

マラソンレース中の水分補給を考える

伊藤静夫

一般財団法人 東京マラソン財団

キーワード：マラソン，脱水，低ナトリウム血症，水分補給，アクアポリン，脱水耐性

連絡先：一般財団法人 東京マラソン財団

〒135-0063 東京都江東区有明3-7-26

有明フロンティアビルB棟8階

Tel：03-5500-6677（代表）

要 旨

マラソンレース中，多量発汗によって体水分が大きく失われることから，不足した水分を補給することが奨励される。しかし，どれくらい補給したらよいかという量的な問題については，考え方が二転三転してきた経緯がある。本研究会では，マラソンレース中の水分補給に関する考え方の変転を概観し，その科学的見解をまとめてみた。

かつてスポーツ活動中の飲水を禁ずる考え方が常識であった時代があり，一転して，科学的エビデンスを背景に積極的な水分補給を奨励し，21世紀になりマラソンレース中の過剰飲水が原因と思われる低ナトリウム血症（水中毒）による症例や死亡事故が報告されるようになって，再びレース中の過剰な飲水をいさめる方向へと反転した。

過度の体液不足（脱水）はスポーツパフォーマンスを低下させ，健康を害する。それでは，どこまで補給したらよいか，あるいは，脱水はどこまで許容できるのか。多くの議論をとおして，体重の2%程度を脱水の許容基準とするのが今日の一般的な見解と言えよう。この2%の脱水許容に基づき，どのような水分補給方法がふさわしいのか？個人の特性を把握したうえでの「計画飲水」を勧める考え方と，喉の渇きという生体センサーに基づく「口渇飲水」を勧める考え方とに二分され，どちらがよいのか今日も議論は分れる。

一方，実際のエリートマラソンでは，2%の許容基準をはるかに上回る8%以上の脱水率が観察され，エリートランナーほど脱水率が高いという，言わば科学的常識とは矛盾する結果が報告されている。また，世界のマラソン界を席卷する東アフリカのランナーは，トレーニング中やレース中にあまり水を飲まない。こうした事実から，エリートランナーには単なる体液量の多寡だけでなく，脱水に対する強い耐性が想起でき，この脱水耐性には水チャンネル（アクアポリン）が関与した能動的な体液調節機能，といった可能性も考えられている。

スポーツ活動中の水の飲み方，とりわけマラソンのような長時間の激しい運動時における水分補給方法については，いまだに様々な議論があり混乱しているのが実情である。

「適切な量を補給しなければならないが，飲み

過ぎてはならない」というごく常識的な考え方に
対し，この半世紀以上にわたり揺れ動いてきた経緯がある。「練習中は水を飲むな」が常識であった時代があり，そこから一転して，水分補給を積極的に推奨するようになり，そして再び「飲み過

ぎ」を戒める考え方が強調されはじめ今日に至っている。「水を飲む」という人間の基本的な行動に関する考え方が、スポーツ活動に限定すれば、この半世紀紆余曲折してきたのである。

そこで本研究会では、マラソンレース中の水分補給に関する考え方の変転を概観し、その科学的見解をまとめてみた。

I 水分補給に関する考え方の変遷

(1) 「水はできるだけ飲むな」という時代

1960年代以前、スポーツの現場では運動中水を飲まない方がよいという考え方が支配的であった。この時代を代表するマラソンの指導者であった高橋進¹⁾は「水の取りすぎは禁物である」あるいは「一流のマラソン選手は給水を避けるように習慣づけている」と述べている。しかし一方で「暑熱時は渴きをおして脱水状態となってから給水したのでは手遅れとなることがあり、その危険性を正しく判断して給水する必要がある」とその必要性を説いていたことにも注目しておきたい。

他方、研究者の側では、汗の研究で世界的に知られる久野寧²⁾は「スポーツ中に水を飲まないようにすることが習慣となり、それは疲労を防ぐためともいわれている。これは、多年の経験からきたことであり意義のあることであろう。(中略)水を飲み少しでも内蔵を刺激してこの状態を乱すのは、能率上不利であると考えられることもできる」とスポーツ現場の考え方に同意し、運動中の飲水には否定的な意見を述べている。同様に、猪飼道夫³⁾は運動生理学の立場から、山岡誠一⁴⁾はスポーツ栄養学の立場から、やはり運動中の多飲に否定的見解を残した。「スポーツ活動中の過度の飲水は好ましくない」という考え方は、スポーツの現場だけではなく学術的にも当時の常識だったようである。

スポーツ現場の経験知が尊重されつつ、科学的見解と相まって、当時のスポーツ活動時の水分補給に関する科学的常識が形成されていった。ところがこの常識は、やがてスポーツ現場において大きく曲解され、極端な解釈に偏ることになった。スポーツ活動中に水を飲むことは心理的な弱さを

露呈するといった精神論も加わり、やみくもに運動中の飲水を制限するという風潮に流れた。

スポーツ活動中の水分補給に関して、「適切な量を補給しなければならないが、飲み過ぎてはならない」というごく常識的で中庸の考え方が当時の識者の科学的常識であった。ところがスポーツ現場では、「飲み過ぎてはならない」が極論に走り、いつしかその時代の支配的な考え方として定着していったのである。ここに問題の根幹があると言わなければならない。

この時代の水分補給に関する極論は、我が国に限らず、欧米においても同様にみられたことは興味深い。そして、競技会時やトレーニング中において水を飲むことをわけもなく禁止するという不合理に対し、欧米を中心に科学的視点が向けられることになった。

(2) 脱水はパフォーマンスを低下させる

1970年代になると一変して積極的に水分摂取を勧める考え方に変わってきた。そこには、水分補給効果が科学的に明らかにされてきた背景がある。南アフリカのWyndhamら⁵⁾は、マラソンレース前後の体重と直腸温を測定し、レース後の体重減少すなわち脱水の程度とレース後の深部体温(直腸温)の関係を検討した。その結果、脱水が3%をこえると深部体温は脱水に比例して上昇することがわかり、過度の脱水は熱射病の発症リスクを高めると警鐘を発し、マラソンレース中の水分補給の重要性を説いた(図1)。

この研究以降、運動中の水分補給に関する研究が盛んに行われるようになった。アメリカのCostillら⁶⁾は、トレッドミル上でマラソンレースをシミュレートし、水分補給をしない条件では体温が著しく上昇することを明らかにした。またArmstrongら⁷⁾は、ランナーに利尿剤を投与した脱水群と正常体液群を設定し、1500, 5000, 10000mのタイムトライアルを行わせ、脱水条件が記録を低下させることを証明した。この他多くの研究が積み重ねられ、スポーツ活動中の水分補給が脱水を防ぎ、パフォーマンス向上に貢献するとともに熱射病予防に有効であるという考え方が

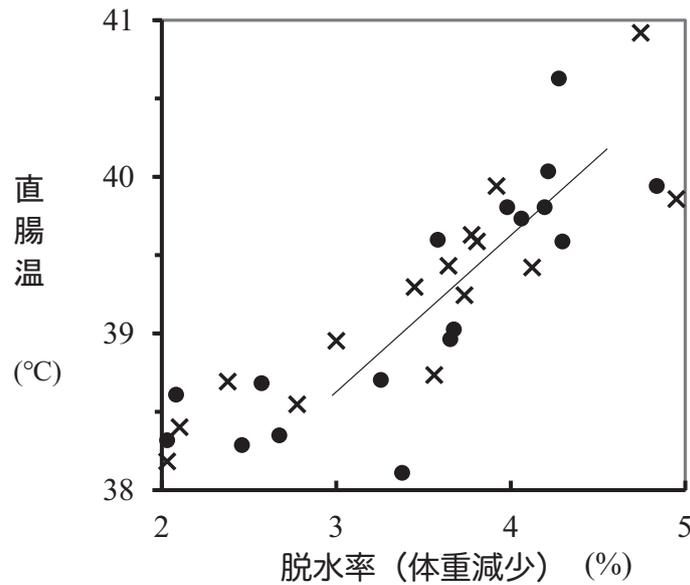


図1 マラソンレース後の脱水率と直腸温の関係

2つのマラソンレース (●, ×) についての測定結果. 脱水率が3%をこえると脱水に比例して直腸温が上昇 (Wyndham CH, Strydom NB, 1969)⁵⁾

定着していった。

この時代には、こうした科学的エビデンスを背景に、さまざまなスポーツドリンクが開発されることにもつながっていった。スポーツ活動中における水分補給の重要性は、スポーツドリンクの普及とともにスポーツ現場で認識されるようになっていった。スポーツドリンクの飛躍的普及がスポーツ現場の認識を変えていった、とも言い換えられる。やみくもに練習中の水分補給を禁止する、というかつての指導法も20世紀末には改められていった。

こうして、「水を飲むな」という考え方から「積極的に水を飲め」という考え方に急変した。しかし、この時代のパラダイム変換によって、飲水を勧める考え方も、かつての飲水を禁止する考え方と同様、極論に偏重する傾向に流れたことは、あながち否めない。そして、こうした極論が次の水の飲み過ぎによる弊害を生むことになる。

(3) 水の飲み過ぎによる弊害=水中毒

マラソンなど長時間の持久的スポーツでは、極度に疲弊し足取りもおぼつかない状態になることがある。このような虚脱症状の原因として「脱水」

を上げることが多い。しかし、外見の症状は同じでも脱水とは正反対に水の飲み過ぎによって血中ナトリウム濃度が低下する低ナトリウム血症（水中毒）が原因である場合も少なくない。低ナトリウム血症は細胞の水が過剰になって起こり、その症状としては不安感、めまい、頭痛などが起こり、さらに重篤な場合には肺や脳に水がたまり肺水腫や脳浮腫を発症し、最悪の場合には死に至ることもある。

これまで、スポーツ活動時に起こる低ナトリウム血症は極めてまれな例とされてきたが、21世紀になって軍事訓練時やマラソンレースにおいて低ナトリウム血症の事故例が次々に報告され注目されるようになった。その中には、死亡事故も含まれている。図2は、マラソン、ウルトラマラソン、自転車、トライアスロンなどのレースについて2,000人以上の競技者を対象に、レース後の体重減少量と血清ナトリウム濃度の関係をみたものである⁸⁾。図から明らかなように、水を飲み過ぎることによって血中ナトリウム濃度の低下する傾向が認められる。重症の低ナトリウム血症と診断された例をみれば、ほとんどが水を飲み過ぎゴール後には体重が増えている。

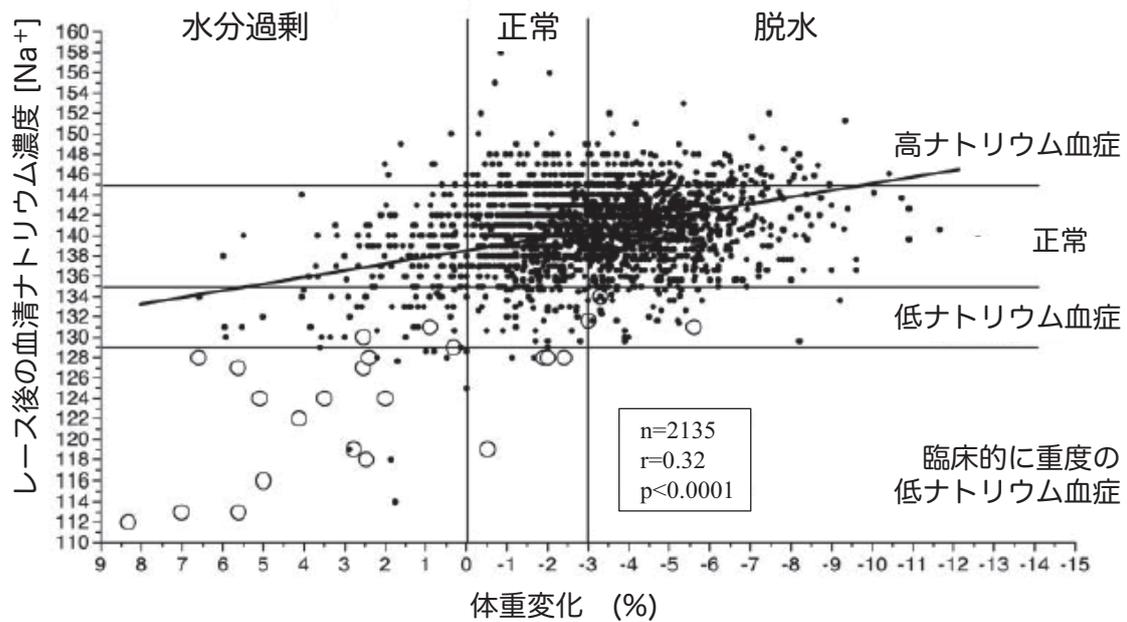


図2 レース(マラソン, 自転車ロード, トライアスロン)後の体重減少量と血清ナトリウム濃度の関係
(Noakes TD, Sharwood K, Speedy D, et al, 2005)⁹⁾

トップレベルのマラソンランナーに、低ナトリウム血症はまずみられない。今日多くの人々がマラソン・レースを楽しむようになったが、市民ランナーにこそ水を飲み過ぎてしまう危険性が高い。特に、体重が軽くレース時間が長くなる初心者ランナーでは、トップランナーほど発汗量は多くなく、「水はできるだけ飲んだほうが良い」という勧告に従えば過剰摂取になりやすい。過剰飲水が直ちに重症の低ナトリウム血症を起こすわけではなく、体液を調整する内分泌系(抗利尿ホルモン)の不調も関与すると考えられるが、思いのほか水の飲み過ぎによる弊害が顕在化したことから、スポーツ活動時の水分補給に関して再び大きなパラダイムシフトを招くことになった^{9, 10, 11)}。

(4) 水分補給量に関するガイドラインの変遷

21世紀以降、スポーツ活動中の水の飲み過ぎによって生じる弊害という新たな課題に対処するため、多くの学会やスポーツ団体がこれまでの水分補給に関する勧告を刷新するようになった。推奨する水分補給量としては、アメリカスポーツ医学会(ACSM)は1996年の勧告で1時間あたり600~1200mlという具体的数値を提示していた¹²⁾。

しかし発汗量は、体型、競技能力、代謝特性、環境条件など多くの要因によって変わり、したがって個人に必要とされる飲水量を一律に数字で示すことにはもともと無理があった。いきおい、補給量の推奨値も上記のような幅広い数値になる。もし、体重の軽い初心者ランナーが推奨された数値の上限値に基づいてレース中4, 5時間にわたって水を飲み続ければ、当然過剰摂取になってしまう。この過剰摂取が、市民ランナーにみられる低ナトリウム血症の一因であるという指摘もある。この反省に立って、ACSMは2007年に勧告を改訂した¹³⁾。ここでは、低ナトリウム血症の予防を重視し、体重の2%以内の脱水を許容し、水の飲み過ぎを注意する内容に変更している。補給量についても、個人の特徴を考慮しランナーの裁量に委ね、これまでのように具体的な数値の提示は避けた。

以上、持続的スポーツ活動時の水分補給に関するガイドラインを総括するなら、目的の一つは過度の脱水予防であり、今一つはその対極の過剰飲水による低ナトリウム血症の予防に集約される。そこで推奨される水分補給量の目安として、現在では「体重減少が2%を越えないように」が一般

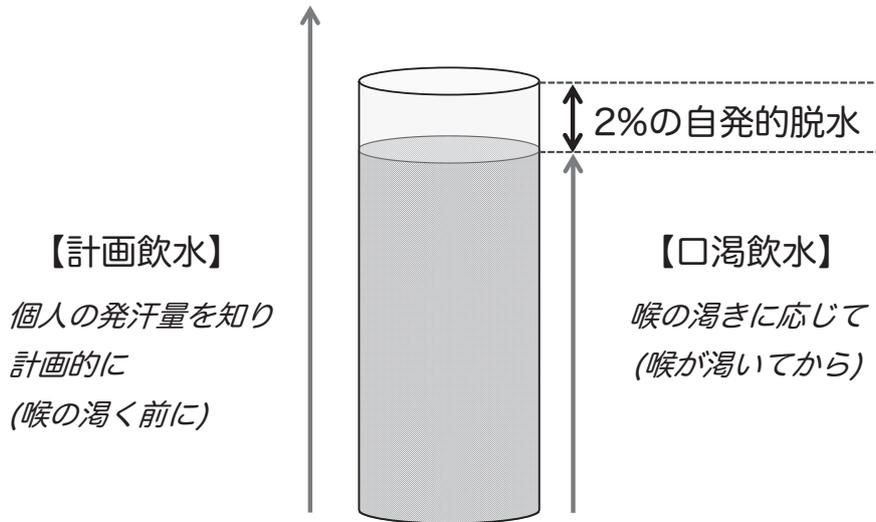


図3 計画飲水か口渇飲水か？ = 2%の脱水は許容されるか？

的になりつつある。

なお我が国においては、1994年に日本体育協会（現、日本スポーツ協会）が「熱中症予防ガイドブック」を発行し、以来、運動時の水分補給に関しては体重減少が2%を越えない程度の飲水を勧めてきている¹⁴⁾。また2010年、ランニング学会は「マラソンレース中の適切水分補給について」を出し、「喉の渇き」に応じた水分補給を勧めている¹⁵⁾。

(5) 「計画飲水」か「口渇飲水」か？

以上のように、スポーツ活動中の水分補給では脱水を予防すると同時に過剰摂取にもならないよう、相反する要求を同時に満たす必要がある。いかにも困難な課題のようであるが、ある程度の不足状態、脱水状態が許容されるのであれば、より実際的になるだろう。そしてその許容範囲が、およそ2%程度の脱水という考えに収斂されつつあることはすでに述べたとおりである。

さて、この二律背反の要求を満たす具体的な水分補給方法についても、現在諸説が議論の俎上にあがっている。個人の特性（例えば日頃のトレーニング時の発汗量）を把握し、その客観的な数値をよりどころにする「計画飲水」¹⁶⁾が提唱される一方、飲水必要量は環境やレース時の変化によって可変であり、むしろ喉の渇きに応じた「口

渇飲水」¹⁷⁾による摂取方法を推奨する研究者も多い（図3）。

Noakes¹⁸⁾は、スポーツ活動時の水分補給方法に関するこれまでの研究を総括し、口渇飲水と「喉が渇く前」から積極飲水した場合とを比較検証した。その結果、口渇飲水は2%程度の脱水を生じるが、積極飲水に比較してパフォーマンスや生理学的反応に差はみられないという。従来のできるだけ多く飲もうとする努力は、飲み過ぎによる弊害はあっても、プラスの効果は期待できず、安全を見越せば口渇飲水の方が推奨されるという結論であった。

一方、低ナトリウム血症予防目的で提唱される口渇飲水であっても、口渇を頼りにしただけではかえって過剰水分摂取を招く危険性もあるのではないかと指摘もある。低ナトリウム血症の問題が顕在化したことによる新たな課題である。スイスのKnechtleらの研究チーム¹⁹⁾は100km以上のウルトラマラソンから数日間に及ぶ超長距離レース時の測定を精力的に行っている。このような過酷な競技では極度の脱水も過剰な水分摂取も同時に危惧されるが、一連の研究結果から、任意に行われた水分補給の飲水量は約0.6L/hrとレース中ほぼ変わらず、体重減少量（脱水率）も2%前後におさまっていたという。超長距離レースにおいても、口渇飲水は、過度の脱水にも過剰な水分摂取

にもならず、2%程度の体重減におさまり、低ナトリウム血症の事例もほとんど見られていない。数十時間あるいは数日間に及ぶレースにおいては、発汗相当量を予測して意図的に水分を補給することはむしろ至難なことで、「喉の渇き」を抛り所にした飲水の方が実践的であり、同時により安全な方法なのかも知れない。

ただし、この「計画飲水」と「口渇飲水」とは、現在も議論のさなかにあり、見解の一致をみていない。今後の研究の発展と議論の行方を見守りたい。

II エリートランナーの脱水耐性

(1) エリートランナーの水分補給

通常、実際のレースにおける水分補給方法は選手の判断にゆだねられる。はたしてどの程度の水を飲み、それによってどの程度脱水が緩和されるか。こうした観点からの調査研究も近年盛んに行われるようになった。その結果をみると、成績上位者ほど水を摂らず脱水率が高い傾向がうかがわれる。例えば、フランスのマラソンレース(643人)の測定結果では、3時間以内でゴールしたランナーの脱水率が3.1%であったのに対し、4時間以上かかったランナーの平均は1.8%であった²⁰⁾。また、日本陸連がマラソンの「暑さ対策」として北海道マラソンを対象に4年間(1989～1992年)実態調査を継続した結果によると、対象者が成績上位者に限られるものの、ここでもやはり脱水率の高いものほど記録が良いという傾向が認められた²¹⁾。つまり、成績上位者ほど汗をよくかくが、水は余りとっていないことになる。

はたして、エリートランナーはどれほど水を飲んでいるのであろうか。実際のレースでの実測は相応の困難を伴うであろうが、テレビ中継映像から飲水動作を分析して飲水量を推定した研究がある。本研究ではアテネオリンピック・マラソンを分析対象にしたが、女子マラソンで優勝した野口みずき選手の飲水量は810mL(350mL/h)と比較的少なかった²²⁾。

同じ方法で主要なマラソン13レースについて優勝者の水分補給量を調べた研究結果²³⁾では、優勝者の平均タイムが2時間06分とハイレベルな

ものであったが、推定飲水量の平均は550ml/hrとやはり少なく、脱水率は8.8%にも及んでいた。

また、この研究では1レースのみレース前後の体重を実測している。測定対象となった優勝者は2時間3分59秒の世界記録を樹立した直後のエチオピアのゲブレシラシエ(優勝タイム:2時間5分29秒)であり、飲水量は830mL/hrと平均より多いが、脱水率は9.8%という驚異的なものであった。

(2) エリートランナーの脱水耐性

このように、エリートランナーはマラソンレース中に多量の汗をかく。これに対し、彼らは一定量の水分補給を行ってはいるが、その補給量は多量の発汗量にはとうてい及ばない。その結果、8%を上回る著しい脱水が生じているのである。

このような結果からすると、エリートランナーには強い脱水耐性が備わっているのではないかと推測したくなる。

図4は、著者が行った実験であり、競歩選手を対象に飲水無し条件、脱水相当量の水分補給条件、任意の水分補給条件と3条件を設定し、3時間のトレッドミル競歩を行ったときの直腸温の変化を比較したものである²⁴⁾。

グラフ上段は学生レベルの被験者であり、予想どおり、1時間を過ぎたころから水分を補給しない条件では直腸温が漸次上昇しており、先行研究を確認する結果を得た。

ところが、被験者の中で一人だけ、何度か日本選手権で優勝した実績のある選手は(グラフ下段)、水分補給をしなくても直腸温の二次的上昇が見られず、安定した歩行ができた。このチャンピオンアスリートには、他の選手にはみられない、脱水に対する耐性のような特性を想起したいところである。

脱水に対する耐性という視点から、アフリカのランナーにも興味深い特徴が観察されている。

21世紀の長距離・マラソン界はアフリカランナーによって席卷されているが、彼らの能力を解明するため、さまざまな観点から科学研究が盛んに行われている。その中で、トレーニング時の水分補給の実態を調査した研究もあるが、エチオ

競歩選手の水分補給効果 (60%VO₂max)

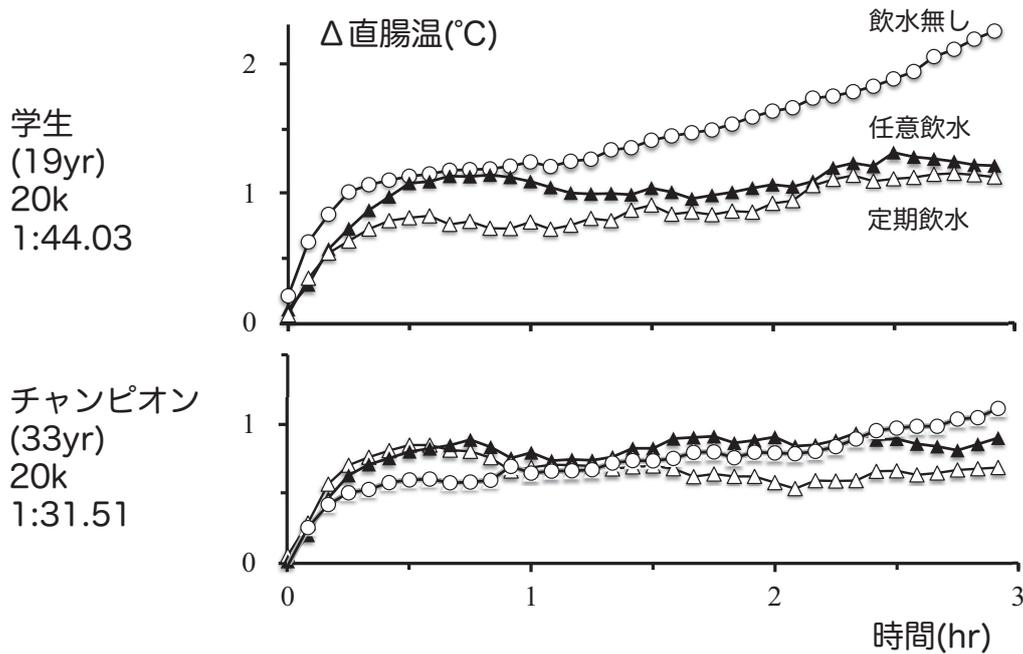


図4 競歩選手のトレッドミル競歩中の水分補給効果 (運動強度; 60%VO₂max)
チャンピオン・ウォーカーは水分補給をしなくても直腸温が安定に維持されている

ピアやケニアのランナーは、トレーニング中ほとんど水を取らないという^{25, 26)}。初期の論文では、暗にアフリカランナーの科学的知識の不足が原因と推察していたが、観察知見が集積されるにつれ、それがより根源的な生理学的特性ではないかという議論にかわってきた。

ごく最近の研究でも、アフリカの選手について興味深い結果が報告されている。2019年、酷暑のカタール、ドーハで行われた世界陸上での調査結果である²⁷⁾。暑熱下でのスポーツイベント開催ということもあって、マラソンと競歩について、地元カタールの研究者を中心に国際的な研究プロジェクトが編成され、暑さ対策を念頭に綿密な実態調査が行われた。

この研究では、レース前後に体重を実測し脱水率も測定しているが、他地域の選手の脱水率が2.0%に対し、アフリカ選手の脱水率は3.9%と2倍になっている。明らかに、アフリカ選手の水分補給量の少なかったことが推測される。この研究では、レース前のアンケート調査において各選手の水分補給計画を聞いているが、アフリカのマラ

ソンランナー7名中2名は、レースでは水分補給はしないという回答している。

アフリカランナーの脱水耐性、あるいは体液コントロール能力といった観点からの系統立てた研究はまだ行われていないが、これまでの研究結果をみる限り、マラソンのパフォーマンスに「脱水耐性」といった特性も考えてみたくなる。

(3) 体液調節の新たな要=アクアポリン

エリートランナーの脱水耐性という特性の可能性について、その根拠の一つとして、水チャンネル(アクアポリン)の関与をあげてみたい。

水は細胞膜を単純拡散によってゆっくり透過するが、腎臓の尿細管をはじめ多くの水をすばやく通過させなければならない部位の細胞膜にはアクアポリンというタンパク質が存在し、水を選択的に透過させる水チャンネルの役割を担う。アクアポリンは全身の臓器に分布して水分量の調節に関わり、現在までに13種類が明らかになっているが、その全容はまだ十分に解明されていない。

運動中にも、全身でダイナミックな水の移動が

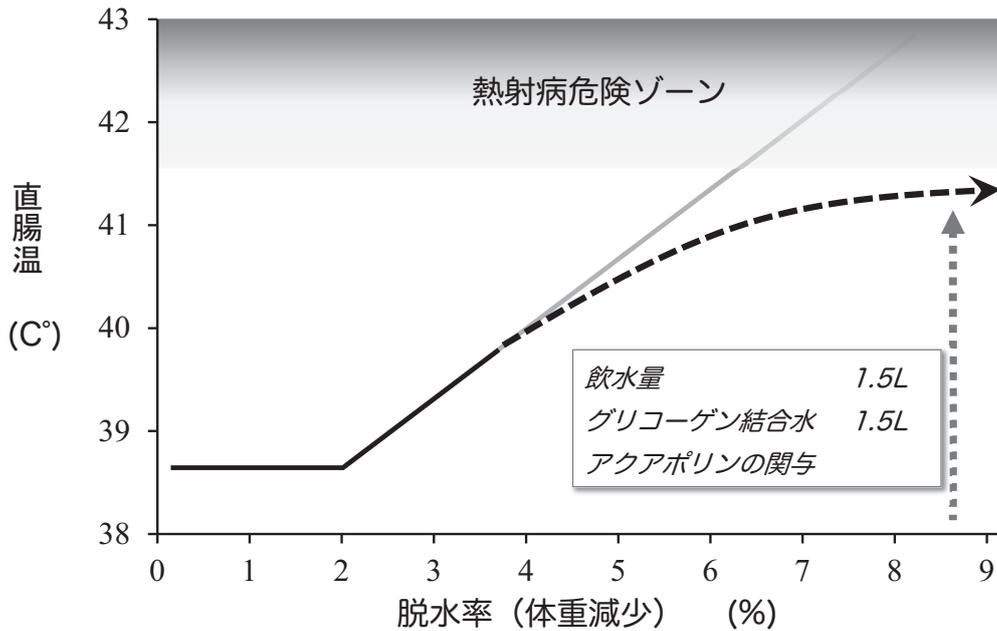


図5 エリートランナーのマラソンレース中の脱水率と直腸温の関係＝エリートランナーは強い脱水耐性を発揮し直腸温上昇を抑えている

((Wyndham CH,⁵⁾ に反論して Noakes TD,⁹⁾ の描いた図 (p.61) をさらに著者が改変)

起こると考えられ、その体液動態は運動パフォーマンスにも関係することが予測される。現在のところ、そうした研究はごく限られてはいるが、そのなかで毛細血管内皮、赤血球、腎近位尿細管などに分布するアクアポリン1の遺伝子多型について、マラソン選手を対象に調べた研究がある^{28, 29)}。これら一連の研究から、アクアポリン1の遺伝子多型とマラソンパフォーマンスとの関連性を示唆する結果が得られ、運動時の体液不足に耐性を示す遺伝子特性が示唆された。すなわち、脱水耐性に関連する遺伝子特性を有するマラソンランナーでは、発汗量は多いが水分補給量が少なく、脱水率は高くなるが高い競技成績を示す、という特徴がみられた。すでに述べた実際のレースで見られる優秀ランナーの飲水や脱水率の特徴を裏付ける結果といえよう。まだ例数も少なくにわかに結論づけられないが、マラソンのような長時間運動時において多量発汗により体液が不足する状態において、水チャンネルが何らかの関わりを持ち、より能動的に体液調節が行われ、ひいてはパフォーマンスに貢献する可能性も考えられよう。

アフリカ選手の脱水耐性についてはすでに述べ

たが、こうした水チャンネルが関与した体液の動的な制御機構に違いがあるのかも知れない。この分野の今後の研究の発展を期待したい。

(4) マラソンランナーには体液調節能力が重要

最後に、冒頭紹介した南アフリカのWyndham⁵⁾が行ったマラソンレース時の脱水率と直腸温の関係を示した研究結果を今一度振り返っておきたい。脱水の程度が大きいほど、深部温が上昇し、熱射病のリスクが高まるというのが本研究の結論であった。

これに対して、同じ南アフリカのNoakesはこの主張に反論する⁹⁾。発汗量および直腸温は走速度に比例し、したがって脱水率が深部体温上昇と比例するのはむしろ当然の結果である。そもそも本研究では、脱水率と熱射病との関連を示す証拠が何ら示されないまま、そこから熱射病リスクを結びつけるのは論理の飛躍であると批判する。実際、当該レースで優勝したランナーは高い脱水率と41℃におよぶ最も高い直腸温を記録しながら、健康上の問題を認めていない。

さて、図5はNoakesがこの反論用に Wyndham

の論文に示された図のスケールを延長して描いた図を、さらに著者が改変したものである。これまでみてきたように、エリートマラソンランナーは、レースによって8%以上という高い脱水率を記録している。元世界記録保持者だったゲブレシラシエは、10%もの脱水にもかかわらず、すばらしい記録で42kmを走り切っている。つまり、エリートランナーでは、高い脱水率があっても、本図の破線・曲線のように、体液をうまくコントロールし、その結果、深部温を臨界水準で制御できているのではないだろうか。

マラソンを2時間で走るためには、多大なエネルギー出力を必要とする。そのエネルギーの2割はランニングという外的仕事に向けられる一方、残りの8割は熱として体外へ放出しなければならない。したがって、大きなエネルギー出力を長時間継続するためには、それに見合った大きな放熱能力、すなわち多量発汗を継続しなければならない。当然、それだけ体内の水分が失われるので、マラソンを速く走ることは大きな体液不足に耐えることでもある。

ここで、これまでの研究結果からエリートマラソンランナーのレース中の体液調節に関して総括しておきたい。

まず、彼らのレース中の水分補給は少ないながらも0.5～0.8L/hrと一定量の水分を補給しており、総量で1～1.5Lにはなるだろう。

次に、貯蔵グリコーゲンの500g余はレース中に消費されると推定されるが、その結合水は1.5Lに相当する。グリコーゲン消費によって生まれた結合水あるいは代謝水のその後の行方はまだ十分解明されていないが、ランナーの体液調節に使われる可能性を想定してみたい。この限られた貴重な水を、前述のアクアポリンによる水チャンネルが機能し、より能動的な調整にあずかり、レースによって生じる多大な体液不足に対処している、と考えてみたいのである。

そうすると、特にマラソンではエネルギー出力系、体温調節系と同等に、体液調節系が極めて重要な役割を演じ、パフォーマンスに貢献しているはずである。前者二つの要素についてはこれまで

にも多くの研究が行われ、エビデンスが集積されている。しかしながら、三番目の体液調節系に関しては、少なくともスポーツ科学の分野では、いまだ研究の緒についた段階と言わなければならない。こちらにも、今後の研究の発展を期待したい。

Ⅲ おわりに

人体にとって、水はなくてはならないものである。人類進化の過程で、ヒトは直立二足歩行を獲得し狩猟採集生活に適応してきた。とりわけ狩猟活動において、水の確保は死活問題であっただろう。現代に至り、例えばマラソンのような長時間にわたるスポーツ活動を楽しむ際にも、体から多量の水が失われる。しかし今では、マラソンコースの適所に給水所が設けられ、ランナーは難なく水を補給できるようになった。

それでも人類は、進化を通して、水欠乏へ畏怖の念のような感覚を抱くのかかもしれない。そのためか、常時水の利用が可能になった今でも、水を余剰に摂取する傾向があるのではないか。それは、体の欲求というより、脳の判断というべきか。それが高じて、マラソンレース中の水分補給において、水の取り過ぎによる水中毒も起きているのではないだろうか。

身体は、過不足のないちょうどよい水バランスを要求する。不足はよくないが、過剰もまたよくない。この適正なバランスをめぐる、マラソンレース中の水分補給の考え方は、かつては飲み過ぎを禁止し、一転して飲水を大いに推奨し、そして再び飲み過ぎを諫めるという具合に、その考えは二転三転してきた。本報告会では、その経緯をご紹介した。

この過不足のない水分補給を実践するには、各自が自らの飲水必要量を知り、適量を意図的、計画的に補給しなければならない。言わば「計画飲水」であり、多くの研究者が推薦する方法でもある。

一方、この過不足にある程度の余裕を持たせたらどうだろうか。およそ2%程度の脱水は許容できるというアローワンスを設ければ、水分補給方法もそれほど難しいことではなくなる。そのアローワンスを適切に判断する尺度としてあげられ

ているのが、具体的数値ではなく、「喉の渇き」である。意図的に水をとるといふ努力をするより、喉の渇きに応じてごくナチュラルに摂取していればよいという原初的な方法である。近年では、この「口渴飲水」を推奨する研究者も少なくない。何となく皮肉な結論ではあるが、現代科学が紆余曲折を経てたどり着いたエビデンス・ベーストでありかつナラティブ・ベーストな科学的方法と言えようか。

「脳に聞くより喉に聞け」。水分補給量を頭で意図し計画するより、口渴感という喉のセンサーを拠り所にする水分補給方法を、著者としても勧めたい。情報化社会、脳化社会の中で、我々の脳はしばしば混乱する。しかし、我々の体がどれだけ水を必要としているかは、喉のセンサーが最も良く知っているはずである。この優れたセンサーを信頼して、安全なランニングを楽しみたいと願う。

参考文献

- 1) 高橋進, : マラソン. 講談社 1978
- 2) 久野寧, : 汗の話. 光生館, 東京 1963
- 3) 猪飼道夫, 杉本良一, 石河利寛, : スポーツの生理学. 同文書院 221-223, 1960
- 4) 山岡誠一, : スポーツと栄養. スポーツ科学講座4スポーツと疲労・栄養. 大修館書店 230-232, 1965
- 5) Wyndham CH, Strydom NB, : The danger of an inadequate water intake during marathon running. S Afr Med J 43: 893-6, 1969
- 6) Costill DL, Kammer WF, Fisher A, : Fluid ingestion during distance running. Arch Environ Health 21: 520-5, 1970
- 7) Armstrong LE, Costill DL, Fink WJ, : Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. Med Sci Sports Exerc 456-61, 1985
- 8) Noakes TD, Sharwood K, Speedy D, et al : Three independent biological mechanisms cause exercise-associated hyponatremia: evidence from 2,135 weighed competitive athletic performances. Proc Natl Acad Sci U S A 102: 18550-5, 2005
- 9) Noakes TD, : Waterlogged: the serious problem of overhydration in endurance sports. Human Kinetics 2012
- 10) Hew-Butler T, Verbalis JG, Noakes TD, : Updated fluid recommendation: position statement from the International Marathon Medical Directors Association (IMMDA). Clin J Sport Med 16: 283-92, 2006
- 11) Scheer V, : Exercise-Associated Hyponatremia: Practical Guide to its Recognition, Treatment and Avoidance during Prolonged Exercise. Dtsch Z Sportmed 69: 311-318, 2018
- 12) American College of Sports Medicine, : Position stand: exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc 28: i-vii, 1996
- 13) Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, et al : American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc 39: 377-90, 2007
- 14) 川原貴, 森本武利, 白木啓三, ほか : スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック. 財団法人日本体育協会 1994
- 15) 伊藤静夫, 佐伯徹郎, 青野博, ほか : ランニング学会の見解 マラソンレース中の適切な水分補給について. ランニング学研究 22: 1-12, 2010
- 16) Kenefick RW, : Drinking Strategies: Planned Drinking Versus Drinking to Thirst. Sports Med 48: 31-37, 2018
- 17) Hoffman MD, Snipe RMJ, Costa RJS, : Ad libitum drinking adequately supports hydration during 2 h of running in different ambient temperatures. Eur J Appl Physiol 118: 2687-2697, 2018
- 18) Noakes TD, : Is drinking to thirst optimum?. Ann Nutr Metab 57 Suppl 2: 9-17, 2010
- 19) Knechtle B, Chl bkov D, Papadopoulou S, et al : Exercise-Associated Hyponatremia in

- Endurance and Ultra-Endurance Performance-Aspects of Sex, Race Location, Ambient Temperature, Sports Discipline, and Length of Performance: A Narrative Review. *Medicina* (Kaunas) 2019
- 20) Zouhal H, Groussard C, Minter G, et al : Inverse relationship between percentage body weight change and finishing time in 643 forty-two-kilometre marathon runners. *Br J Sports Med* 45: 1101-5, 2011
- 21) 小林寛道, ほか :北海道マラソンにおける体重と体温変化－競技種目別競技力向上に関する研究. *日本体育協会スポーツ医・科学研究報告*(1989～1992)
- 22) Van Rooyen DM, Hew-Butler T, Noakes TD, : Drinking during marathon running in extreme heat: a video analysis study of the top finishers in the 2004 athens olympic marathons. *SAJSM* 22: 55-61, 2010
- 23) Beis LY, Wright-Whyte M, Fudge B, et al : Drinking behaviors of elite male runners during marathon competition. *Clin J Sport Med* 22: 254-61, 2012
- 24) 伊藤静夫, 黒田善雄, 塚越克己, ほか : 運動時における体温の動的様相－競歩における水分補給について. *昭和57年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告* 1982
- 25) Fudge BW, Easton C, Kingsmore D, et al : Elite Kenyan endurance runners are hydrated day-to-day with ad libitum fluid intake. *Med Sci Sports Exerc* 40: 1171-9, 2008
- 26) Beis LY, Willkomm L, Ross R, et al : Food and macronutrient intake of elite Ethiopian distance runners. *J Int Soc Sports Nutr* 8: 7 : 7, 2011
- 27) Racinais S, Ihsan M, Taylor L, et al : Hydration and cooling in elite athletes: relationship with performance, body mass loss and body temperatures during the Doha 2019 IAAF World Athletics Championships. *Br J Sports Med* 33579722: 33579722, 2021
- 28) Rivera MA, Mart nez JL, Carrion A, et al : AQP-1 association with body fluid loss in 10-km runners. *Int J Sports Med* 32: 229-33, 2011
- 29) Rivera MA, Fahey TD, Lopez-Taylor JR, et al : The Association of Aquaporin-1 Gene with Marathon Running Performance Level: a Confirmatory Study Conducted in Male Hispanic Marathon Runners. *Sports Med Open* 6: 16, 2020