、▲: 自由に摂取、■: 水分摂取なし

体の調節機能が破綻して起きる障害の総称である。図5^{5,6)}は外気温の高い条件下で、運動と休憩を繰り返した場合の水の取り方と疲労困憊の様子を示したものである。37.8°C温度条件下で時速 5.6 km の歩行を 50 分行い、次いで 10 分間の休憩という行動を繰り返した場合の直腸温と

して描いてある。結果からわかったことは、水分摂取なしでは、直腸温が経時的に増加し、3.5時間当たりで直腸温が38.9℃となり、疲労困憊域に達するのに対して水を補給している場合には、明らかに疲労が軽減していた。しかも、水の取り方として、のどの渇きに応じて自由に摂取するよりも、発汗量に等しい水分を意識的に摂取した場合の方が疲労の増加が低かった。従って、水の取り方としてはのどが渇いたと感じた時点で飲むのでは既に脱水が起こっており、遅いといえる。体感的なものによらず、発汗に応じて小まめに水分を補給するのが良いといえる。運動を継続し、適切な水の補給がないと、筋肉の熱は血液に移動し、それが皮膚表面に移動し、発汗を通して体の熱を逃がすが、皮膚に血液が貯留することにより血液の循環が低下し、熱が体に溜まるといふ悪循環に陥る⁹⁾。

3. 飲料水としての水

本来、飲用水は身近な川や井戸水を利用してきたが、社会の進展とともに水を引いて利用する、いわゆる上水道が普及・発展した。歴史の教科書に水道橋の写真が良く掲載されているように上水道が最初に登場したのは、紀元前の古代ローマにおいてである。日本では、1590年に神田川から江戸城下に引いた「小石川水道」が最古のようで⁹⁾、その後、神田上水、玉川上水が引かれ、上水の利用が広まり、世界に冠たる上水普及国となった。こうした上水が普及した要因の一つに日本の川の特異性が挙げられる。日本の川は山間部に端を発し、そのまま流れを伴って海に達するので、大陸の川のように澱むことなく清浄を保てるからである。水道法第1条の水道の目的には「清浄な水を「豊富」かつ「低廉」に人々に供給する」ということが記されている¹⁰⁾。最近では、ダムの見直しがなされているが、「低廉」の観点からは、ダム建設は議論を呼んでいる。日本における最初の近代水道は横浜に始まった。近代水道は、川から水を引くだけの上水とは異なり、取り入れた水をろ過し、圧力をかけた状態で配管により給水し、いつでも使える現在の水道の原型といえる。しかし、人口と産業の都市部への集中は、取水する水道水源は工場廃水、下水処理水、一般家庭排水などが合わさった理想とはいえないものへ変わった。特に、水に含まれる微量有機物はTHMを生む元物質であり、欧州では1972年にRookはライン河川水からTHMの一種であるクロロホルムを検出し¹¹⁾、河川水の塩素処理はさらなるクロロホルムの生成をすることを報告していた¹²⁾。特にフミン酸が大きく関わっており、水の富栄養化など現代の水の抱える問題の一つとなっている。

1974年Harrisは、米国ルイジアナ州ルイジアナの住民にがん発生率が高いこと、その発生には水道水中に存在する有機物質が関係していないと否定できないと報告し、世界各地での再検討が行われた¹⁰⁾。水道水には、細菌を死滅させ細菌の増殖を防止するために塩素が添加されており、水道法においては、末端の水道栓における残留塩素濃度が0.1 mg/L以上であることが定められている。水道水への塩素処理は、もともと安全を目指したものであり、安全な水を供給するための必須の手段として今でも用いられている。

安全な水として登場した水道水には、いくつかの問題点がある。特に、高度成長期に水まわりの環境汚染が進み、塩素消毒が強くなった時期、家庭排水等による水源の富栄養化が進んだ時期においては、カルキ臭、カビ臭が強く感じられた。また、カビ臭は、富栄養化に伴う藻類の繁殖により、藻類由来の有臭物質（例えばジオスミン、2-メチルイソボルネオールなど）が水源中に増える夏場は特に気になった。一方、配管に起因する問題もあった。当初用いられた鉛管からの鉛の溶出問題である。順次塩ビ管等への交換が対策として進んでいるが、まだ置き換えは完全ではなく、地域によってはかなりの鉛管の問題が残されている。また、配管の鉄は赤錆や鉄臭の発生源となっている。一方、集合住宅においては貯水槽の利用が一般的であるが、貯水槽には、ゴキブリなどの衛生害虫やネズミなどの小動物の死体などの混入による衛生環境の問題がある。また、瞬間湯沸かし器は内部の水道水に接する表面積が著しく大きいので、重金属の溶出が高くなる。しかし何といても人々が特に気にするのはTHMであろう。先に示したように人体への影響が懸念されるという報告があったからである。本来水道水にはほとんどTHMは含まれていない。それなのに何故問題になっているかということ、先に触れたようにTHMは水中の有機物特にフミン酸の存在、塩素の存在と熱という3つの要因により生成するからである。富栄養化した水を処理するために多くの塩素を用い、それを沸かすことによってTHMは最大となる(図6)¹⁰⁾。つまり、沸かしたてはTHMが一番高くなる条件なのである。

では、これら水道水の問題点にはどのように対応したら良いのであろうか。それぞれについての解決策は以下の通りである。カルキ臭、カビ臭、THMは開放状態で沸騰を10分程度継続すると除去可能である。THMについては、図6の沸騰後の曲線の変化からわかるように沸騰後10分後には元のレベルより低下がみられている。鉛管の鉛、瞬間湯沸し器の重金属の問題は、朝一番の水を食用、飲用に用いなければ避けることができる。鋼管のさ

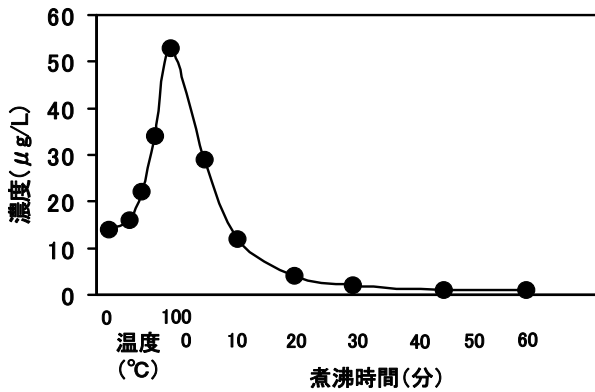


図6. 煮沸によるクロロホルムの除去
(大阪市54年度報告による)¹⁰⁾

クロロホルム（トリハロメタン）の増加は、加熱に伴い上昇し、沸騰地点で最大となり、煮沸の継続により低下する。

びは蛇口にフィルターをつけることにより除去できる。貯水槽の汚染は、管理強化により防ぐことは可能である、などである。THMについては、沸かしたてが一番多いことには注意すべきである。

4. 健康と水

水の汚染・富栄養化が進んだ高度成長期がピークを迎えると、人々の生活にはゆとりが出てきた。1990年代に入り、健康への志向が高まり、食品において機能性食品という概念が生み出された。食べることにより健康の改善・維持に貢献できる食品の開発と普及が進み、トータルでの生活の質（QOL：quality of life）を食にも求める時代を迎えた。上記でも示したように、水道水については、味覚的、感覚的な劣化が進み、その反動として起こったのが、市販の水の出現であった。カルキ臭が強い水道水は避けられ、ボトルド水が市販され、人々に受け入れられるようになった。1L単価でみるとガソリンを超える値段の水が売れるというのは驚異でもあるが、それほど水道水に対する不満が高かったということである。次のステップとして、普段、飲用・調理に使う水に対する関心の高まりは浄水器の普及を後押しした。浄水器はTHMの除去も可能ということで、健康被害に敏感な一般消費者に広く受け入れられた。しかし、これらはもともと低下した飲料水のQOLの低下を元のレベルに戻すだけの役割を担っているに過ぎず、機能性食品のように積極的な健康への関与を期待するものではなかった。

その一方で、電解水という新たな水が注目を受けつつあった。水の電気分解による水の機能性の開発は、古くは昭和6年頃に水道水を活力あるイオン水にする思いつきから、昭和27年に水の電気分解装置を作成したことに始まる^{13, 14)}。当初は農業面への応用研究として始まった

が、医学応用面での検討も始まり、昭和40年に厚生省により医療用物質生成器として承認を受けた。これが現在のアルカリイオン整水器の始まりである。この装置により生成する水はアルカリイオン水と呼ばれ、当初謳われた効能は、胃腸内異常発酵、慢性下痢、消化不良、制酸、胃酸過多に有効というものであり、機能水の黎明期といえる。“機能水”は、もともとは西友フーズの登録商標であった用語を、日本機能水学会の設立にあたって使用承認をうけ、広く使用されるに至った言葉である¹⁵⁾。日本機能水学会により、「人為的な処理によって再現性のある有用な機能を付与された水溶液の中で、処理と機能に関して科学的根拠が明らかにされたもの、及びあきらかにされようとしているもの」と定義されている。一時期、アルカリイオン整水器が爆発的に普及し、アルカリイオン水は驚異の水として紹介されたこともあった。しかし、科学的知見が十分でない状況下で、種々の疑念も多く持たれたこともあり、安全性の確認を含めて再検証がすすんだ。著者らも動物試験による評価を試み、大腸内発酵が盛んな状況下においては抑制する効果を認め、腸内細菌叢に対しては嫌気性菌の出現頻度を高める傾向を認めた¹⁶⁾。一方、ヒトでの二重盲検による試験により、軽度の胃腸症状の改善に有効であることが明らかにされた^{17, 18)}。ラットにおいてはカルシウム量が不足する飼料で飼育したラットの骨の形成をアルカリイオン水が高めることが観察されており¹⁹⁾、事前に継続摂取した場合にはアスピリンで惹起される胃粘膜障害の軽減効果があること²⁰⁾、長期飲用効果として過酸化油摂取時の肝臓および血漿の脂質過酸化度（TBARS）の上昇抑制効果（図7）²¹⁾などが報告されている。また、それ以外の効能についても検討が進められている。

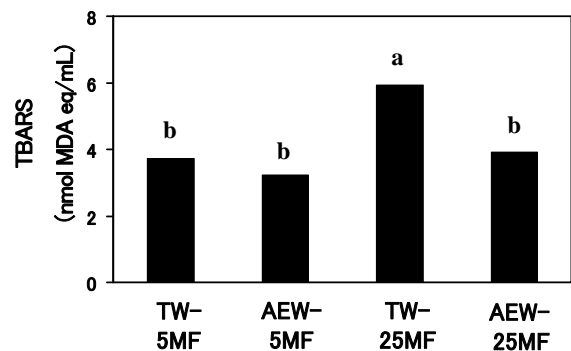


図7. アルカリイオン水長期飲用による
血漿脂質過酸化度の上昇抑制効果²¹⁾

TW：水道水（浄水）、AEW：アルカリイオン水（pH9.5）、5：飼料中脂質レベル5%、25：飼料中脂質レベル25%、MF：オリエンタル酵母工業株式会社MF飼料の組み合わせによる4種の飼料をWistar系ラットに8週間与えた結果である。

表2. 各種の病原菌に対する強酸性電解水の殺菌ポテンシャル²²⁾

微生物	殺菌時間	微生物	殺菌時間
<i>Staphylococcus aureus</i> (MSSA)	<10 秒	<i>Candida albicans</i>	<15 秒
<i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	"	<i>Aspergillus terreus</i>	"
<i>S. epidermidis</i>	"	<i>Trichosporon</i>	"
<i>Enterococcus faecalis</i>	"		
<i>Escherichia coli</i> O-157:H7	"	<i>Mycobacterium avium</i>	<1 分
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	"	<i>Cryptococcus neoformans</i>	"
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	"	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	<2.5 分
<i>Salmonella typhi</i>	"	<i>M. fortuitum</i>	"
<i>Serratia marcescens</i>	"		
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	"	<i>Bacillus cereus</i>	<5 分

アルカリイオン水は陰極側の水を利用したものであるが、食塩水や希塩酸を電解し、陽極に得られる酸性の電解水は殺菌効果を有する。これは、有効成分として次亜塩素酸が含まれているからである。当初は、歯科領域での器具の殺菌に利用された。次いで、耐性菌の心配のない殺菌手段として医療現場などでの手指消毒に使われ始めた。各種菌に対する効果は、芽胞形成菌に対しては時間がかかるが、通常の菌に対しては10～15秒以内で効果を示す(表2)²²⁾。最近、ノロウイルスに対する有効性も検証されており、安全な殺菌剤としての有用性が示されつつある。こうした中で、厚生労働省は規格を満たした酸性電解水について、平成13年に食品添加物(殺菌料)として指定し、カット野菜などの殺菌に応用されるに至っており²³⁾、食品取扱い業者などの手袋の除菌効果についても検証されている²⁴⁾。海産物の洗浄では、従来の殺菌剤を用いた場合に比べ消毒臭の軽減、外観の良好性維持にも役立っている。

5. 終わりに

水は生活のいろいろな場面場面で重要な役割を果たしている。どのような形で何時、どのように用いるかのTPOが重要である。今回取り上げなかったが、オゾン処理は水の富栄養化に伴う原水の有機物や匂いの除去に役立っており、都会の水を飛躍的に美味しくさせている。今後いろいろな形で水をめぐる知見が深まり、新たな技術開発と相まって水が人々の生活や健康にさらなる貢献を果たすことを期待する。

参考文献

1) 三木健寿: 3.6 水分の役割: 栄養科学シリーズNEXT スポーツ・運動栄養学, 加藤秀夫、中坊幸弘編. 講談社, pp. 64-71, 2007.

- 2) 伏木 享ほか: 6. 水の機能: 栄養機能化学 (第2版)、栄養機能化学研究会編、朝倉書店、pp. 186-189, 2005.
- 3) 久保田昌治: 2. 水の構造と氷の構造、知っておきたい新しい水の基礎知識. オーム社、pp.9-17, 1993.
- 4) 杉本悦郎編著: 第1章 健康と栄養: 三訂 栄養学総論. 光生館、pp.1-14, 2000.
- 5) 下村吉治著: スポーツと健康の栄養学(第3版)、(有)ナップ、pp.40-48, 2010.
- 6) 青木純一郎: スポーツと水分補給. 最新医学, **43**: 2190-2194, 1988.
- 7) Saltin B, Costill D: Fluid and electrolyte balance during prolonged exercise. In: Horton ES, Terjung RL. Eds., *Exercise, Nutrition, and Energy Metabolism*, Macmillan, pp. 150-158, 1988.
- 8) Gisolfi CV: Gastric emptying and intestinal absorption of fluid during exercise. In: Nose H, Gisolfi CV, Imaizumi K, eds., *Exercise, Nutrition, Environmental Stress*, Vol. 1, Copper Publishing Group, pp. 203-219, 2001.
- 9) 東京都水道局: <https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/water/jigyosyokai/06.html> (2014年3月22日20時)
- 10) 丹保憲仁著: 水道とトリハロメタン. 技報堂出版、pp. 1-25, pp. 216-219, 1983.
- 11) Rook JJ: Production of potable water from a highly polluted river., *Water Treatment and Examination*, **21**: Part 3, pp. 259, 1972.
- 12) Rook JJ: Formation of haloform during chlorination of natural water., *Water Treatment and Examination*, **23**: Part 2, pp. 234, 1974.
- 13) 上川原信一編集: 第11章医療用物質生成器(水電解器): 健康機器ハンドブック (19版)、(社)日本ホ

- ームヘルス機器工業会、pp. 67-72, 1968.
- 14) 生命の水研究所編：検証アルカリイオン水. メタモル出版、pp. 46, 1994.
 - 15) 早川享志：5.3 機能水、学術振興会「水の先進理工学」に関する先導的開発研究委員会編、基礎からわかる水の応用工学 日刊工業新聞社、pp. 126-134, 2011.
 - 16) 早川享志：アルカリイオン水の機能と応用. *Food Style 21*, **3**: 49-55, 1999.
 - 17) 田代博一、北洞哲治、藤山佳秀 ほか：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*, **23**: 52-56, 2000.
 - 18) 糸川嘉則：飲用アルカリ性電解水（アルカリイオン水）研究の流れ. *機能水研究*, **2**: 59-64, 2004.
 - 19) 高橋 玲、張 震華、糸川嘉則：骨組織の形成と維持におけるアルカリイオン水の影響. 第7回機能水シンポジウム2000 東京大会プログラム・講演要旨集 pp. 80-81, 2000.
 - 20) 吉川敏一、内藤祐二、近藤元治：アルカリイオン水の胃機能に及ぼす影響と胃粘膜障害抑制作用. *FRAGRANCE JOURNAL*, **3**: 14-17, 1999.
 - 21) 早川享志、佐古 匡、柘植治人 ほか：飲用アルカリ性電解水の長期飲用による生体内脂質過酸化の低減化. *機能水研究*, **7**: 19-26, 2012.
 - 22) (財) 機能水研究振興財団学術選考委員会編：電解水ガイド、(財) 機能水研究振興財団. pp. 31-60, 2001.
 - 23) 堀田国元：電解水による衛生管理、*食と健康*. 日本食品衛生協会、pp. 54-62, 2012.
 - 24) 畑山友紀、堀田国元、西島基弘 ほか：食材接触使い捨て手袋の酸性電解水による除菌効果. *機能水研究* **7**: 14-18, 2012.

Water Management for Healthy and Active Life

Takashi HAYAKAWA

Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University

Takashi Hayakawa: Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University; 1-1 Yanagi-do, Gifu 501-1193, Japan.
Tel: 058-293-2929 Fax: 058-293-2840 E-mail: hayakawa@gifu-u.ac.jp

Since water is indispensable for living organism, body water store must be maintained properly. It depends on balance between water intake and its disappearance from the body. Metabolic water is one of the important source of water, which arises during metabolism of lipids, carbohydrates and proteins. Among them contribution of lipids is the greatest. Desert animals depend much on metabolic water. Loss of water causes dehydration, and it sometimes leads to heat exhaustion. To prevent these inconveniences, isotonic drinks are effective than water itself. Water loss is heavier during sustaining exercise. Sports drink has two roles, one is for water supply and the other is for carbohydrate charge to body. The latter role contributes a great deal to continuance of an endurance performance. Tap water in Japan has long been believed to be safe and good to drink until eutrophication of environmental water become evident. In early 1990's, people interested in alkaline electrolyzed water (AEW) hoping that it would be better for health. From human study, AEW was proven to be effective in preventing mild stage of digestive trouble. Antioxidative effect of long-term AEW ingestion was also evident. Contrary to cathodic water, anodic water was oxidative and has antimicrobial activity. This property has been used in dental field. Nowadays, it was used for food sterilization. There are many ways to utilize many types of drink for healthy and active life.