

# 水の文化

特集

# 体に水チャージ



茂木健一郎

脳科学者

## 水の動線に自分を重ねて

フルマラソンをもう10回近く走っている。小学校2年の時、ふと思いついて校庭のトラックをぐるぐる回って以来、なぜか走るのが好きになってずっと趣味のランナーを続けている。

走っていると、水のありがたさが身にしみる。夏の暑い時には汗をかいて、どうしても水分を補給しなければならぬ。冬でも、早めの水を心がける。マラソン大会では、ボランティアの方が用意してくださった給水で一息つく。思わず立ち止まって空を見上げる。この水は、もともとはあの空から降ってきたのだなあと思う。

自分で用意してペットボトルに入れて持ち歩く水も頼もしいが、やはりご縁やありがたさを感じるには、マラソン大会の給水のように、他人にいたたく水であるように思う。水は、人と人との心をつなぐ絆となるのである。

野山で蝶を追いかけていた子ども時代、近所の神社の境内に水道があって、よく、仲間たちと「お水飲ませてください」と声をかけて利用させていた

いた。夏の強い日差しの中で、蛇口に口を近づけていたたく水は、少し鉄の味がした。

山をハイキングしていて、湧き水があるとほんとうに命が更新されるような喜びがある。みんなが美味しいと言っていて飲んでい。近代的な浄水設備が整う前は、大自然の中でろ過されてきた水をいただくことに、私たちの祖先はどれほど励まされてきたことだろう。

人間の脳は、世界を理解するためにさまざまな認知の仕組みを発達させてきた。そのような世界知の真ん中に「言葉」がある。今急速に進化している人工知能も、人間たちが記してきた膨大な量の言葉から学んで、私たちのまわりの環境についての知識を得ている。

水は、私たちの世界の至るところに流れ、潜み、しみわたって行く。日本語には、さまざまな「水」にまつわる表現がある。

「水が合う」、「水を得た魚」、「流れる水は腐らず」、「水の泡」、「水に流す」、「水は方円の器にしたがう」、「呼び水になる」。このよ

現から、人工知能ならばどのような「水」に関する理解を立ち上げるのだろうか。私たち人間もまた、「水」の意味、ありがたさを時に振り返る必要があるだろう。

これらの「水」に関わる日本語表現から伝わってくるのは、水が私たちの世界の中でさまざまなものを結び、その間を流れ、縁をつないでいく存在であるということだろう。命に水は欠かせない。水は万物をつないでいく。水の恵みを、どんなに科学やテクノロジーが進んだ時代でも、忘れてはならない。

私たちは人工知能なしでも生きていけるけれども、水がなかったら命をつないでいくことができないのだ。

私は出張先で「旅ラン」をするのも好きだ。初めての街で走っていくと、次第に、自分が何かとなにかをつなぐ補助線になっっているような気がしてくる。

水は、世界を循環することで命といのちをつないでいく。私も、また、走ることで、水の動線に自分を重ねて、やがて更新されていく。





昔から参拝に向かう人びとの喉を潤してきた「恐山冷水」。清冽なその水は「不老水」とも呼ばれる

### 茂木健一郎（もぎ けんいちろう）

1962年東京都生まれ。理学博士。東京大学理学部、法学部卒業後、東京大学大学院理学系研究科物理学専攻課程修了。理化学研究所、ケンブリッジ大学を経て現在に至る。専門は脳科学、認知科学。フルマラソンに出場する市民ランナーでもある。初レースは40歳でエントリーしたつくばマラソン。出張や旅行先でランニングしながら、旅先の景色や自然、観光名所などを一人で楽しみながら走る「旅ラン」も実践中。

特集

# 体に水チャージ

私たちは水を飲まずには生きていけない。人体の約60%は水分といわれる。しかし、水は体内でどのように機能しているのか。水分バランスが崩れたときには、どんなことが起こるのか。

一例を挙げると、体重の2%にあたる水分が体外に排出されると、集中力の低下、スキルレベルの低下、心拍数や体温の過度な上昇などが発生するとされる。

人体における水分のイン・アウトとしては「飲水」「発汗」「不感蒸泄<sup>ふかんじょうせつ</sup>」「排泄」などが思いつくものの、そのメカニズムはとてつもなく複雑なようだ。

体内における水分調節について環境生理学や運動生理学、栄養学など多角的に知ることで、自分の体と水の関係をあらためて学びたい。

## 目次

### 巻頭エッセイ

- 2 ひとしづく 水の動線に自分を重ねて 茂木健一郎

### 特集 体に水チャージ

- 6 概論 海から陸へ上がり発達した体液調節機能 鷹股 亮  
8 熱中症と水 熱中症を理解して「水」の摂取で予防する 目加田優子  
12 研究・実践 世界で最先端をゆく日本の暑さ対策研究 長谷川 博  
16 競技現場 給水が満たす「体」と「心」 法政大学陸上競技部 長距離チーム  
20 感情 なぜ人は涙するのか「アダルトクライミング」を考える 石井悠紀子  
22 雪山 ウィンタースポーツこそ脱水には気をつけて 石橋 彩  
24 登山 山登りに必要な飲水量と欠かせない塩分補給 山本正嘉  
27 水分計算 計算で導き出される 1日に必要な「水分量」 山田陽介  
30 汗と水温 「汗をかく」ことで夏に強い体を取り戻す 田中英登  
32 文化をつくる 忘れがちだがそもそも私たちは「動物」だ 編集部

### Column

- 35 水の余話 凡人の知恵は後から 鈴木輝隆

### 連載

- 36 みず・ひと・まちの未来モデル7  
小規模集落水道の貨幣交換できない「水の価値」 野田岳仁  
42 食の風土記20 かまぼこ由来の練り物フライ「がんす」  
44 センター活動報告  
45 編集後記／ご案内  
(敬称略)





【概論】

# 海から陸へ上がり 発達した体液調節機能

人間（成人）の体の約6割は水でできている——とはよく言われることだが、水は体内でどのように機能しているのか。水がなぜ体に必要なのかという基礎知識、そして体液を調節する代表的なメカニズムについて、鷹股亮さんに聞いた。

## 状況により異なる 体に必要な水分量

すべての生きものは自らが置かれた環境に適応するため、体の構造や機能を進化させてきました。

例えば海に棲む魚は海水を飲みますが、エラでナトリウム（塩分）を選択的に排泄しています。私たち人間と同じ哺乳類のクジラはエサから水分を補給し、海水は飲みません。北米の砂漠に生息するカンガルーネズミは、水を飲まず乾燥したエサだけを食べても代謝水（後述）だけで生きていくことができます。これは、腎臓での尿の濃縮能が非常に高く、尿を濃縮することによりきわめて少量の尿で身

体に不要な物質を排泄できるからです。

腎臓は、摂取しすぎた塩分や水分、老廃物（尿毒素）を排泄し、体液を一定に保つ機能をもっています。この「体液を一定に保つ」、つまり恒常性が人間の体内の水を考えるとときに不可欠な要素です。

まずは人間が一日にどれくらいの水分を摂取し排出しているのかを表した図1を見てください。NASAのデータなので日本人に比べると水分量は若干多めですが、一日当たりの摂取量も排泄量も2・4Lで等しくなっていますね。代謝水とは炭水化物や脂質を体内で酸化（代謝）した際につくられる水で、不感蒸泄は皮膚の表面からと呼吸から水蒸気として失われる

水分のことです。

この図を見て「一日に水を1・5L飲めばいいの？」と思うかもしれませんが、そうではありません。要は摂取量と排泄量のバランスがとれていればよいのです。1日に1Lしか水を飲まない場合でも尿量が減少（滲し、ただちに脱水になる）ことはありませんし、3L飲んでも尿量が増え余分な水分は排泄されます。一方、汗をかいだ場合は、尿量は減りますが、水分補給が必要になってきます。つまり、一日に必要な水分量は状況によって異なり、飲む量を一律に定めても意味がないんですね。ここが世間では誤解されているところですよ。

## 体内における 水分の調節機能

人間の体重の約60%は水分と言われますが、年齢を重ねると水分率は変わります。おおよそですが、

図2 人間の年齢区分と体水分(体液)量

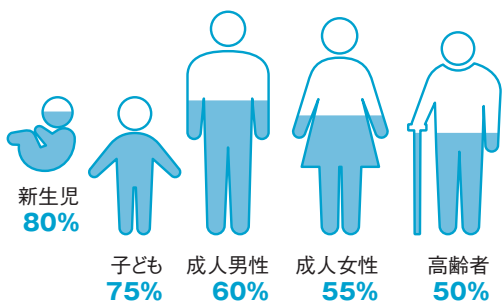


図2~4 提供：鷹股亮さん

図1 1日あたりの水分摂取量と水分排泄量

	摂取水分量 (ml)	排泄水分量 (ml)
飲料水	1,500	尿 1,500
食物中の水	600	糞便 100
代謝水	300	不感蒸泄 800
計	2,400	計 2,400

提供：鷹股亮さん (NASAのデータを引用)

### (注)尿量が減少

老廃物などを排泄するために必要な最小限の尿量(不可避免尿)がある。一日の不可避免尿は600~700mlで、その排泄に必要な水もほぼ同量となる。



インタビュー  
鷹股 亮さん

国立奈良女子大学  
生活環境学部 教授

Akira Takamata

1994年から2002年まで京都府立医科大学医学部助手、2002年から2007年奈良女子大学生活環境学部助教授、2007年に同教授(現職)。環境生理学、食生活学を研究。

新生児は80%、子どもが75%、成人男性は60%、成人女性が55%、高齢者は50%です(図2)。成人男性と成人女性の5%の差は体組成によるものです。脂肪組織は水をほとんど含まないので、比較的体脂肪率の高い女性の方が水分率は若干低くなるわけです。

また、正確に言えば、体内の水分は「体液」です。水分率60%の場合の内訳を見ると、40%が細胞内液、20%が細胞外液(間質液15%、血漿5%)となります(図3)。

では、人間の体内では水分、つまり体液をどう調節しているのでしょうか。体液の調節系には、①浸透圧調節系と②容量調節系の2つがあります。

①浸透圧調節系は、簡単にいうと体液の濃度の調節です。例えば水だけをたくさん飲むと薄くて大量の尿が余分な水として排泄されます。また、体液の浸透圧(濃度)が高くなると、喉が渴き水を飲むことで体液の浸透圧が戻ります。塩辛いものをたくさん食べたとき、体液量が減っていなくても喉が渴くのは浸透圧調節系が働いて体液の濃度を戻すための調節です。

②容量調節系は体内のナトリウム量を調節しています。前述のように塩辛いものを食べた後、浸透圧調節系により体液浸透圧は調節

されてもそのときには体液量が多くなっています。体液量を元に戻すにはナトリウム(同時に水)の排泄を増やして体液量を調節します。脱水のときには、ナトリウムの排泄を少なくして体液量の減少を防ぎます。

陸生動物は、海にいたときとは異なり塩分不足になりがちな状況でも生きられるように進化しました。ところが、塩分が過剰に摂取されることが多い現代人では、この進化のために高血圧が問題になってしまいました。

### 水分補給を促しつつ 飲みすぎも止める

熱中症に関して「水とスポーツ飲料、どちらがよいか?」とよく聞かれます。私は、スポーツの現場や労働で汗をかいたときは経口補水液やスポーツ飲料を飲む方がよいと思います。

図4を見てください。これは脱水時における細胞外液の変化イメージです。①が普通の状態、②は多くの水を失う一方、ナトリウムは若干減るだけなので体液が濃い状態です。③は水だけ摂取したことで体液が薄まったうえ、これ以上水を飲んでも体液が薄まらないように排出してしまいます。④は

水とともにナトリウムも摂取した状態です。ナトリウムを含む飲料を補給すれば、細胞外液はこのように満たされるのです。

ところで、皆さんは喉が乾いているときに水を一口飲むと急速に喉の渴きが癒えると思います。これは「口腔咽頭反射」と呼ばれるもので、水中毒(低ナトリウム血症)を防ぐための機能によるものです。仮に口からではなく、胃の中に直接水を入れても喉の渴きは癒えません。それは水が口腔や咽頭を通過する際に「これぐらい水を飲むんだ」と体がモニターし、「これぐらい飲んだら浸透圧は下がるだろう」と予測したうえで、飲んだ水分の体積で予測していると言われています。

喉の渴きという水を飲む行為を促すシグナルがあると同時に、飲みすぎを止めるシグナルもある。興味深いですね。摂食行動でも同じような調節が行なわれています。私たちの祖先が海から陸に上がったことで、酸素の供給は容易になりました。しかし、海から出た結果、生命を脅かす最大の脅威が「水が不足すること」になった。ですからそれに適応するために、体内にはいろいろな調節系があるのです。

図3 体水分(体液)の区分(成人男性60%の場合)

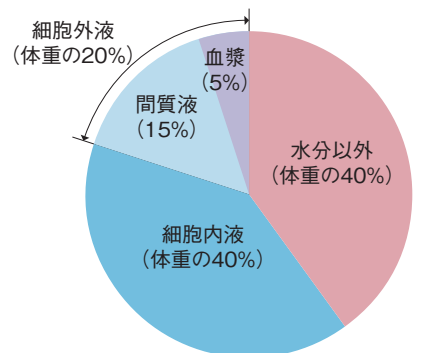
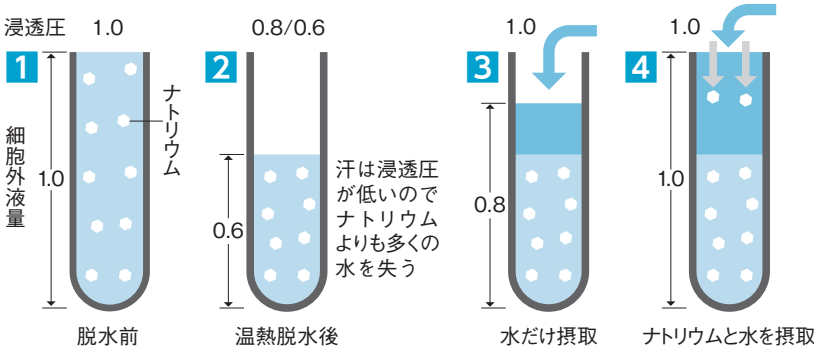


図4 脱水からの水分摂取と細胞外液の変化(イメージ)





【熱中症と水】

# 熱中症を理解して 「水」の摂取で予防する

インタビュー  
目加田優子さん

文教大学健康栄養学部  
管理栄養学科 准教授



Yuko Mekata

中村学園大学家政学部食物栄養学科卒業。女子栄養大学大学院栄養学研究科栄養学専攻博士前期修了。東京農業大学大学院農学研究科食品栄養学専攻博士後期修了。博士（食品栄養学）。二葉栄養専門学校栄養士科講師、東京栄養食糧専門学校管理栄養学科講師、文教大学健康栄養学部管理栄養学科専任講師を経て2016年より現職。研究テーマは「アスリートの栄養マネジメント」。ソフトテニス日本代表をサポート。東海大学、法政大学のスポーツ部も指導。

昨今は気温が40℃を超える地域もある。私たちはどのように気をつけて日々過ごせばよいのだろうか。熱中症や脱水に陥ったときのシグナルなども知っておきたい。陸上競技に取り組む大学生たちを指導している目加田優子さんに、熱中症の予防につながる水の摂取と望ましい食生活などを聞いた。

図1 熱中症とは？

## 熱中症とは？

体液を失って(脱水) 体温を調節できなくなり、異常を起こした状態。酸素や栄養素、老廃物などを体内外で運べなくなる

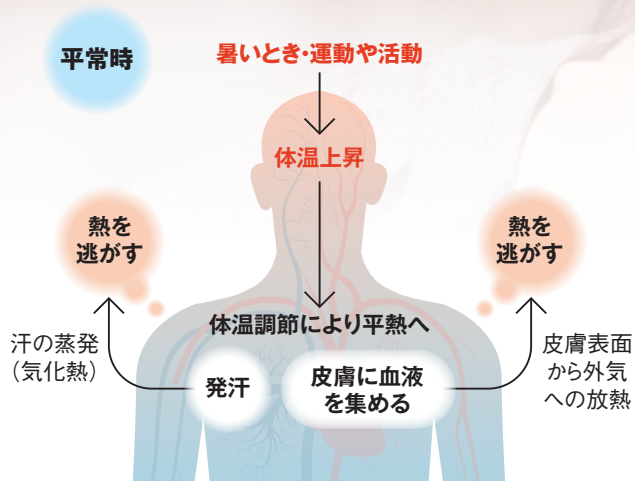
## 熱中症

右の各症状の総称

- 熱失神 …… めまい・ふっと意識が遠のく
- 熱けいれん …… こむら返り・筋けいれん
- 熱疲労 …… 脱力感・吐き気・頭痛
- 熱射病 …… 40℃以上の体温・意識がなくなる

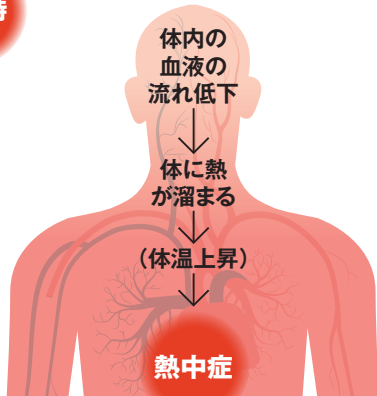
提供：目加田優子さん

図2 熱中症の起こり方



## 異常時

熱産生 > 熱放散



出典：環境省「熱中症環境保健マニュアル2022」



## 体熱を逃がす さまざまな方法

熱中症とは、体のなかの水分、つまり体液を失って体温が上がってしまい、体から熱をうまく逃がせなくなつた状態を指します。目まいや意識が遠のく「熱失神」、こむら返りのように筋がけいれんする「熱けいれん」、脱力感や頭痛、吐き気を覚える「熱疲労」、体温が40℃以上になり脳機能に異常をきたす「熱射病」。これら4つをまとめて熱中症と呼びます。

体熱を逃がす方法はいくつもあります。1つは、体が熱くなると骨の中心部あたりにある動脈や静脈が体の表面に近いところまで少しだけ浮き上がるんです。それによって上がってしまった血液の温度を外気温で冷まそうとします。例えば、お風呂から出ると体表面が真っ赤になつていますね。それはこの働きによるものなんです。2つめは生理的な行動です。人間は暑さから逃れようと上着を脱いで体に風を通そうとしますね。これは「行動性体温調節」と呼ばれています。

そして3つめが「汗をかくこと」です。運動して汗をかいて服が濡れると乾いた服に着替えるの

が一般的ですが、体温は汗が乾くときに下がるので、ほんとうは汗で濡れたまま運動した方がいいんです。汗臭いし着替えたいのは当然です。外で激しく運動する場合はあらかじめシャツを水で濡らしておく方法も効果があります。一方、暑いなかで動いていると、腎臓の上にある副腎から出るホルモン「アルドステロン」が食塩などに含まれているナトリウムを体内に留めるために再吸収しようとしみます。それによって体液量が減らなくなり、結果的に汗が出にくくなるのです。

体内では、水分バランスを整えるために血管の位置を少し変え、薄着になるように促し、汗をかきホルモンによる調節などさまざまなことが行なわれています。

### 熱中症になりやすい時期 と脱水症のシグナル

最近はゴールデンウィークごろから徐々に暑くなりますね。梅雨の気配を感じるような湿度の高い時期に熱中症は起きやすいです。私はアスリートの栄養指導をしていますが、6月になると水分や体温

について説明したうえで「今が一番熱中症になりやすいよ」と警告します。7月以降になれば暑さに体が徐々に慣れる「暑熱順化」が起きますが、その前が実は危ないのです。

熱中症にならないためには汗をかくことがもつとも大切です。ただし、熱中症は体液が少なくなつて起きるので、前述した汗で濡れたシャツで運動する、あるいは運動する前に300〜500mlの水をあらかじめ飲んでおくことも重要です。体液を保持するように気をつければ、熱中症は防げるはずなんです。

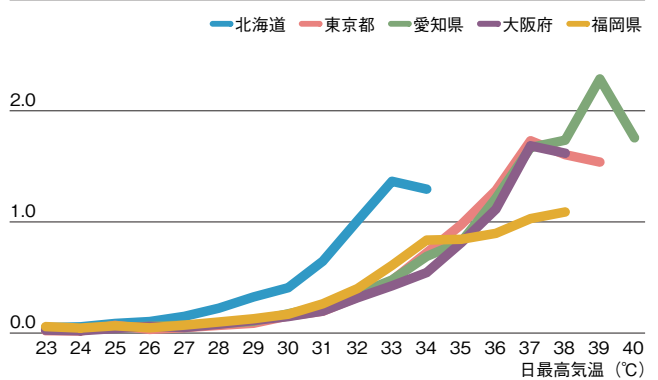
注意したいのは、グラウンドを広く使うスポーツです。サッカーや野球などはベンチが遠いので水分が補給しにくく、つい億劫になるので、試合でも練習でも給水が少なくなりがちです。事前に飲んでおくのはもちろん、運動したあとから寝るまでの間にしっかりと水分を摂って翌日に水分負債を持ち越さないよう指導しています。

また、予防という観点では、熱中症につながるかねない脱水に気を配ることも必要です。トイレの回数が減る、体重が減る、夜中に喉が渇く、便秘になるなど脱水症のシグナルはいくつもあります。私がつも有効だと思うのは、



図3 熱中症搬送数(率)日最高気温別(2008年~2021年)

救急搬送数(率)(人/10万人/日)  
3.0



搬送者数: 消防庁熱中症救急搬送データ(都道府県別)  
2008・2009年=7~9月、2010~2014・2020年=6~9月、  
2015~2019・2021年=5~9月  
気温: 気象庁データ(各都道府県庁所在地。東京都については千代田区)  
北海道以外、日最高気温が30°Cを超えるあたりから搬送数(率)が増えはじめ、  
気温が高くなるにつれて増加する

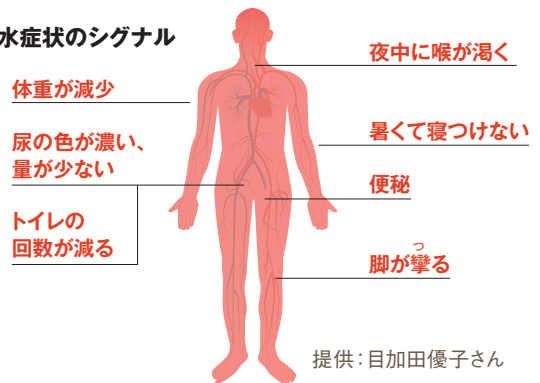
出典: 環境省「熱中症環境保健マニュアル2022」

図4 尿の色レベルチェック



出典: 厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課「あんぜんプロジェクト」  
平成27年度『見える』安全活動コンクール応募作品  
「尿の色で脱水症状チェック」(応募事業場: 宇野重工株式会社)

図5 脱水症状のシグナル



提供: 目加田優子さん

図6 熱中症になりやすい人

高齢者	暑さ、喉の渇きを感じづらい →体温が上がっても気づかない、飲まない
子ども	体の水分代謝や発汗機能が未発達・脱水しやすい
日ごろ運動 していない人	汗をかきづらい・体温調節しづらい
肥満者 防具をつけた運動	上がった体温を体のためやすい
睡眠不足・おなかの調子が悪い・欠食	
お酒やカフェイン を含む飲料が好き	アルコールやカフェインには利尿作用がある
どんな人でも	暑さに慣れていない時期は熱中症のリスクあり

提供: 目加田優子さん

「自分の尿をチェックすること」  
です。色が濃い、量が少ないなど  
は要注意。尿の色についてはアメ  
リカの消防士が使っている脱水レ  
ベルを知るチャートが有名ですが、  
厚生労働省が発表しているもので  
よいと思います。

### 水分を摂らなければ 誰でも熱中症に

熱中症になりやすいのは、世代  
別に考えるとやはり「高齢者」で  
す。先ほどお話しした副腎による

ナトリウム再吸収システムは加齢  
によって壊れやすいのです。また  
高齢者は暑さを感じづらいうえ、  
「夜中にトイレに行きたくない」  
と水を飲むのを我慢する傾向があ  
ります。介護されている高齢者の  
場合、「世話してくれる人に申し訳  
ない」と思うそうですが、遠慮し  
ないでください。我慢して熱中症  
になってしまったら元も子もあり  
ません。命を落とす危険すらある  
からです。

けやすく、体温が上がりがやすいの  
です。また、「日ごろから運動して  
いない人」は汗をかきづらいいので  
体温調節がスムーズにできません。  
あとは「肥満者」ですね。体熱は  
体の深部で起きやすいのですが、  
熱を放散しようとしても皮下脂肪  
が邪魔をするんです。太っている  
人に暑がりが多いのは熱放散が追  
いついていないからですし、口で  
呼吸することが多いのは呼吸で熱  
を放出しているからです。

誰でも熱中症はなり得るもの。  
とにかく水分をしっかりと摂って  
ください。「水とスポーツ飲料、どち  
らがいいの?」とよく聞かれます  
が、元気にスポーツを楽しんでい  
るような人ならば、「ちゃんぽんで  
飲んで」と答えています。アスリ  
ートや脱水症状がある人は経口補  
水液やスポーツ飲料がいいでしょ  
う。ミネラルが入っているスポー  
ツ飲料は速やかに脱水状態の体を  
回復させてくれますし、糖が多少  
入っている方が飲みやすいので、  
水分の吸収率もよくなるからです。  
特に問題なく暮らしている人たち  
は、水やお茶を飲めば十分です。

## とても大事な 食事から摂る水分

普通の人は水やお茶でよいと言いましたが、その前提となるのは「2日3回、しっかり食事を摂っていること」です。実は食事で摂る水分は相当な量なんです。お米を炊いたご飯は水分を含んでいますよね。野菜だって茹でて炒めても食物繊維に水分を含んでいます。とすると、忙しいからといって昼食を栄養補助スナックとお茶1杯で済ませると圧倒的に水分が足りていません。おかずのそろった一汁三菜を食べるとではその差は歴然としています。

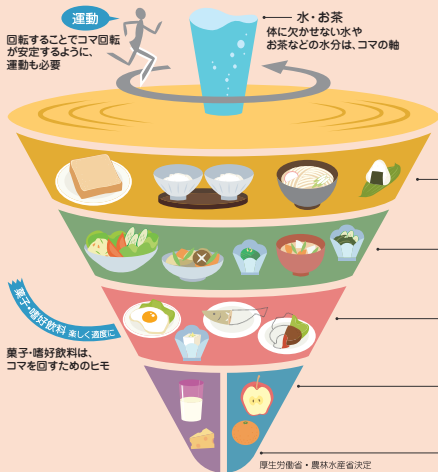


### バランスのよい食事(例)

食事にも水分は多く含まれている。この料理で水分約700g 提供:目加田優子さん

## 図7 食事バランスガイドと記録用シート

### 食事バランスガイド



1日分 ※2200±200kcalの場合

**5~7 主食(ごはん、パン、麺)**

ごはん(中盛り)だったら4杯程度

**5~6 副菜(野菜、きのこ、いも、海藻料理)**

野菜料理5皿程度

**3~5 主菜(肉、魚、卵、大豆料理)**

肉・魚・卵・大豆料理から3皿程度

**2 牛乳・乳製品**

牛乳だったら1本程度

**2 果物**

みかんだったら2個程度

### 「食事バランスガイド」フードダイアリーの例 (中高年1400~2000kcal向け)

出典:農林水産省HP「食事バランスガイド」について

もっともよくないのは食事を抜く「欠食」です。時間がなくて朝食を食べないことがたまにあるくらいならまだしも、毎日続くようであれば水分の摂取不足につながり熱中症になりやすい状態に陥ります。手軽に食べられる冷やし麺なら水分も一緒に摂れますが、おかずも必ず食べてください。あとはトマト、ナス、キュウリなど夏野菜を食べるのはよいでしょう。それは中医学(注)でも言われていることです。中医学は現代の栄養学では説明しきれない部分もありますが、季節

のものを食べるのは何かしらよい作用があるようです。青果店に並んでいる旬の野菜を買って、店主に料理法を聞くのは、熱中症予防のみならず、生活そのものの質を高めるうえでもよいことだと思います。ちなみに野菜の皮にある色素成分が抗酸化作用をもっているところで、機能が研究されているところ。ナスやキュウリは皮をむくと効果がないそうです。食事と水分は切り離されて考えられがちですが、食事を摂ることで水分不足を防ぎ、さらに体調不良の予防にもつながると思います。

そのためにもご自身で何をどれくらい食べて飲んでいるのかを記録してみてください。最短で3日間記録をとれば「食事調査」として成り立ちます。私がお勧めしているのは厚生労働省と農林水産省が定めた「食事バランスガイド」に付随する記録シートを使うことです。年代別など数種類用意されていますのでぜひ試してください。まずは自分がどういう風に食べて飲んで、さらに言えば何時に寝て何時に起きたというところまで記録すると、健康管理という観点から水分の大切さ、さらに生活の質を高める水の摂り方まで見えてくるのではないのでしょうか。

(2023年3月30日取材)

### (注)中医学

中国の伝統医学のこと。薬物療法、鍼灸、養生などが含まれる。



### 【熱中症と水】



【研究・実践】

世界で最先端をゆく

# 日本の暑さ対策研究

スポーツ科学で得た知見は、競技者のパフォーマンス向上に資するだけでなく、趣味でスポーツする人、屋外で労働する人など人びとの生活に役立つ。運動生理学、特に温熱生理学を追究し、暑さ対策に取り組む長谷川博さんに、水や氷を用いた冷却がもたらす身体機能の整え方を聞いた。



## 長谷川 博さん

広島大学大学院人間社会科学研究科教授

### Hiroshi Hasegawa

1971年東京都生まれ。横浜国立大学大学院教育学研究科修了(体育学修士)。東京都立大学大学院理学研究科修了(理学博士)。運動生理学を専門とし、運動及び環境ストレス時における生体反応や身体の適応反応について生理学的手法を用いて分析。研究のキーワードは、熱中症予防、暑さ対策、身体冷却、体温調節、スポーツパフォーマンス。日本スポーツ協会「スポーツ医科学専門委員会スポーツ活動中の熱中症事故予防に関する研究プロジェクト」班員、国立スポーツ科学センター「東京オリンピック特別プロジェクト」研究員などを務める。

## 悔しさと疑問を抱いた 「ドーハの悲劇」

1993年(平成5)秋、日本中が涙したFIFAワールドカップTMアメリカ大会のアジア地区最終予選。日本はあと数分守りきって勝てば出場権を獲得できた状況

だったが、土壇場で点を取られなかった。「ドーハの悲劇」として語り継がれる伝説の試合だ。

その試合を見て悔しさを噛みしめている一人の青年がいた。そして「なぜ最後にバテてしまったんだろう」と考えていた。その青年が広島大学大学院人間社会科学研究科で教授を務める長谷川博さんだ。

小学生のころからサッカーボールを追いつづけ、横浜国立大学の研究室では運動生理学、特に体温調節や暑さ対策に興味を抱く。

「このとき日本代表の選手たちがウインドブレーカーを着て練習していたんです。ドーハの気温は40℃近く、湿度も80%あったにもかかわらず。遠征なので『まず

汗をかこう』とあえて厚着して練習していたのではないかと思いましたが」と長谷川さんは振り返る。

そのころ、暑さに対する研究はまだ盛んではなかった。ところが「ドーハの悲劇」の翌年、財団法人(当時)日本サッカー協会(以下、サッカー協会)が「暑さ対策プロジェクト」を立ち上げる。長谷川さん

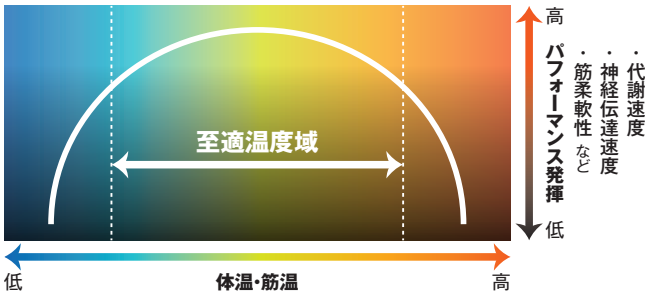
**図1 運動時の熱中症予防のための指針**

出典：公益財団法人 日本スポーツ協会  
「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック(第五版)」

WBGT ℃	湿球温度 ℃	乾球温度 ℃	指針
31	27	35	<b>運動は原則中止</b> 特別の場合以外は運動を中止する。特に子どもの場合には中止すべき
28	24	31	<b>嚴重警戒</b> 激しい運動は中止 熱中症の危険性が高いので、激しい運動や持久走など体温が上昇しやすい運動は避ける。10～20分おきに休憩をとり水分・塩分を補給する。暑さに弱い人※は運動を軽減または中止
25	21	28	<b>警戒</b> 積極的に休憩 熱中症の危険が増すので、積極的に休憩をとり適宜、水分・塩分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休憩をとる
21	18	24	<b>注意</b> 積極的に水分補給 熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の兆候に注意するとともに、運動の合間に積極的に水分・塩分を補給する
			<b>ほぼ安全</b> 適宜水分補給 通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分・塩分の補給は必要である。市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意

- ①環境条件の評価にはWBGT(暑さ指数とも言われる)の使用が望ましい
- ②乾球温度(気温)を用いる場合には、湿度が高ければ、1ランク厳しい環境条件の運動指針を適用する
- ③熱中症の発症のリスクは個人差が大きく、運動強度も大きく関係する。運動指針は平均的な目安であり、スポーツ現場では個人差や競技特性に配慮する  
※暑さに弱い人:体力の低い人、肥満の人や暑さに慣れていない人など

**図2 至適温度域(体温・筋温の変化とパフォーマンス)**



**図3 スポーツ活動時の実践的暑さ対策**

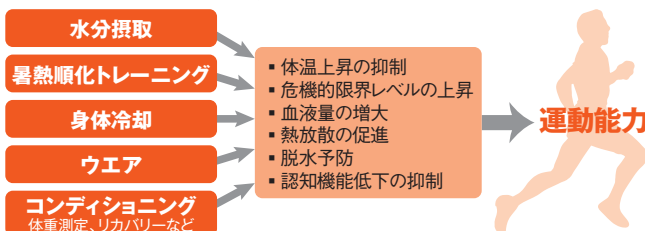


図2、3 提供：長谷川博さん

「暑熱順化は、実験室など設備のあるところで汗をかきながら運動します。もう一つは自然に身を任せること。初夏から体を暑さに少しずつ慣らしていくのです。皆さま

**体を外と内から「冷やす」ことの効果**

「今、世界各国で暑さ対策が注目されていますが、日本はその最先端にいると思います」

「汗をかいて蒸発させること」。ただし、汗をかけばかくほど脱水レベルは上がる。パフォーマンスを高めたいなら水分摂取や身体冷却など対策が必須だ。

「汗をかいて蒸発させること」。ただし、汗をかけばかくほど脱水レベルは上がる。パフォーマンスを高めたいなら水分摂取や身体冷却など対策が必須だ。

「汗をかいて蒸発させること」。ただし、汗をかけばかくほど脱水レベルは上がる。パフォーマンスを高めたいなら水分摂取や身体冷却など対策が必須だ。

「汗をかいて蒸発させること」。ただし、汗をかけばかくほど脱水レベルは上がる。パフォーマンスを高めたいなら水分摂取や身体冷却など対策が必須だ。

**(注1) 暑さ指数**

WBGT(湿球黒球温度)。人間の熱バランスに影響の大きい気温、湿度、輻射熱の3つを取り入れた温度の指標。暑さ指数が28℃(嚴重警戒)を超えると熱中症患者が著しく増加する。

これを機に、長谷川さんは暑さ対策の研究に没頭していく。「サッカー協会が優れているのは、研究や実態調査を深刻に受け止めるところです。1997年に『飲水タイム』が導入されました。その流れはFIFA(国際サッカー連盟)が『クーリングブレイク』として試合中に水を飲む時間を3分設けるなど世界中に広がっていきま

は大学院の先輩とともにサッカー協会へ全国調査を申し入れ、受理される。小学校、中学校、高校の全国大会を巡り、暑さ指数(注1)(図1)と選手たちの生体負担度を調べた。すると、とんでもない暑さのなかで大会が行なわれていること、ほとんどの指導者が水分摂取させていないこと、試合中に選手たちが水をとりに行けないことなどが浮き彫りになった。

**年々厳しさを増すプロスポーツの現状**

「例えはプロサッカーでは選手一人ひとりの背中にGPSが装着され、走行距離やスプリント回数などがすべて記録されます。競技レ

「例えはプロサッカーでは選手一人ひとりの背中にGPSが装着され、走行距離やスプリント回数などがすべて記録されます。競技レ

「例えはプロサッカーでは選手一人ひとりの背中にGPSが装着され、走行距離やスプリント回数などがすべて記録されます。競技レ

「例えはプロサッカーでは選手一人ひとりの背中にGPSが装着され、走行距離やスプリント回数などがすべて記録されます。競技レ

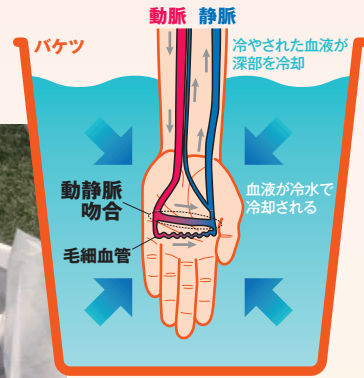
「例えはプロサッカーでは選手一人ひとりの背中にGPSが装着され、走行距離やスプリント回数などがすべて記録されます。競技レ

「例えはプロサッカーでは選手一人ひとりの背中にGPSが装着され、走行距離やスプリント回数などがすべて記録されます。競技レ



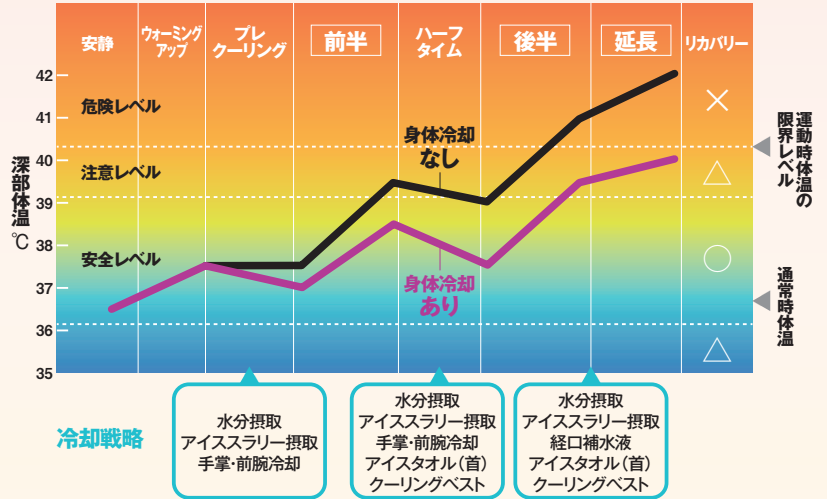
1暑さ指数を測定する電子式装置。屋外ではこの黒球が付いたものを用いるとより正確に測れる 2競技者の体調管理に用いる尿比重屈折計。尿を滴下するだけで尿比重(脱水レベル)がわかる

図5 手掌部の冷却とその効果



広島大学女子サッカー部の暑さ対策。バケツに手を入れてアイススラリーを摂取。体の外と内から身体を冷やす 提供：長谷川博さん

図4 身体冷却の効果



冷却戦略

水分摂取  
アイススラリー摂取  
手掌・前腕冷却

水分摂取  
アイススラリー摂取  
手掌・前腕冷却  
アイスタオル(首)  
クーリングベスト

水分摂取  
アイススラリー摂取  
経口補水液  
アイスタオル(首)  
クーリングベスト

人も真夏よりも晩夏の方がうまく汗をかけた経験があると思います。それは体が暑い環境に適応するからです」

身体冷却には体の外部からと内部から冷却する方法があり、並行することが多い。国立スポーツ科学センターの特別研究員でもある長谷川さんは、2017年(平成29)に新潟で行なわれた国際サッカーユース大会でU-17日本代表チームの身体冷却などを担当した。「選手たちのパフォーマンスを落とさないようにサポートしました。長丁場の大会だと疲労が蓄積してコンディションを落としがちです。体重を量るだけでも選手の体調はわかるので、脱水レベルを把握しつつ水分補給を促しました」

その後もテニスやセーリングの日本代表チーム、サッカーのU-23日本代表のタイで開催されたアジア選手権に同行し、選手たちをサポートした。

身体冷却はどのような効果をもたらすのか。長谷川さんはサッカーを例にこう説明する。(図4)

「ウォーミングアップで体温が少し上がるので試合前にプレクーリングを行います。すると試合前の体温が少し下がって体の『熱貯蔵』に余裕が生まれる。ハーフタ

イムにまた冷やすと後半、延長戦でも運動時の体温の限界レベルは超えない。深部体温の変化を見れば冷却の効果がよくわかると思います」

身体の外から冷やす方法として「手掌・前腕冷却」がある。これは15℃程度の冷水を満たしたバケツに手と前腕を浸すものだ。(図5)

「手のひらには、毛細血管とは別に動脈と静脈が合わさる動静脈吻合(注2)という特殊な血管があります。普段は血管が閉じていますが、いったん血管が拡張すると多量の血液が循環します。ここで手のひらを冷却することで冷やされた血液が静脈を介して全身に冷却効果をもたらします」

静脈を巡って心臓に戻った血液は、今度は心臓から動脈を通じて全身に送り込まれる。だから動静



人工芝でプレーする小学生たち。気温は32℃だが、人工芝に含まれるチップが熱を吸収するので地表温度は50℃にもなる。暑熱対策が必須だ 提供：長谷川博さん

脈吻合を冷やすと大きな冷却効果が得られる。「首筋を冷やせ」とはよく言われることだが、首筋にあるのは深部にある動脈なので実は冷やしにくいそうだ。

**甲子園の「かちわり」から着想した「アイススラリー」**

一方、体の内側から冷やす方法として長谷川さんが推奨するのが「アイススラリー」を飲むこと。

アイススラリーは液体に微細な水の粒が混ざった流動性のある飲みもので、2010年ごろから海外のスポーツ現場で注目されはじめ、長谷川さんもその2年後から研究を始めた。しかし、水を凍らせた水でつくっても味がないのでなかなか飲むことができない。ヒントとなったのは夏の甲子園名物「かちわり水」だった。

「テレビニュースを見ていたら、かちわり水にスポーツ飲料を混ぜて飲んでいる人がいたんです。『それだ!』と思いました」

試行錯誤の末に長谷川さんが考えたアイススラリーは、スポーツ飲料のように糖質や電解質が氷に含まれており少しドロリとしている。水分、糖質、電解質が補給できるうえ、冷水(4℃)との比較

(注2) 動静脈吻合  
動脈と静脈を結ぶバイパスのような血管。掌や頬、足の裏、耳たぶなどの無毛部(むもうぶ)にある。

**図8 アイスマラーのつくり方**



市販のミキサーとスポーツ飲料を用いた作成方法。スポーツ飲料でつくった氷とスポーツ飲料を混ぜる割合は、氷3：スポーツ飲料1～2で、スポーツ飲料の糖度によって割合を調節するとよい。作成したアイスマラーは魔法瓶で保存し、競技現場へ持参し摂取する

**氷とアイスマラー 構造の違い**

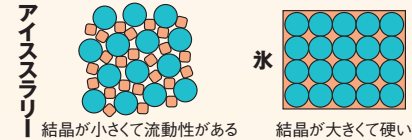
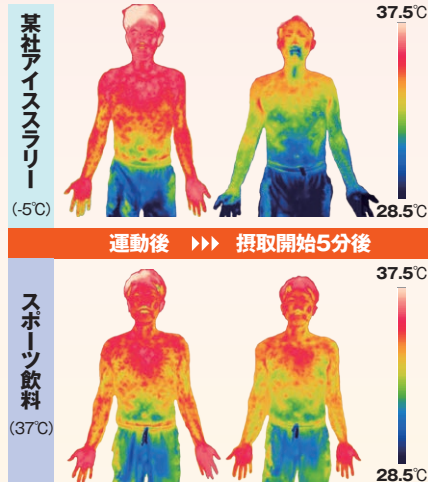
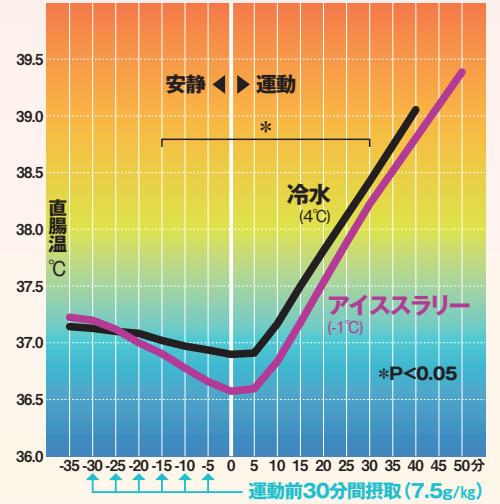


図4～8 提供：長谷川博さん

**図7 アイスマラーの摂取効果**  
(サーモグラフィ画像)



**図6 アイスマラーの摂取効果**



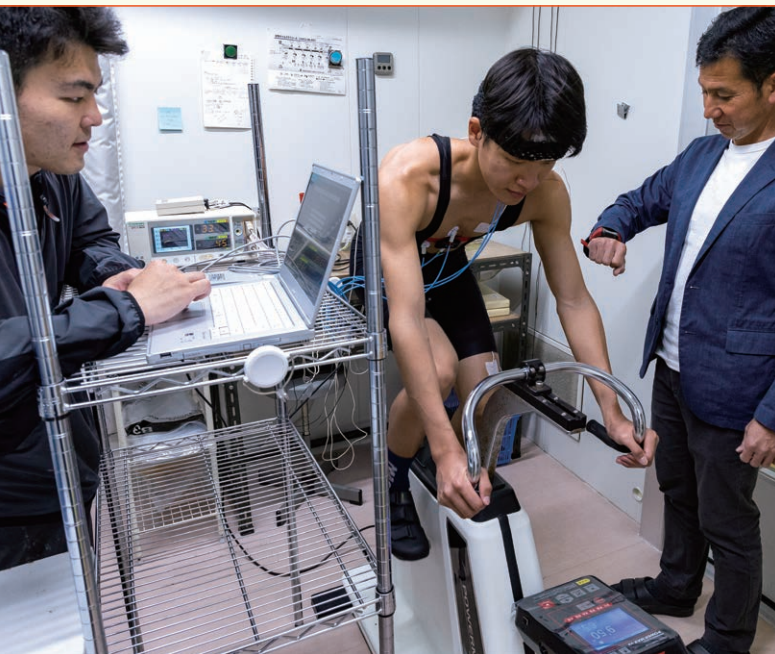
研究室に伺った日、長谷川さんはデータ測定を行っていた。研究室で得た知見を現場で実践することを日々繰り返し返している。「スポーツ科学の分野は研究室だけでは完結しません。ヒントは常

**誰もが安全に楽しくスポーツするために**

「氷だけだとシャリシャリ感が強すぎるのでスポーツ飲料を混ぜるとよいです。最近の保冷ボトルは高性能なので、朝詰めて持つて行っても夕方までもちますよ(注3)」

実験でも、より効果的に体を冷やせることがわかっている。(図6) 「運動後にアイスマラーとスポーツ飲料を飲んでもらって5分後に撮ったサーモグラフィ画像を見ると、体温が大きく違うのがわかります」(図7) アイスマラーを手でもみながら飲むことで、前述の動静脈吻合を冷やすという副次的効果もある。うれしいことに、自宅にミキサーがあればアイスマラーに近いものをつくることができる。製氷容器にスポーツ飲料を注ぎ冷凍庫で凍らせた氷と、スポーツ飲料を3対1の割合でミキサーにかけるのだ。(図8)

実験でも、より効果的に体を冷やせることがわかっている。(図6) 「運動後にアイスマラーとスポーツ飲料を飲んでもらって5分後に撮ったサーモグラフィ画像を見ると、体温が大きく違うのがわかります」(図7)



**実験名称**  
体育会トライアスロン部の選手の暑熱環境下における持続的運動能力および体温・心循環系応答の測定

**実施者**  
よしむらしゅん 吉村 峻さん 4年生

**測定者**  
このしたひろき 神下大樹さん 修士1年(院)

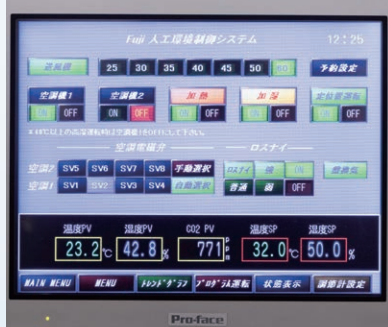
**監修者**  
長谷川博さん

**実験設定**  
室温32℃、湿度50%

「単に熱中症を予防するなら冷房に現場にある。だから足を運んで、監督やコーチ、選手の方々に話を聞くことを大切にしています」 そうして「現場でできるやり方」を模索する長谷川さんは、研究室と現場の往復で得た研究成果を広めたいと考えている。都心部のヒートアイランド現象が深刻化し、熱中症による犠牲者の約8割が高齢者であることにも心を痛める。

「単に熱中症を予防するなら冷房に現場にある。だから足を運んで、監督やコーチ、選手の方々に話を聞くことを大切にしています」 そうして「現場でできるやり方」を模索する長谷川さんは、研究室と現場の往復で得た研究成果を広めたいと考えている。都心部のヒートアイランド現象が深刻化し、熱中症による犠牲者の約8割が高齢者であることにも心を痛める。

(2023年4月18日取材)



上腕、胸部、大腿部、下腿部の4カ所に皮膚温測定装置を装着。直腸温(深部温)、前額部深部温(脳温の指標)も測定。心臓の拍出量「心拍出量(しんはくしゅつりょう)」を測ると心臓から出ていく血液量がわかる。測定した数値はすべてパソコンに入力



**(注3) 保冷ボトル**  
金属製の場合、塩分を含むスポーツドリンクを入れるとサビの原因になる恐れもある。



# 給水が満たす

# 「体」と「心」

暑い夏も寒い冬も日々走りつづけるランナーたちは、水分補給をどのように行なっているのだろうか。長距離走に取り組む大学生たちのトレーニング現場を訪ね、給水方法や日ごろの体調管理について探った。





## こまめな水分補給で 排出分をリカバリー

毎年1月2日と3日に行なわれる東京箱根間往復大学駅伝競走（以下、箱根駅伝）を、新春の楽しみにしていく人は多いだろう。コロナ禍は別として、沿道の声援からその人気ぶりは年々増しているように感じられる。

選手が襷（たすき）をつなぐ場面はもちろん大きな見どころだが、箱根駅伝好きにとってももう一つ見逃せないのが「給水」である。給水員が選手と並走しながらドリンクを手渡しして鼓舞するシーンの裏には、出場大学それぞれのドラマがある。

その箱根駅伝に毎年のように出場している法政大学陸上競技部長距離チーム（以下、法政大学）を取材するため、多摩キャンパスを訪れた。今年の箱根駅伝で、法政大学はシード圏内の7位。タイムでは、大学新記録の好成績を打ち立てた。

トラックには授業を終えた選手たちから集まり、各々アップやストレッチを始めている。400m×10本のインターバル走（注）というハードな練習に取り組む選手

（注）インターバル走 「速く走る」→「ゆっくり走る」という疾走と緩走を繰り返すトレーニング。



# 練習前に給水飲料を用意

練習する選手たちが好きなときに給水できるように用意されたボトル。水とスポーツドリンク、両方を用意

- 1 ボトルに氷を入れる
- 2 水を入れたボトルに水を注ぐ
- 3 スポーツドリンクの粉末を投入



この日は、5月の半ばにもかかわらず気温が30℃近くまで上がり、選手たちにとってこまめな水分補給が欠かせないようだった。「選手たちには、喉が渴いたと感じる前から水分を摂ることを心がけてもらっています」と話すのは、陸上競技部長距離チームトレーナーの鶴田昌也さん。

も控えていた。フィールドで注意深く練習の様子を見守るのは、駅伝監督の坪田智夫さん。坪田さん自身、箱根駅伝を3回走り、2000年（平成12）の第76回大会では2区で区間賞を獲得したランナーだ。

練習中にも水分を摂ることが、の時間帯にも水分を摂ることが、

「特にこれからの季節は、運動時に大量に発汗するので、脱水が起こりやすくなります。ただ、喉が渴いたと感じる時点ですでに脱水は起きているので、その前に水分を摂取しておくことが肝心です。基本的には夏でも冬でも、練習中であるなしにかかわらず、1時間にコップ1杯（約200ml）くらいの水は飲んだ方がいいと選手たちには伝えていきます」



駅伝主務の西沢康平さん。法政大学経済学部  
の4年生



陸上競技部長距離チームトレーナーの鶴田昌也さん。選手たちをケア



コーチを経て2013年4月  
から駅伝監督を務める坪田智夫さん

## 選手たちを指導・サポート

翌日の回復につながるのだという。きちんとリカバリーできているかをみるうえで、練習前後の体重計測は怠らない。

### パフォーマンスを左右する「糖質」の重要性

「運動中の水分補給には必ずあった方がいい」と鶴田さんが話すのが「糖質」だ。水は脱水を防ぐためになくてはならないが、体を動かすエネルギー源である糖質は、ランナーのパフォーマンス向上に大きく関わってくる。

「特に箱根駅伝やフルマラソンなどは、1時間や2時間走りつづけることになりま。その間休みなく糖質を使いつづけるので、途中で補給しなければ運動強度を維持できません。フルマラソンでいえば、最初の5〜10kmは給水しなくても疲労は感じにくいですが、あえてその時点でスポーツドリンクを飲んで糖質を摂っておくことが、後半のスタミナ低下を防ぐことにつながります。だから大会のときの『スペシャルドリンク』には、糖質がたくさん含まれていることが多いです」と鶴田さんは説明する。

含んだ水分の方が胃腸での吸収も速いという。ただし、スポーツドリンクは独特の後味から、運動中に摂ることを苦手とする選手も少なくない。「長い距離を踏むときは糖質を意識しますが、普段は水を飲むことが多いです」と話す選手も。そのため、個人の嗜好性や練習の負荷を踏まえ、水とスポーツドリンクをバランスよく使い分けられているようだ。

糖質の重要性は、食事にも共通する。特に長距離選手は運動中のエネルギー消費が激しいため、糖質を多く含む炭水化物の摂取がケガを防ぐためにも欠かせない。

「寮の食事ではパスタやパンも食べますが、やはり『白米』をしつかり食べることが重要です。白米はグラム数に応じた糖質の量が多いので、補給効率がいいのです。それに、水分を摂る意味でも食事は大切です。だいたい摂取カロリーと同じL数の水分を食事から摂れるので、食事で3500kcalを摂取した場合、約3・5Lの水分を摂ることができま」と鶴田さん。

糖質はエネルギーの主体だが、最近よく見かけるのが「糖質オフ」「糖質ゼロ」を打ち出す文言。鶴田さんによると、糖質を抑えれば脂肪の蓄積は減るものの、かわ

## 集合して練習スタート



1 授業を終えて集合した選手たち 2 軽くジョグしてから各々の練習メニューに移る 3 400mを走り、いったんスピードを緩め、また400mを走るインターバル走を行なう2人の選手 4 首筋に水をかけてリフレッシュ 5 用意されたボトルから水を飲む



## ジョグで体をほぐす

## 繰り返す疾走と緩走



## 水を飲む、体を冷やす



### 「思い」を込めた水は 選手たちのパワーの源

りに体は筋肉を分解してエネルギーをつくり出すため、筋肉量が減ってしまう可能性があるという。糖質制限が、万人にとって「体と健康にいい」とは限らないようだ。

選手たちの水分補給用のドリンクは、マネージャー陣が管理して準備を行なう。毎日5時半からの朝練前、そして午後の練習前に、水とスポーツドリンクをジャグやボトルに入れて準備しておくのが日課だ。マネージャーのリーダーを務める駅伝主務の西沢康平さんが、昨年の夏合宿での失敗談を教えてください。

「その日は午後30km走を控えていたのですが、曇り予報だったので水だけで大丈夫だろうと、スポーツドリンクは準備しませんでした。でも予報が外れてどんどん晴れてきて、これでは選手たちのスタミナがもたないと、練習場所から宿泊先まで大急ぎで車を走らせて準備して戻ってきました」

夏合宿中は選手たちにマイボトルを持たせるそうだが、濃いものが苦手な選手もいるため、ボトルによってスポーツドリンクの濃さを

を变える微調整も欠かさない。そして夏合宿の集大成となるのが、大学三大駅伝の最後を飾る箱根駅伝だ。「今年の箱根駅伝では、給水で初めての試みをしました」と西沢さんは明かす。

「法政大学は、毎年走る選手が給水員を指名するのですが、今年初めてOBを指名した選手が2人もいたんです。卒業して寂しい思いがあったのか、1人は寮で同部屋だった先輩を、もう1人は高校時代から一緒に練習してきた尊敬する先輩を指名しました。給水員は、選手がきつい場面で力を与える重要な存在です。水を手渡して思い思いの言葉をかけるのですが、選手の姿が見えなくなるくらいまで叫んでいました。今年の箱根駅伝の好成績の裏には、この給水の手もあつたのではないかと感じています」

ここ一番で信頼する仲間の思いとともに受け取る「水」は、選手たちにとってかけがえのない力になるはずだ。来年の箱根駅伝では、ぜひ各大学の給水にも注目してみてほしい。

(2023年5月17日取材)



【競技現場】



【感情】

# なぜ人は涙するののか 「アダルトクライング」を考える

体内から排出される水分の一つに「涙」がある。今、悲しい映画や文学に接してあえて涙を流すことで心身ともに元気になるという「涙活」が一部で話題だが、涙は単なる「水分の排出」なのだろうか。大人が泣くこと＝アダルトクライングの機能について研究している石井悠紀子さんに話を聞いた。

## 悲しい時、感動した時に流れる「情動性の涙」

私は現在、大人が流す涙、つまり「アダルトクライング」について研究しています。アダルトクライングについては解明されていないことがとても多いので、それだけにやりがいを感じています。

実は私自身が非常に涙もろい性格なんです。映画を観て感動して泣く程度ならいいのですが、人前で泣きたくないのに泣いてしまうこともあって、なんとか涙をコントロールできないものかという思いがありました。それで涙に着目するうちに、「そもそもなぜ人は涙を流すんだらう」という素朴な疑問をもったのが研究のきっかけです。

涙には、目の表面を潤し保護する「基礎分泌の涙」や、異物が目に入った場合に出る「反応性の涙」もありますが、研究している

のは、悲しい時や感動した時などに流れる「情動性の涙」です。

情動性の涙についてはまだわからないことが多く、これから研究が進んでいくはずです。

ある先行研究では、情動性の涙を、①肉体的苦痛、②喪失や離別、③無力感、④共感や同情、⑤道徳や感傷という5つに分けています。そして肉体的苦痛による涙は成長とともに減り、逆に共感や同情、道徳や感傷による涙は大人になるにつれて増加するとしています。たしかに多くの人は、大人になってから痛みで泣くことは少なく、どちらかというとき感情が高ぶった時に泣いてしまうことが多いと思います。

いま、研究者の共通認識として、涙を説明できるものもとても大きな要因の一つは「性差」です。女性は男性の2倍から7倍も涙を流すという海外の研究もあります。ただし、その理由についてはホルモン

の違いなどさまざまな面から研究されているのですが、はっきりとした結果は出ていないのです。

また、「男が泣くのは恥ずかしいこと」という考えは、日本だけでなく多くの国で見られるので、社会や教育といった要因が大きく影響していることも考えられます。

## 大人の涙が引き出す支援とネガティブ

なぜ私たちは涙を流すのでしょうか。そこにはなんらかの意味、あるいは機能があるはずですよ。私

は情動性の涙の機能を、他者の感情や行動に与える影響（個人間機能）と、本人自身に与える心理的・生理的な影響（個人内機能）という二つの側面から研究しています。

まず個人間機能ですが、赤ちゃんが泣くと周囲の大人が気にかけて、ケアを与えようとしてますよね。このように幼少期の泣きは、他者からの支援を引き出すという、進化的にも重要な機能を有しています。そして、大人の泣きにおいても、この他者から支援を引き出す機能があることが、複数の研究で示されています。

インタビュー  
石井悠紀子さん

東京大学大学院  
教育学研究科  
教育心理学コース  
博士課程 遠藤研究室

Yukiko Ishii

2018年3月お茶の水女子大学生活科学部人間生活学科発達臨床心理学講座卒業。2020年3月東京大学大学院教育学研究科総合教育科学専攻教育心理学コース修士課程修了。2020年4月同大学院博士課程入学。日本学術振興会特別研究員(DC2)、東京学芸大学教育学部非常勤講師、明治大学文学部非常勤講師などを務める。



図1 どちらの人物を「助けたい」と思うか？



涙あり  
涙なし (同一人物)  
提供：石井悠紀子さん

タイプに評価されやすいです。親しい人の前で泣くと理解を得やすいですが、あまり知らない人たちの前で泣くと「何、この人？」などネガティブな評価をされる傾向がみられます。

はたして大人の涙が他者から支援を引き出すか、ネガティブに評価されるかは、泣きの場面や状況によって変わってくるようです。

**情動性の涙を流す動物は人間だけ**

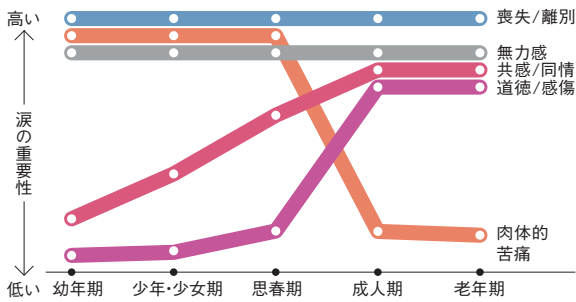
泣くことが本人にどんな影響を与えるのかという個人内機能についても未解明なことが多いです。「泣くとスッキリする」という経験は、多くの人ももっていると思います。いろいろな国で調査しても、ほとんどの国で同じような感覚があることもわかっているのですが、何がどう作用しているのかは科学的にまだ解明されていません。

右の2枚並んだ写真を見てください。同じ顔写真ですが、左側の写真には涙をつけています。実験では、回答者にこの写真を見せて、どちらの人物を助けたいかと尋ねます。すると、涙が付加された人物の方が、支援の必要性が高いという回答が得られました。

大人の情動性の涙は支援を引き出す機能がある一方、涙した人のメンタルの弱さやプロフェッショナル意識の欠如といったネガティブな評価につながることもありま

す。例えば男性の涙は女性よりもマイナスイメージが強く、プライベートよりも職場で泣く方がネガ

図2 「情動性の涙」5つの区分



提供：石井悠紀子さん

関連していて、泣きでリラックスが得られることは示唆されています。ただし解剖学的には、「緊張が途切れた結果として涙が出る」という順番。つまり、泣くからリラックスするのではなく、リラックスするから泣くともいえるわけで、このあたりもさらなる研究が必要です。

図3 落涙後の援助の引き出し・ネガティブ反応と個人差・社会的文脈との関連

	援助の引き出し/ポジティブ反応	落涙へのネガティブ反応	主な実証的証左
落涙した個人	性差	—	(職場で)落涙した男性は泣いている女性よりも感情的で悲しく、能力が低い Fisher et al(2013)
	頻度	低	— Lutjens(1998)
	場面	プライベートスポーツ	職場 Fisher et al(2013) Wong et al(2005)
社会的文脈	職場の落涙理由	日々の仕事のストレス	個人的な問題 白熱した会議 Elsbach & Bechk (2018)
	感情	ポジティブ/ネガティブ	ネガティブ/ポジティブ Zickfeld & Schubert (2018); Zickfeld et al(2018)
	事態の深刻さ	深刻	深刻ではない Fisher et al(2013)
関係性	落涙した個人と受け手の関係性	親しい人	見知らぬ人 Hendricks et al (2008)

提供：石井悠紀子さん

この分野の研究がなかなか進まないのは、動物のなかで情動性の涙を流すのは人間だけだと考えられているからです。動物実験でデータをとることはできませんし、実験で人間を泣かせてデータを集めるのもプロセスが難しい。いざれ研究者が共有できる指標や方法論が開発されれば、研究も一気に加速するかもしれません。

私は涙の研究をすること、泣くことに對するステレオタイプを少しでも払拭したいと考えています。大

人が泣くとしてもネガティブな印象を周囲に与えてしまい、泣いた本人も恥ずかしさを覚え、自分の弱さと捉えがちです。ですから泣くことにもちゃんと意味があることを示せたいと思います。

最近泣くことがストレス軽減につながるということで、涙に興味をもつ人が増え、「涙活」という言葉も少しずつ広まっています。科学的裏づけを検証して涙の理由を広めていくことも、私たち研究者の役目だと感じています。

人間だけがもつ情動性の涙。その機能や役割、感情との関係などわからないことが多いので興味は尽きません。脳科学の分野などとも連携し、私なりの視点で涙の理由を解明していきます。

図2 引用元：Vingerhoets, A. (2013). Why only humans weep: Unravelling the mysteries of tears. OUP Oxford.



【感情】



【雪山】

# ウィンタースポーツこそ 脱水には気をつけて

冬場は、夏とは異なり喉の渇きを感じたり、汗をたくさんかいたりしないため、体のなかの水分が減少しているとは考えにくい。しかし冬場には冬特有の脱水リスクがある。寒冷地でしかも高地で行なうことが多いウィンタースポーツ。その選手らに食事や水分補給に関して指導している石橋彩さんに、冬の脱水リスクやその回避方法を聞いた。



## パフォーマンスを引き出す栄養学

——スポーツ栄養学を目指したきっかけは何ですか。

スポーツと食ることが好きで、スポーツ栄養学に興味をもち、その分野が学べる大学に進学しました。卒業後にいったん就職しましたが、学んだことと現場では乖離することが多く、大学院に入り直してさらに研究を深める道を選びました。

現在は大学で教鞭をとる傍ら、スポーツ選手のサポートも行なっています。現場で困っている課題

を研究し、その結果を現場にフィードバックしています。

——ウィンタースポーツに携わった経緯を教えてください。

2015年(平成27)に研究員として国立スポーツ科学センターに入職して、すぐにノルディックスキー・コンバインドの強化指定選手をサポートすることになりました。ノルディック複合とも呼ぶこの競技はクロスカントリースキーとスキージャンプを行ないます。ジャンプは体重が軽い方が飛距離は出やすく、クロスカントリースキーは筋量が多く体重の重い選手の方が戦績がよいため、両立することが難しく、「キング・オブ・スキー」とも言われています。

## 乾燥している寒冷地では 渇きに気づきにくい

——スキー競技が行なわれる寒冷地では、体内の水分の動きはどの

ようになっているのでしょうか。

気温が低く乾燥している寒冷地では、通常の環境よりも皮膚や呼吸からの水分蒸発量が増加します。トレニングで発汗もしますし、体の内部の温度(深部体温)が低下し、末梢血管が縮小し、深部体温を維持しようとします。その結果、循環血液量が増加し、利尿が促進されるのです。

そもそも、寒冷地では喉の渇きに気づきにくく、トイレに行く回数を抑えたいがゆえに十分な水分補給をしなかったり、すぐに水分補給できない状況もあったりして、冬場の脱水リスクは低くありません。尿量が増えることで、ナトリウムやカリウム、カルシウムなど、電解質と呼ばれるミネラルの損失も増えます。体内の電解質のバランスが崩れると、さらに脱水症状が起りやすくなります。

ちなみに、寒いと体が震えるのは、筋を収縮させて深部体温を上げようとする生理現象です。これにより生体内に蓄積されているグリコーゲン(エネルギー源)が消費されますので、糖質不足にも気がつけたいところ。寒冷地では食欲が



スキー、スノーボードをはじめとするスノースポーツ。寒冷かつ高地で行なうため、平地とは条件が異なる

Aya Ishibashi

2018年立命館大学スポーツ健康科学部博士課程修了。博士(スポーツ健康科学)。2015年から5年間、国立スポーツ科学センター研究員を経て、日本学術振興会 特別研究員PD(東京大学大学院)として活動。2023年より現職。資格は管理栄養士、公認スポーツ栄養士、IOC Diploma in Sports Nutritionなど。全日本スキー連盟情報・医・科学委員会委員。



落ちがちなので、香辛料などを活用して食欲を高める工夫も必要です。スキー場のレストランの定番メニューにカレーライスがありますが、香辛料で食欲を誘い、糖質も摂れることから、実は悪くない食事といえます。

——雪山の多くは高地ですが、高地の影響はありますか。

高地の低酸素環境下でも寒冷地と同様に、呼吸と尿からの水分損失が増加するうえ、エネルギー消費も多くなり、水分と電解質の損失が増えます。高地でのトレーニングは、さらに脱水のリスクが高まるといえます。

高地では体内でヘモグロビンの産生が増えることから、有酸素能力(全身持久性能力)を高めることが

期待できます。食事面では、ヘモグロビンの材料となるたんぱく質と鉄の両方を摂取することが重要です。また低酸素環境下では、酸化ストレスが増えるため、酸化ビタミンも摂取するようにできるとよいです。

体から失われた水分は  
しつかり補うことが肝心

——アスリートに、水分補給に関してどのようなアドバイスをしてどのようなアドバイスを？

特に運動中は水ではなく、スポーツドリンクを飲むように指導しています。スポーツドリンクは損失したミネラルを補い、水より吸収率も高くなります。飲む量はトレーニングの前後で体重を量り、減った分を補うようにします。体重を2%以上減らすと、パフォーマンスを低下させるリスクが高くなります。体重50kgの選手なら、1kg以上減らさないようにします。脱水予防のためには、尿の色や

尿比重もポイントで、尿に含まれる物質の比重を尿比重計で測ることも水分補給が十分にできているかどうかを確認できます。

基本的には練習の4時間前から2時間前までに自分の体重1kg当たり5〜10ml、つまり体重50kgの選手なら250〜500mlの水分を補給してからトレーニングすることを心がけていただきたいです。体を冷やしたくないときは温めたスポーツドリンクを飲むことも有効です。

——雪山の競技で得られた知見で、私たちにも役立つことがあれば教えてください。

冬場でも単に自覚しづらいうえ、喉の渇きは起こっています。一般の人がウインタースポーツをされる場合、厚着していることが多いので、競技者よりも発汗量はむしろ多い可能性が高いです。尿の色のカラータキョート(P10参照)を参考にしたりして、失った水分をすぐに補うことを心がけてください。

「スポーツドリンクは甘さや苦味、後味の悪さを感じるから苦手」と



坂を登るクロスカントリースキー選手。ノルディックスキー・コンバインド(ノルディック複合)はクロスカントリースキーとスキージャンプの2種目で競う

いう方も多いと思いますが、その場合はスポーツドリンクを水で薄めたうえで、塩をひとつまみ加えれば大丈夫です。

発汗量が少ない冬場は、飲んだ水分は排尿で調節されます。トイレに行く回数を減らしたいなら、一度にたくさん飲むのではなく、少量ずつ回数を多く飲んだ方が尿量は少なく済みます。

ウインタースポーツに限らず、冬場でも脱水しているということ意識して、運動する前後はしっかりと水分補給をしてください。

(2023年5月9日取材)



【雪山】



# 山登りに必要な飲水量と 欠かせない塩分補給

一歩ずつ地面を踏みしめて頂を目指す登山。登りきったときの爽快感は言葉では言い尽くせない。登山は高所を目指すため、平地とは異なる環境となるうえ水場も限られる。脱水が進みやすく、夏場ならば熱中症の危険性もはらんでいる。登山を安全に楽しむための水分補給に関しては何点に注意が必要なのか。登山に関する運動生理学の第一人者である山本正嘉さんに、持参すべき水の量や水補給に関して注意すべきポイントなどを聞いた。







インタビュー  
山本正嘉さん

鹿屋体育大学名誉教授

Masayoshi Yamamoto

1957年神奈川県生まれ。東京大学大学院教育学研究科修了。博士(教育学)。専門は運動生理学とトレーニング学。中学生で登山をはじめ、日高山脈の単独無補給全山縦走、シブリン北稜の初登攀、アコンカグア南壁のアルパインスタイル登攀、ヒマラヤ山脈のチョーオユーの無酸素登頂などを成し遂げた。1998年鹿屋体育大学助教授、2005年同教授、2023年3月に退官。著書に『登山の運動生理学とトレーニング学』など。

## 縦走で身に染み込 水のありがたさ

植物が好きで、中学生のときに山の植物が見たくなり、一人で秩父の山に登りました。それが山との出会いです。高校1年生の夏、新潟と山形の県境にある朝日連峰というハードな山の縦走に出かけました。一人で泊まりがけの山行をするのは初めて。ベテラン登山家でも経験だけに頼っていた時代で、「水を飲みすぎるとバテる」など真逆の誤った迷信が広まっていた。私も1Lの水しか携行せず、猛烈にバテてつらい思いをし、銀玉水ぎんぎょみずという水場にたどり着いたときは、生き返る心地がしたものです。

そんな経験が刷り込まれ、大学の体育学科で学ぶうち、登山にも

人体のしくみの科学的な知見が必要だと考えたのが、登山の運動生理学やトレーニング学に取り組んだきっかけです。大学生だった1980年代初頭から、陸上や競泳などオリンピック種目を中心に運動生理学の知見がスポーツに導入されはじめました。それを私は登山にも適用したわけですが、登山界にそうした知見が浸透したのは、およそ10年遅れています。というのも「登山は命を賭して行くのだから一般的なスポーツとは違う」との通念が根強く残り、科学を軽視するきらいがあったからです。しかし、8000m峰の無酸素登頂など登山が先鋭化していくと、運動生理学の基礎を無視したら地力や根性や気合だけではまったく通用しないことが痛感されるようになり、登山界も関心をもつようになりました。

## 生死の境をさまよった 南米最高峰の登頂

1981年(昭和56)、禿博信さん(注)と二人で、南米アンデス山脈の最高峰アコンカグア(6959m)の南壁である岩と氷の断崖(標高差約3000m)を5日間で登った際、2日目の夜にコンロが壊れました。氷雪を溶かして水を得られなくなったので、パウダー状の宇宙食「マウンテンハウス」も溶かして食べられず、3日間、飲まず食わずを強いられました。

れました。

足指の感覚を失いながらも禿さんが登り切り引つ張り上げてくれたおかげで私は生きています。高所では酸素が少なく呼吸が激しくなることに加え、空気も冷たく乾燥しているため、呼吸から多くの水分が奪われるのです。生死の境をさまよったこの経験も、運動生理学の研究を登山にフィードバックする強いモチベーションになりました。

## 軽登山でも1.5Lの水 塩分補給も欠かせない

行動中のおおよその脱水量(ml)は「体重(kg) × 行動時間(h) × 係数5」という式で推定できます。例えば体重60kgの人が1時間歩けば300mlの脱水です。トータルで6時間かけて、整備された登山道を軽装かつ標準的なペースで登り下りするとしたら1.8Lの水が必要ということになります。ただし、登山者の場合、マラソン選手並みの体力のある人もいれば、運動不足の人や高齢者、子どもなどもいます。そのような多様

(注)禿博信さん

中国・ヒマラヤのチョゴリ(K2 8611m)無酸素登頂など偉業を達成。日本人初のエベレスト峰(8848m)東南稜、無酸素登頂に成功したものの下山中に滑落逝去。享年32。

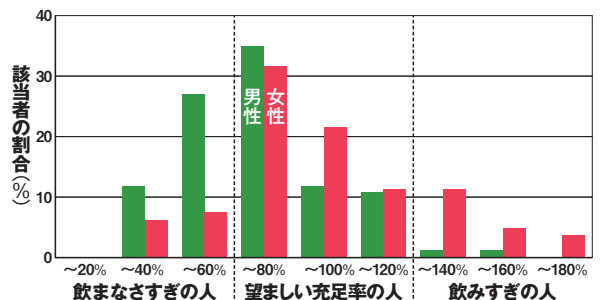
屋久島の登山道を歩く人たち。水補給はとことところにある水場が頼りだ

図1 レベル別にした水分補給の指針

レベル	下界でのスポーツや運動の場合	登山の場合	脱水の許容範囲	行動中の水分補給量(ml)を求める式
1	健康のために運動やスポーツをする人	健康のために登山をする人、初心者、中高年、子ども、体力の弱い人	体重の1%まで	5XY-10X
2	一般的なスポーツ選手	十分な体力と経験を身につけている登山者	体重の2%まで	5XY-20X
3	長距離走選手のように持久力のトレーニングを十分に積んだ人	アルパインクライマーやトレイルランナーなど、ハードな登山に慣れた人	体重の3%まで	5XY-30X
4		遭難時など、やむを得ず水分が制限される場合	体重の5%まで	5XY-50X

一般的な登山者はレベル1の指針を用いる。Xは体重(kg)、Yは行動時間(h)を表している。体重60kgの人が標準的なペースで6時間の登山をした場合は「 $5 \times 60\text{kg} \times 6\text{h} - 10 \times 60\text{kg} = 1200\text{ml}$ 」となる 提供：山本正嘉さん

図2 登山者はどれくらいの水を飲んでいるのか？



男性65名(平均年齢64歳)と女性62名(同59歳)に「春や秋などの暑くない季節に、上り3時間、下り2時間の合計5時間のコースを標準タイムで歩くとした場合、どのくらい水を飲むか」とアンケート調査した結果。望ましい充足率の人は多いが、少なすぎる人、多すぎる人もいる 提供：山本正嘉さん

図3 健康や体力に及ぼす登山の効果

**気候・地形療法の効果**

- さまざまな環境刺激による健康増進の効果
- 不整地面での歩行による脳神経系の改善

**坂道のり**

- 心肺能力の改善
- 筋や骨の強化
- 速筋線維の強化
- 脂質代謝の改善

**坂道のり**

- 筋や骨の強化
- 速筋線維の強化
- 糖質代謝の改善

Mt. Aerobics

**運動強度が適度に高い × 運動時間が非常に長い**

- 心肺機能や筋力を改善する刺激が大きく、体脂肪の減量効果も大きい

登山を上手に行なえばさまざまな意味で健康により効果をもたらす。ただし、不適切に行なうとダメージも大きい。そのため、運動処方に関する知識が不可欠 提供：山本正嘉さん

性を考慮し、水分補給の指針を4つのレベルに分けました。一般的登山者は右表(図1)の「レベル1」の指針を使うとよいでしょう。この場合、脱水の許容範囲は体重の1%まで。体重60kgの人なら、 $60\text{kg} \times 6\text{h} \times \text{係数}5 - \text{係数}10 \times 60\text{kg} = 1200\text{ml}$ という計算になります。安全で快適な登山のためには、1リットル程度程度の水なら軽く持って登れるくらいの体力をつけておくべきです。人体には「自発的脱水」と呼ばれる現象があります。汗をかくと水だけでなく塩分(ナトリウム)も失われますが、このとき真水だけ飲んでいて体液中の塩分が薄まり、脳は脱水が解消したと勘違いし、

口<sup>こう</sup>渴<sup>かつ</sup>感を止めてしまうのです。ほんとうは危険な状態なのに喉は渴いていない。だから水分と同時に塩分の補給も欠かせません。

**意識的にゆっくり登る 週1回の低山登山を**

標高にかかわらず一般的な登山コースを8時間歩くエネルギー消費量は、なんとフルマラソンの走破時と同じです。市民マラソンのランナーは大会に備えて走るトレーニングをします。一方で、何もしない運動不足のまま、レジャーで山に登る人も少なくありません。安全で快適な登山をするには、ランナーと同程度のトレーニング

が必要です。それには週に1回、トータルで500mの高低差がある低山や丘陵地を登り下りすること。月に4回で2kmの登り下りが、フルマラソンを完走するための最低基準とされる月間60kmの平地ランニングに相当します。スクワットなどの筋トレも欠かせません。登山に必要な体力は持久力と筋力ですが、あえていうなら筋力のほうが大切。特に筋力が重要になるのは下りで、足の速筋線維という素早く力を出せる筋肉を使います。これは加齢により衰えやすい筋肉で、中高年に多いのは、速筋線維を鍛えず弱ったまま登るから下りでどうしようもなくなり転んでしまう事故です。

また、山を登るペースが速いとバテます。1時間に300〜350mの上昇率が安全・安心な標準ペースですが、中高年を対象に調査したところ、男性で600m、女性でも500m程度で登っている人が多い。これは駅の階段を上がるよりも若干遅い程度。登山でも日常生活の癖が出てしまうのですね。人と会話しながら歩けるくらいのペースでいいのです。また、水の賢い節約法や新聞紙で暖をとる方法など、登山技術の知恵は震災などの非常時にも役立ちます。水分補給やペースなど生理学的な基本を心得たうえで、スポーツとしての登山を安全に楽しんでほしいですね。

内蔵助氷河の調査でガレ場を下る。速筋線維を鍛えておかないと下りはかなり危険

(2023年4月28日取材)



【登山】



【水分計算】

計算で導き出される

1日に必要な「水分量」

国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所（NIBIOHN「ニオオン」）は、国際共同調査によって「ヒトの体の水が1日で出入りする量」を予測する「計算式」を発明し、2022年（令和4）11月に米国『Science』誌に発表した。この計算式により、例えば災害時に必要な飲料水の量などを算出することができる可能性も出てきたという。

国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 身体活動研究部 運動ガイドライン研究室 室長の山田陽介さん



図1 水の代謝回転を算出する原理についての概念図

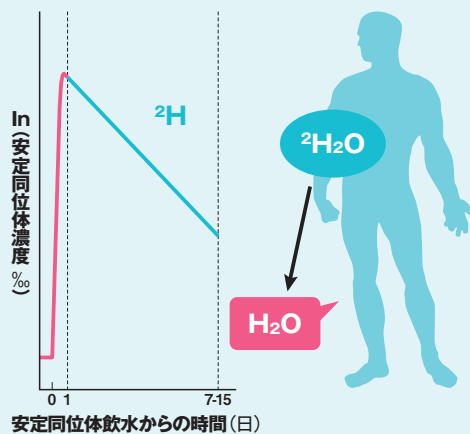


図1~5 提供：国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所

図2 年齢と体水分の代謝回転率の関係(平均値)

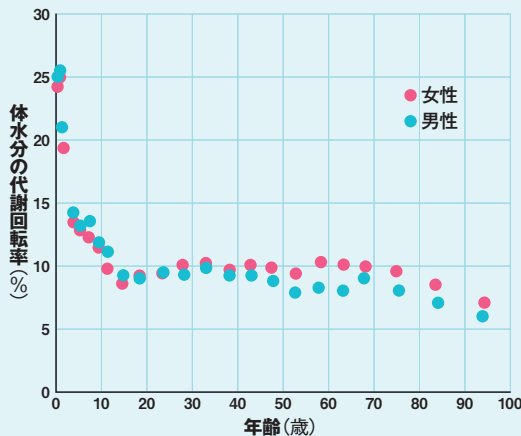
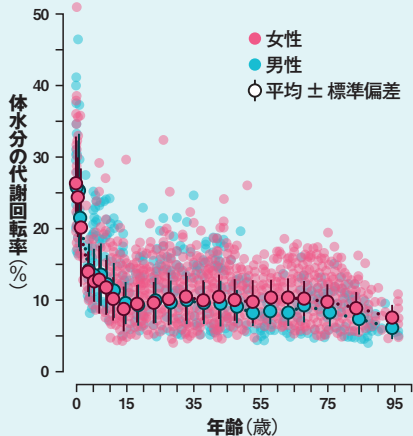


図3 年齢と体水分の代謝回転率の関係(個体値と平均値)



### なぜ水分を補給しないと3日も生きられないのか

人間が生きていくために水が必要不可欠なことはいうまでもない。過去の研究から、人体のうちどれくらいの割合が水で構成されているか(体水分量)は明らかになっていた。体水分量は、乳児では身体の約60%、成人男性では約53%、成人女性では約45%だ。

だが意外なことに、どれだけ水分量が人の体を出入りしているかは正確にわかっていなかった。それを定量的に把握すれば、人体から1日に失われる水、すなわち1日に必要な水分量を算出できる。国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 身体活動研究部 運動ガイドライン研究室 室長の山田陽介さん、同研究員の吉田司さんは、早稲田大学、京都先端科学大学、筑波大学ならびに米国・英国・中国・オランダ等の研究機関の研究者と共同して国際的な調査を行なった結果、人体における1日の水分の出入り(以下、水の代謝回転)を予測する式を世界で初めて発明し、2022年(令和4)11月25日に米国『Science』誌に発表した。

この研究により、平均して成人では体水分量の約10%にあたる水分が1日で失われることがわかった。人間は食べものを摂らなくても最長で数週間は生きられるが、水分を補給しないと3日で命が危ないといわれる。これは水の代謝回転が非常に速いためであることが初めて科学的に裏づけられた。

### 10日前の自分と今の自分は別人

今回の研究成果に至った背景について山田陽介さんはこう語る。「栄養価の研究は主としてアンケート調査に基づいていました。しかし、例えば肥満の人は実際に食べている量より少なく回答するなど、その正確性に疑問がありました。1990年代から、水素と酸素の安定同位体の比率を測る二重標識水法(後述)という手法が安価に使えるようになり、それで二酸化炭素の体外排出量を調べるとエネルギー消費量を正しく計測できます。これにより、食事記録やアンケートなど主観的な方法の疫学調査で推測していた従来の『栄養所要量』が、客観的で正確な『食事摂取基準』に改訂され、科学的なデータに基づいた栄養改善がで

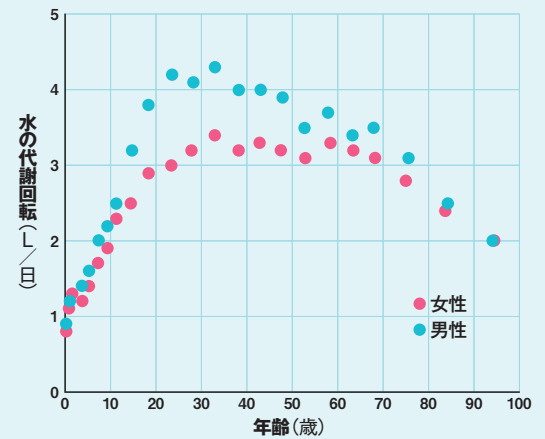
きるようになったのです」

たんばく質、炭水化物、脂質といった栄養素については摂取基準量が明確になった。しかし、重要な栄養素の一つなのに水については見過ごされていた。山田さんが二重標識水法によって水の代謝回転を初めて明らかにしたのだ。自然界には100種類以上の元素がある。同じ原子番号の元素でも、中性子の数が違うため質量数が異なるものを同位体という。なかでも放射能を發せず自然界に安定して存在する同位体が安定同位体。二重標識水法とは、水分子を構成する水素と酸素の安定同位体を標識に用いた測定方法のことだ。「水の代謝回転の測定に使うのは水素の安定同位体(重水素)です。普通の水のなかには質量数2の重水素が約0.015%、含まれています。この重水素のみの水を約5ml飲んでもらい、一時的に体内の重水素の値を高くするのは、飲む前と飲んで後、1~2週間後の3回、尿を採取して、ごくわずかな増減を高感度に測定できる『安定同位体比質量分析計』にかかります。すると体水分量を正確に測れ、重水素の増え方、減り方の傾きから水の代謝回転率が算出できるのです」

図5 水の代謝回転の計算式

$$\begin{aligned}
 & [1076 \times \text{身体活動レベル}] \quad \text{身体活動レベル} \\
 & \quad \text{座位中心な場合1.5、平均的} \\
 & \quad \text{な場合1.75、高い場合2.0} \\
 + & [14.34 \times \text{体重(kg)}] \\
 + & [374.9 \times \text{性}] \quad \text{性} \\
 & \quad \text{女性0、男性1} \\
 + & [5.823 \times \text{1日の平均湿度(\%)}] \\
 + & [1070 \times \text{アスリート}] \quad \text{アスリート} \\
 & \quad \text{非アスリート0、アスリート1} \\
 + & [104.6 \times \text{人間開発指数(HDI)}] \quad \text{HDI} \\
 & \quad \text{先進国0、中間的な国1、} \\
 & \quad \text{発展途上国2} \\
 + & [0.4726 \times \text{標高(m)}] \\
 - & [0.3529 \times \text{年齢の2乗}] \\
 + & [24.78 \times \text{年齢(歳)}] \\
 + & [1.865 \times \text{平均気温の2乗}] \\
 - & [19.66 \times \text{平均気温(°C)}] \\
 - & 713.1 \\
 \hline
 = & \text{水の代謝回転 (ml/日)}
 \end{aligned}$$

図4 年齢と水の代謝回転との関係 (平均値)



水の代謝回転率、すなわち体水分量に対して1日に出入りする平均的な水分量がどれくらいかは、身体活動レベルや気温・標高などの自然環境、生活環境、年齢・性別・体重などの要因もかわるから、世界中の数多くの人たちのデータをとりないと正確に把握できない。

「国際的な共同研究により過去のデータも含め、23カ国に住む生後8日の子から96歳の高齢者まで男女5604名を対象に調査しデータベース化しました。その結果わかったのは、年齢と水の代謝回転率の関係という点、平均して乳児は1日で体水分量の約25%も成人でさえ約10%が代謝回転、つまり出入りしています。極論すれば成人の体内の水は10日で全部、入れ替わります。こと水に関しては『10日前の自分と今の自分は別人』ともいえるのです」

### 1日に必要な水分量を予測できる式を發明

高温多湿の環境だと水の代謝回転は高い値を示す。極端に寒い場合や、北極圏で生活していても同様に水の出入りが多くなることが、今回の研究で初めてわかった。

身体活動レベルが高い人やアスリート、妊産婦、筋肉量の多い人も水分が速く失われる。年齢や体格に加え、社会環境やライフスタイルなどの要因も水の代謝回転率に影響を及ぼしている。

また、発展途上国の人が高い値だったのは、農作業などで身体活動量が高いのが理由の一つと考えられるが、「先進国との生活環境の違いもあるのではないかと山田さんは推測する。

「先進国のように、外気温に影響されず気温が常時20℃程度にコントロールされている快適な環境で生活していると、水の摂取量は少なく済みます」

こうした各種の要因が水の代謝回転に与える影響度を明らかにする計算式を發明したのが、今回の研究の最大の成果だ。この予測式(図5)に各々あてはまる数値を入れていけば、水の代謝回転量の値、

つまり1日に何mlの水分が必要なのかわかる。

「ただし注意すべきなのは、例えば4Lという値が出たからといって4Lの水やお茶などの水分を摂取する必要はありません。その約40%の1・6L程度が目安。なぜなら、残り60%の水分は食品中の水や、エネルギー代謝の過程で産生される水などで補えているからです」

健康との関連を調べることは今後の大きな課題であるが、さまざまな環境下での脱水症や熱中症の予防、腎臓病などの疾病の予防に適切な水分量を求めることが期待できる。また、災害時の飲料水確保や、人口増加や気候変動による水不足の予測モデルの構築にも役立つだろう。

「特定の遺伝子の有無や腸内細菌の種類、あるいは食習慣・食文化によっても適切な水分摂取量は違うはず。この式から外れるそうした個別の要因が水の代謝回転に与える影響についても、明らかにしたいです」と山田さんは意気込む。

(2023年4月13日取材)





【汗と水温】

# 「汗をかく」ことで 夏に強い体を取り戻す

インタビュー

田中英登さん

松山大学特任教授/  
横浜国立大学名誉教授



Hideto Tanaka

1957年生まれ。医学博士(大阪大学)。体育学修士(筑波大学)。1983年筑波大学大学院修士課程健康教育学科修了。大阪大学医学部助手、横浜国立大学助教授、米国デラウェア大学客員研究員を経て、2004年より横浜国立大学教育人間科学部教授。専門は環境生理学(温熱環境)、運動生理学。16年間指揮した野球部監督を昨秋勇退。2023年4月より現職。著書に『知って防ごう熱中症』など。

今は運動しているときには積極的に水分を摂ることが常識となっている。しかし、かつてはそうではなかった。ある一定の年齢以上の人たちは「運動中に水は飲むな」と言われた記憶があるはずだ。それはいつから変わったのか。また、運動中に水分を補給するとしたらどれくらいの温度の水を飲めばよいのか？ 環境生理学(温熱環境)と運動生理学を研究し、横浜国立大学硬式野球部を16年間指導していた田中英登さんに聞いた。

## 「運動中に水は飲むな」 日本だけじゃなかった

かつての「運動中に水を飲むな」の由来を教えてください。

日本だけでなく、実は欧米も水分摂取を制限されてきました。

まず日本の場合、江戸時代の儒学者、貝原益軒が著した『養生訓』の影響があったようです。儒教の教えには「我慢することの美しさ」があります。食べすぎや飲みすぎは体によくありませんが、水も飲まないで我慢した方がいいと取り違えた先人がいたのでしよう。

しかし、それよりも重要なのは戦中の軍事的対策です。軍が遠征

する際、飲み水はきわめて重要でした。戦闘相手が毒を流して退却したかもしれないので危険なので持参せざるを得ませんが、水を大量に運ぶと体に負担がかかる。そこで「水はなるべく飲むな、我慢しろ」と命じられました。

その流れが戦後も受け継がれます。体育の授業は整列や行進を見てもわかるように軍事教育の影響が色濃く、「運動するときは水を飲んではいけない」という教えも残ってしまっただけです。

私たちはこれを日本独自のものだと思いがちですが、欧米諸国でも軍隊体制下における水の価値は日本と同じで、「動くときには水を飲まない」という風習が1960

年くらいまで残っていました。ところが米国でアメリカンフットボールの試合中に熱中症で選手が死亡する例が相次ぎ、あるチームと医者がスポーツドリンクを開発しました。それが1965年(昭和40)のことです。

日本では1970年ごろ、あるマラソン大会で相当数のランナーが搬送され、3名が亡くなりました。そこで調べたところアメリカの研究報告から「水は飲まない危険」ということが初めて認知され、水分摂取の研究が始まりました。

1970年代半ばのことです。その後はあらゆる競技で同時に導入されたのではなく、いち早く取り入れた競技もあれば、199

## 熱中症予防のための 適水温は「5℃～15℃」

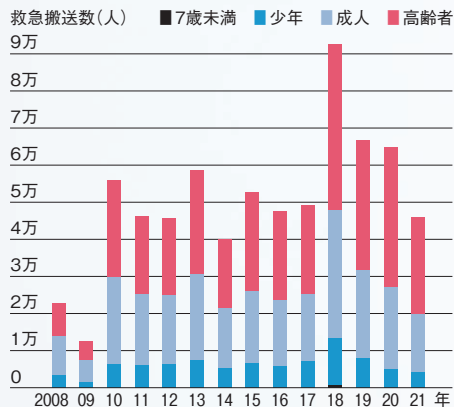
熱中症予防に適した飲料の水温を研究されていますね。

アメリカスポーツ医学会のガイドラインではスポーツ活動中の水分補給の水温を「5℃から15℃」

0年代後半まで取り入れなかった競技もありますが、熱中症の危険性が広く知られるようになり、今は「運動中に水を飲むのがあたりまえ」の時代になりました。

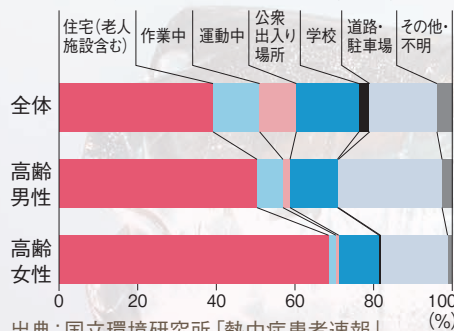


図1 熱中症による救急搬送数(6~9月)



※2008年と2009年は7~9月  
 ※7歳未満=新生児+乳幼児/少年=7歳以上18歳未満/成人=18歳以上65歳未満/高齢者=65歳以上  
 環境省「熱中症環境保健マニュアル2022」を参考に編集部作成

図2 発生場所別の熱中症患者数(割合)



出典：国立環境研究所「熱中症患者速報」平成27年度報告書

としていただきました。日本体育協会(現日本スポーツ協会の「熱中症予防運動指針ガイド」にも「5℃から15℃」と記載されていた。私は「その温度にはどういう根拠があるのだろうか」と思い検討したのです。これを言うと驚く人が多いのですが、水を飲むとき、実は水温が低い方が、体への吸収率は高いのです。熱中症予防の観点からは水が冷たい方が体を冷やす効果もあります。さらに大学生を対象に、5℃、10℃、15℃、20℃と4種類の水温を用意して、暑い環境下での水温が飲みやすいのか調べたところ、10℃から15℃の水がもっとも多く飲まれ、また「飲みやすい」という回答を得ました。

ただし、高齢者は年齢が上がるにしたがって冷たい水を嫌う傾向が強い。絶対に5℃から15℃でなければいけないわけではなく、暑熱障害を予防するにはとにかく水を飲むことが最優先です。20℃や25℃でも構いませんので、飲む量を確認することが大切です。

「汗」からつながらる  
 温度感覚と飲水機能

夏を乗りきるために、特に高齢者が気をつけるべき点は？

体温調節にかかわる他の機能も衰えていきます。例えば「温度感覚機能」。暑いと感じるのは皮膚の温度センサーが感知しているから「暑い、汗をかこう」となるわけですが、温度を感じする細胞自体の機能が下がると暑さ寒さの情報を脳に伝えづらくなります。もう一つは「飲水機能」。喉が渇くと、自然に水を飲もうとしますね。ところが、飲水機能が下がると脱水に陥っているのに水が欲しいと思わなくなるのです。汗をかく機能、温度感覚機能、飲水機能、この3つの低下が熱中症を起こすポイントです。ただし、汗をかく機会を増やすことで、高齢者でもこれらの機能は回復しますからあきらめないでください。機能が回復するまでの間は「30分に1回はコップ半分の水を飲む」など習慣化するとよいでしょう。

室内における注意点は？

高齢者は温度差の影響をより受けやすいえ「冷房嫌い」が多い世代でもあります。昔の冷房はオンオフの機能しかなかったので、急速に体が冷えて風邪をひくなど体調を崩す人が多かった。そのため高齢者は冷房をなるべくつけないようにします。また冷たい気流が直接体にあたると、高齢者は皮膚温が低下しやすいので、気温や湿度がわかるデジタル温度計を各部屋に置いて、「何℃になったらエアコンをつける」など決めておくといいでしょう。

飲みものはどうでしょう？



汗と水温

(2023年4月24日取材)

忘れがちだがそもそも

# 私たちは「動物」だ

## 季節外れの暑さと 喉を通る水の記憶

まだ風薫る季節のはずである5月半ば、関東地方も35℃に迫る暑さに見舞われた『水の文化』64号「水期の周期と気候変動」で中川毅さんが教えてくれたように、そもそも地球の気候システムは暴れる可能性を秘めている。今年も命の危険を感じるような猛暑がやってくるのだろうか。

夏に注意すべきことは「熱中症」だ。以前は日射病や熱射病と呼ばれていたが、日本神経救急学会と日本救急医学会が2000年（平成12）に熱中症という呼称に統一することを決めた。熱中症は重症度によってⅠ、Ⅱ、Ⅲの3段階に分かれている（図1）。

体内の水分が不足すると、熱中症をはじめ脳梗塞や心筋梗塞などさまざまな健康障害のリスク要因となる。厚生労働省は、尿や汗などで失われる水分を補給することの必要性を広く訴える

ため「健康のため水を飲もう」推進運動を2007年（平成19）から展開。環境省は「熱中症環境保健マニュアル」を発行し、自然災害時の熱中症リスクなども細かく紹介している（図2）。また、日本スポーツ協会の「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」は無償でダウンロードできる。

しかし、こうした水分補給の重要性が見直されたのはさほど昔のことではない。「運動中に水を飲むな」。読者のなかにはそう教わった世代もきっと多いだろう。

私事で恐縮だが、通っていた公立中学校の運動部も例外ではなかった。先輩と同年年の友人の3人で校外を長時間走る「ロード」に出た。その日は格別暑かった。印旛沼を水源とする新川の川沿いでどうとうバテた私たちは、

民家に飛び込んでおばあさんから冷たい麦茶をこちそうになった。縁側で喉を通り身体に染み渡った麦茶のにおいしさはよく覚えている。

茂木健一郎さんの巻頭言「ひとしず

く」を読んで遠い昔を思い出した。

## 探究心が解き明かした 熱中症の危険性と対策

「運動中は水分を摂取すべき」という認識に変わった経緯は田中英登さんが明かした通りだ。常識が非常識となつたその背景には、尊い命を失った人びとの犠牲と、犠牲を無駄にしてはいけないという研究者たちの探究心があつた。

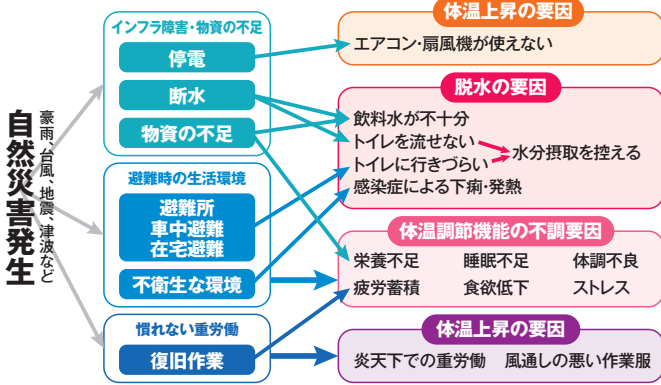
しかし、近年の熱中症による事故報告を読むと、犠牲が皆無になつたわけではないことがわかる。高齢者や子どもなどはもとより、スポーツ競技に取り組む大学生などのアスリートでも熱中症で倒れ、一命は取り留めたものの競技復帰は叶わなかった例もある。熱中症の重症例について長谷川博さんはこう説明する。

「沸騰した湯に生卵を入れると、自身も黄身も固まりますね。それは体温40℃以上になってしまった体内の状態と



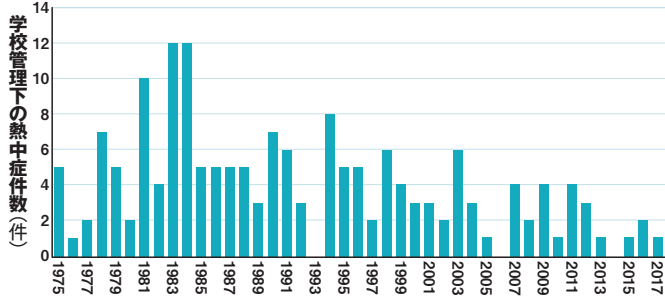


図2 自然災害時の熱中症リスク



出典：環境省「熱中症環境保健マニュアル2022」

図3 学校管理下における熱中症死亡事例の発生状況(1975~2017年)



出典：独立行政法人日本スポーツ振興センター-学校安全部 平成30年度スポーツ庁委託事業(平成31年3月発行)学校における体育活動での事故防止対策推進事業「熱中症を予防しようー知って防ごう熱中症ー」

図1 熱中症の症状と重症度分類

	症状	重症度	治療	臨床症状からの分類
<b>I度</b> 応急処置と見守り	めまい、立ちくらみ、生あくび 大量の発汗 筋肉痛、筋肉の硬直(こむら返り) 意識障害を認めない(意識障害JCS=0)		通常は現場で対応可能 →冷所での安静、体表冷却、経口的に水分とNaの補給	<b>熱けいれん</b> I度の症状が徐々に改善している場合のみ、現場の応急処置と見守りでOK
<b>II度</b> 医療機関へ	頭痛、嘔吐、倦怠感、虚脱感、集中力や判断力の低下(意識障害JCS≤1)		医療機関での診察が必要→体温管理、安静、十分な水分とNaの補給(経口摂取が困難なときは点滴にて)	<b>熱疲労</b> II度の症状が出現したり、I度が改善が見られない場合、すぐに病院へ搬送する(周囲の人が判断)
<b>III度</b> 入院加療	下記の3つのいずれかを含む (C)中枢神経症状(意識障害JCS≥2、小脳症状、痙攣発作)(H/K)肝・腎機能障害(入院経過観察、入院加療が必要な程度の肝または腎障害) (D)血液凝固異常(急性期DIC診断基準[日本救急医学会]にてDICと判断)→III度のなかでも重症型		入院加療(場合により集中治療)が必要 →体温管理(体表冷却に加え体内冷却、血管内冷却などを追加)呼吸、循環管理DIC治療	<b>熱射病</b> III度か否かは救急隊員や、病院到着後の診察・検査により診断される

出典：日本救急医学会「熱中症診療ガイドライン2015」

「年齢を問わず「運動」は脳を育てる」  
こうした話を長谷川さんの研究室で聞いているうちに、1冊の本が目にとまった。「運動脳」(サンマーク出版・2022)だ。長谷川さんいわくこの種の本は昔からあるという。30分ほどジョギングすると、走り終えたあとは頭がすっきりした気がするのだが、それとは関係あるのだろうか？  
「運動して適度に体温が上昇すると、脳の血流はよくなります。血流がよくなると、記憶、判断、論理など物事を正しく理解して適切に実行するための認知機能が高まるのです」

同じです。たんぱく質が変性してしまふので、臓器でそういうことが起きると、いくら後から冷やしたとしても決して元には戻らないのです」  
熱中症の予想以上の恐ろしさが端的に伝わってくる。だからこそ、正しい理解と対策が必要だ。  
日本スポーツ振興センターがスポーツ庁委託事業として調査・発表しているデータによると、学校管理下の熱中症死亡事故は1975年(昭和50)ごろから増加し、1983年(昭和58)と1984年(昭和59)にピークを迎える。しかし、その後は減少傾向となっているので、熱中症に対する知識と危機意識が深まったことで、早めに対処していることが窺える(図3)。ぜひこれを続けたい。



長谷川さんは実際に運動しながら被験者に「ストルーブテスト」(色名の単語が表す色とは異なる色で印字された色名の単語の色を読み上げる)などを行なわせ、実行力、判断力などを測ったところ、認知機能の向上が確認できたそうだ。

「何かを考えて行なう『実行機能』、目標に基づいて柔軟に行為を選んだり変更できる『タスクスイッチング』などでよい結果が出ました。これがスポーツの現場ではなく、企業や官公庁ならば仕事の効率アップと成果につながりますね」

次に運動はせず、単に風呂に浸かる(脳の血流はよくなる)条件下でも実験したが、運動したときのより良好な結果は得られなかったという。

『運動脳』で紹介している実験のうち、60歳の被験者たちを、①週に数回ウォーキングを1年間続けるグループ、②週に数回心拍数が増えない程度の軽い運動を続けるグループに分けた結果は興味深い。ウォーキングを続けたグループの人たちは健康になっただけでなく、脳の働きも改善したという。何歳になっても、もともと備わっている人間の機能は、努力次第で取り戻すことができるのだ。

## 変わる生活リズム 変わらないヒトの体

体内の水分調節、水のインとアウトについて知りたくて、さまざまな分野の研究者にお会いした。皆さんの話を

聞いていると、人体という非常によくできたメカニズムに引き寄せられていく。海という安定した水の世界を抜け出して陸に上がった動物は「水が不足すること」に適応するため、少しずつ体内のしくみを整えていく。私たち現生人類(ホモ・サピエンス)は、旧人類ネアンデルタール人や未知の人類デニソワ人、その他の絶滅人類と異種交配しながら数十万年にわたって遺伝子を交換していたことが古代DNA解析によってわかってきた。現生人類に限っても気が遠くなるような年月を重ねているのだ。

そうして少しずつ整えた体内のしくみに対して、私たちの生活スタイルは変貌しすぎたかもしれない。例えばNHK放送文化研究所の「国民生活時間調査」を見ると、1970年(昭和45)から2010年(平成22)まで平日の睡眠時間は長期的に減少しつづけた。便利さや快適性を追い求めた結果、せっかく培った体内のしくみや生活リズムを自ら壊すような生活になっていないだろうか。

人類は、日々摂取する水分や食べものから体をつくり替えている。こと水分に関していえば、山田陽介さんが語ったように「10日前の自分と今の自分は別人」なのだ。また、田中英登さんは次のように述べた。

「大阪大学で師事した中山昭雄先生から聞いていちばん感動したのは『人間って動物だから』という言葉です。人間はじつとしていい生物ではないんです。動くことで体に刺激を入

れて、初めて機能が発達するのです」 私たちは人間だけれど、そのまえに動物である。汗をかく、適度に運動する、快適さを追い求めすぎず暑さ寒さをきちんと感じる。快適ばかり追い求めると、のちのち弱い動物になってしまうのではないか。空調の効いた室内は心地よいし安全だが、無理のない範囲で外へ出たい。暑さが厳しい時期は、自分の親しい人、両親などの様子も気にかけたい。

また、この夏以降はFIFA女子ワールドカップTMオーストラリア・ニュージールランド2023、ラグビーワールドカップ2023TMフランス大会、第20回世界水泳選手権2023福岡大会、第19回世界陸上競技選手権大会など国際スポーツ大会がめじろ押しだ。一流のアスリートたちの競技を通じて給水やコンディショニングなどに注視するのも楽しい。

体内の水分調節と体調管理、水と体の関係についてあらためて学ぼうと出版した今回の特集。凡庸な結論と笑われるかもしれないが、自分の体内に取り入れた水がどのように作用して体を整え、命を支えているのかを知ることにつながった。水を飲むというごくありふれた、しかし生きるために欠かせない行為を意識して、肉体的、精神的、社会的に満たされた人生を過ごしたいものだ。





落差や淀み、激しい流れが入り混じる川。まるで人生そのものようだ 提供：鈴木輝隆さん

## 凡人の知恵は後から

鈴木輝隆

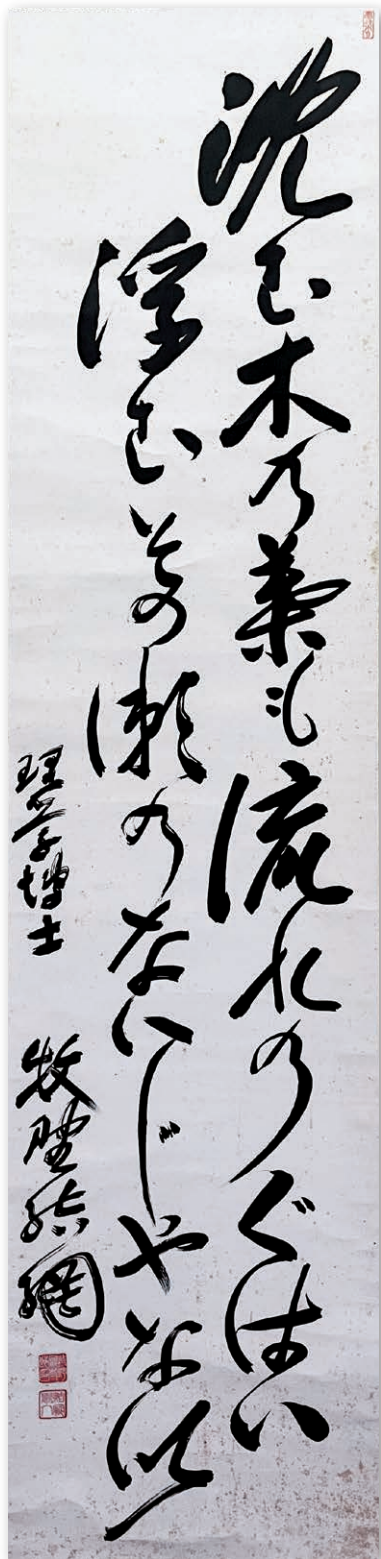
「沈む木の葉も流れのぐあい、浮かぶその瀬もないじゃない」  
植物分類学者の牧野富太郎先生の掛け軸を、40年以上前に、神戸市の植物学者の河原巖先生からいただきました。牧野先生が植物分類に専念し50年、40万枚の標本、1500種類の植物の命名、1936年（昭和11）に牧野植物学全集を完成させた功績が評価され、朝日文化賞を贈られた時に、長年の研究努力が報われた感慨を詠んだ都都逸です。

河原先生とは、私が神戸市公園緑地課に勤務していた若いころ、園芸相談会に同席したことをきっかけに、年を超えた友となり、寮仲間とともに六甲山を楽しく歩き、自然について教えてもらいました。我々は何かと失敗があり、先生から「凡人の知恵は後から」と慰められ、人生の何たるかを学びました。

哲学者の下西風澄さんによると、紀元前3000年ごろに文字が誕生したことで、時間は流れるものから蓄積するものとなり、歴史を記録し、未来への設計も可能となりました。人間は時間を創造したことで、悩み、助け合い、思い出し、反省し、感謝し、コツコツ一歩一歩成長します。しかし時間の節約やスピードを求めつづけ、急激な科学技術の進展により、年をとることや死ぬことも忘れてしまうほどです。生成人工知能は、膨大な情報蓄積から即座に問いへの答えを綴ります。

しかし我々は人工知能と違い、大気、光、水など環境と混在し、トライ・アンド・エラーを繰り返し、生命の輝きや身体性経験を重ねます。時に水の流れにさらわれ溺れそうになりながらも！なんとか浮き上がるのです。

「くよくよせず謙虚に前向きに生きていけば、いつか成熟した人間になれる」、牧野先生や河原先生の言葉は、それを教えてくれる、希望の葉ではないでしょうか。



鈴木輝隆さんが所有する故・牧野富太郎氏の掛け軸

### Terutaka Suzuki

地域クリエイター。江戸川大学名誉教授。ローカルデザイン研究所【BEENS】代表。1949年名古屋市生まれ。北海道大学農学部卒業。神戸市役所、山梨県庁、総合研究開発機構主任研究員、江戸川大学教授、立正大学特任教授を経て現職。地域経営論、ローカルデザイン論を研究。



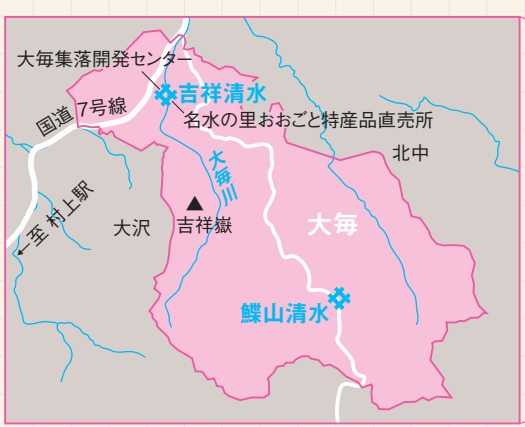


上空から見た大毎集落。水源は写真の奥にある。左手前に向かって流れているのは大毎川

# 小規模集落水道の貨幣交換 できなない「水の価値」

**地**域が抱える水とコミュニティにかかわる課題を、若者たちがワークショップやフィールドワークを通じて議論し、その解決策を提案する研究活動「みず・ひと・まちの未来モデル」は3年目を迎えました。2021年度は長野県松本市、2022年度は神奈川県真鶴町でしたが、2023年度の研究对象地域は新潟県村上市の「大毎集落」です。

社会学部准教授の野田岳仁さんです。野田さんの指導のもと、前年度とは異なるゼミ生（新3年生）10名、新たなミツカン若手社員3名が研究活動に取り組みます。2023年（令和5）5月19〜21日、野田さんとゼミ生、そして編集部は大毎集落を訪ね、調査を行いました。今年度の研究テーマ「小規模集落水道」について、そして初回の調査で見えてきたことを野田さんに記していただきました。



**野田岳仁**  
法政大学  
現代福祉学部 准教授

Takehito Noda  
1981年岐阜県関市生まれ。2015年3月早稲田大学大学院人間科学研究科博士課程修了。博士(人間科学)。2019年4月より現職。専門は社会学(環境社会学・地域社会学・観光社会学)。近刊に「井戸端からはまる地域再生」(筑波書房)。



## なぜいま 小規模集落水道なのか

「みず・ひと・まちの未来モデル」3年目は「小規模集落水道」をテーマに新潟県村上市大毎集落をとりあげる。

今年度の研究プロジェクトでは、なぜ人びとは小規模集落水道を維持しているのか、その理由を探ってみたいと考えている。

このような問いを掲げる理由は、小規模集落水道をめぐって、次のような喫緊の政策的課題が顕在化しているからである。

我が国には、大規模な近代的水道システムが供給できないエリアが存在している（人口規模としては200万人程度と想定される）。山間部などの条件不利地域がその典型であるが、その場合は、井戸や湧水などを水源とし、集落やとなり組を範囲に小規模な戸数（給水人口100人以下）に給水する集落独自の小規模な水道組合を維持してきた。これは、上水道システムと区別して「小規模集落水道」と呼ばれている。

この小規模集落水道は岐路に立っている。というのも、現場の人の言葉を借りれば、「水道もいけない」条件不利地域であるがゆえ



平成の名水百選に選定されている「吉祥清水」。年間約2万人が水を汲みに来ているという

に、高齢化や人口減少の影響を強く受け、日常的な水源の保全や貯水タンクの掃除などの維持管理が近い将来に困難と想定されているからである。

水道政策を管轄する厚生労働省

は、この状況をふまえて、上水道システムが未整備の地域へのエリアの拡大や複数の小規模集落水道を合併・統合し、簡易水道(注1)の導入を計画している。また、財政的にそれが叶わない地域には、定期

的に給水車を送り、集落のタンクに供給する方法を検討している。

言うまでもなく、水は生存と生活にかかわる貴重なインフラであり、厚生労働省による政策的対応は、「縮小社会」を想定したものとして評価されるべきものでもあるだろう。

しかしながら、集落単位の水道組合を維持する現場の人びとは、このような提案には消極的で集落単位の水道組合を維持し続けなければならぬと考えていることが少なくないのである。

なぜ人びとは集落単位の水道組合を維持することにこだわるのだろうか。

ここでは、かつて私が調査をした福島県双葉郡川内村のある水道組合の事例を紹介して、その理由を探ってみよう(注2)。

### 水道組合を維持し続ける論理 (福島県川内村の水道組合)

福島県双葉郡川内村は、行政として上水道システムを導入していない自治体である。人びとは集落単位で山水や井戸水を水源に水道組合をつくらったり、自家用の井戸をつくって対応してきた。それが、

東日本大震災と原発事故が発生し、状況が一変した。

川内村は、福島第一原子力発電所から30km圏内に位置し、全村避難を経験した村である。放射性物質の除染などが完了し、奇跡的に1年後に村への帰還が許されることになったが、水源の放射能汚染が疑われる事態となり、行政は、自家用井戸掘削のための補助金(1戸につき100万円)を創設し、山の水を使わないように通達した。

しかしながら、水道組合の人びとはそれを拒否し、放射能汚染が疑われても水道組合を維持し続けなければならぬと主張した(その後の検査では、山の水から放射性物質の検出は一度もなかった)。その理由は、次のようなものである。

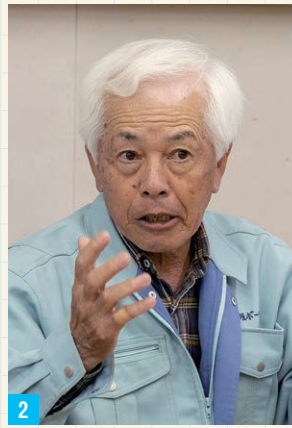
川内村は、全村避難を経験し、村民の多くが帰還をためらうなかで行政区や自治会は機能停止状態となり、葬式組など社会集団の解散を決めた地域もあった。すなわち、地域の人たちとの人間関係やそれを維持するしくみは断絶されかねない状況になったのである。にもかかわらず、当該の水道組合では、月に1度のタンク掃除だけが地域の人びとが会する唯一の機会となり、むら(村落)の自治を發揮する場として機能し、早期の

#### (注1)簡易水道

農山漁村をはじめとする小さな集落で101人以上5000人以下の人びとに給水することを目標につくられた水道。給水の水质や施設などは一般の上水道と同じ基準が適用される。正式名称は簡易水道事業。



4



2



1



6



5



3

1 総代(区長)の佐藤栄作さん 2 大毎水道組合長の佐藤均さん 3 大毎集落開発センターで話を聞く野田さんとゼミ生たち 4 大毎集落開発センターに飾られている大毎水道組合創設時の寄附人名簿。2024年で100周年を迎える 5 佐藤栄作さんが保管しているマチムラ第一水道組合の水神の掛け軸 6 調査に参加したゼミ生たち(前列右端の山下友梨子さんは2022年度真鶴町参加者。2023年度はTAとして携わる)

復興につながるようになった。小規模集落水道は生存・生活にかかわるからこそ、地域の人たちと共同で清掃作業を行う必要がある、この地域の人びととの関係性を失ってしまったては、復興や生活再建など不可能であると判断されたのである。

つまり、人びとは水道組合を通じて地域の人びとの人間関係を含めたむらの自治機能を安定化させるために水道組合の維持を主張したのである。

川内村の事例はやや極端な事例のように映ったかもしれないが、各地の小規模集落水道を運営する地元の人びとがそれにこだわるのは、むらの自治機能の安定化とかわっているからだと思定される。

小規模集落水道の代替案として、上水道システムの導入や給水車による給水は一見すると望ましい政策であるようにみえるものの、当該地域の人びとは、人口減少や高齢化が進むからこそ、人間関係の断絶やむらの自治機能の低下を恐れているようなのである。

そこで、本研究プロジェクトでは、新潟県村上市大毎集落をとりあげて、小規模集落水道がむらの自治機能において果たしてきた役割を解明したうえで、むらの自治

機能を損なわない存続可能な水道組合のしくみを考えていくことにしたい。

### 小規模集落水道の トップランナー (新潟県村上市大毎集落)

本研究プロジェクトがとりあげる大毎集落には、116戸、340人ほどが暮らしている。

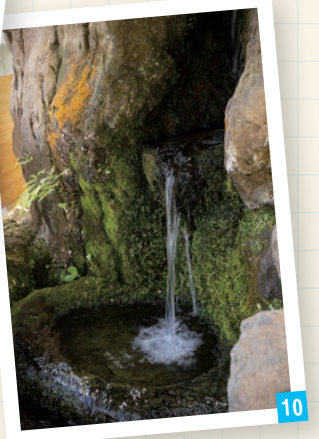
この大毎集落が際立っていることは、2つある。ひとつは、じつに7つもの水道組合を運営していることだ。それぞれが豊かな水源を有し、維持管理や組合の運営にさまざまな工夫がみられる。もうひとつは、集落内で最多の80戸(口数<sup>86</sup>)が加入する大毎水道組合は、1924年(大正13)に整備され、来年で創設100周年を迎えるように、歴史ある水道組合が存続していることである(大毎集落で最古の水道組合はナカマチ水道組合であるといわれている)。

集落の中心部にある水場「吉祥清水」<sup>しみず</sup>には、大毎水道の水が供給されている。環境省による「平成の名水百選」にも選ばれ、年間約2万人の利用者を誇る。

1978年(昭和53)には、旧山北町<sup>ぼくまち</sup>によって大毎と隣接する大沢

(注2)

Takehito Noda, 2017, "Why do local residents continue to use potentially contaminated stream water after the nuclear accident? A case study of Kawachi Village, Fukushima", In *Rebuilding Fukushima*, edited by Mitsuo Yamakawa and Daisaku Yamamoto, Routledge: 53-68



7

8

9

10

11

集落に簡易水道が導入されている（現在は、北中、北黒川にも給水範囲が拡大）。多くの家庭で簡易水道の利用は水圧の必要な風呂やトイレなどの限定的な利用に留まっている。

簡易水道の導入に際しては、旧山北町からは大毎水道の水源を簡易水道の水源にしたいと打診があったそうだが、それを断っている。その理由が注目される。簡易水道となると、水道法の規制を受けるため、塩素の混入が避けられないこと。そして大切なことは、お金を払って水道を利用することになるからであった。この意味を理解するために、大毎水道組合の利用と管理のしくみをみていこう。

### 大毎水道組合の利用と管理のしくみ

大毎水道の水源は、大毎川の上流部付近の豊かな森にある湧水である。そこから複数の貯水タンクを経て組合員の80戸に給水される（敷地内に母屋と離れのように給水口が2つの場合は2口となるため、口数は86である）。

大毎水道組合は9つの組に分かれ運営されている。驚いたのは、この組ごとに水神講が行われ、それぞれ見事な水神が描かれた掛け軸を持っていることである。聞き

とりを重ねていくと、水神の掛け軸は、集落住民が描いたものであることがわかった。

水神講は、12月14日に床の間に水神の掛け軸を飾り、共同飲食をするものであった。「ヤド」となる家は持ち回りで、参加者をもてなした。水道組合の役員は男性であるのに対して、この水神講は女性だけの集まりであった。

「楽しかったんだ水神講。好きなこととして、騒いで」と語られるように、着物を着て踊ったり、歌を歌ったようだ。婦人たちが集まる場が限られた時代には、それは楽しみだったそうである。

管理面をみていこう。組合の役員は各組から1名ずつ、9名の役員の名前から組合長、副組合長が選出される。組合長は水源や貯水タンクの定期的な見回りや年に2回水源周辺の草刈りを行い、役員は貯水タンクの点検や組合費の徴収を行う。

組合費（年間）は、1口あたり2400円が徴収される。組合費は貯水タンクや配管の管理や修繕に充てられるものである。したがって、水の利用自体に費用がかかる







13



12



15



14



7/8 大毎水道の水源や貯水タンクを訪ねる。豊富な水量に全員驚いていた  
 9/10/11/12 調査初日は雨だったが2日目からは天候が回復。聞き取り調査を行なった  
 13/14 集落内を歩いて調査。地域の人に声をかけて話を聞く 15 名水の里  
 おおごと特産品直売所で女性たちに「水神講」について聞くゼミ生たち

## 期待膨らむ大毎集落 (編集部)

JR羽越本線の村上駅で集合し、レンタカーで北北東へ向かうこと30分あまり。国道7号線を右に下りると大毎集落だ。さっそく平成の名水百選「吉祥清水」の水を一口いただく。まろやかな水が喉を通りすぎた。

「吉祥清水」横の大毎集落開発センターで、総代(区長)の佐藤栄作さん、大毎水道組合長の佐藤均さんを囲んでみんなで話を聞いた。

野田さんはいつも疑問に思ったことは徹底的に質問する。このときは「婦人会も水神講も解消した大毎集落はいわばモダンな集落のはずなのに、なぜ水道組合だけは頑なに維持するのか?」という問いだった。その問いを、言葉を変え、タイミングを計っては何度も尋ねていた。栄作さんと均さんは戸惑いつつも真剣に答えてくれた。

そうしてつかんだ糸口が「小規模集落水道と上水道システムの違いは、たんに運営主体やその規模にあるのではなく、水という自然資源に対する考え方そのものが根本的に異なっているのだといえよう」という野田さんの一文に表れている。

昼食後、栄作さんが竈(かまど)のそばに掛けられていたという水神の掛け軸を持ってきてくれた。長い間煙で燻されたために黒ずんでいる水神様はなんだか謎めいているが、大毎集落の自治のしくみ、人びとの水に対する思いや価値観も私たちには謎ばかりだ。

山あい的高低差のある大毎集落には無数の水路が張り巡らされており、手ですくってみたくなるようなきれいな水が流れている。晴天に恵まれた2日目は、複数のグループに分かれて集落を散策し、出会った人びとに話を伺った。

次に訪れる夏のゼミ合宿では、どんなことがわかるのだろうか。期待は膨らむばかりだ。

水道と上水道システムの違いは、大毎水道の水源地の所有権を購入することを決議している。水源地の所有者は集落住民であったが、よそに転出したことを受けて、将来に水源地の土地が転売されないように考えての対応であるという。このようにみれば、小規模集落水道と上水道システムの違いは、

さらに大毎集落では、昨年度の総会で大毎水道の水源地の所有権を購入することを決議している。水源地の所有者は集落住民であったが、よそに転出したことを受けて、将来に水源地の土地が転売されないように考えての対応であるという。このようにみれば、小規模集落水道と上水道システムの違いは、



今回の本格的な調査をはじめ、すでに心が踊っている。それは私だけでないはずだ。学生たちやミツカン若手社員のみなさんともちろんだが、読者のみなさんとも心躍る経験を共有できればと願っている。

(2023年5月19日調査)

わけではない。大毎集落の人びとにとって、水は貨幣交換できない「コモンズ(共有資源)」であるのだ。それに対して、簡易水道は水の使用量に応じて料金が増減するものである。すなわち、水は「商品」なのであり、水道は貨幣と交換する「サービス」となる。それゆえ、簡易水道の水源とすることは許されることではなかったのである。

たんに運営主体やその規模にあるのではなく、水という自然資源に対する考え方そのものが根本的に異なっているのだといえよう。このことをふまえたうえで、私たちの自治機能の安定化とどのようにかわっているかを分析していく必要があるのだ。

私が大毎集落を初めて訪れたのは、9年前である。その際に水道組合のしくみやそれを支える人びとの自治の精神に深く感銘を受けた。

かまぼこ由来の  
練り物フライ

# がんす

水と風土が織りなす食文化の今を  
伝える「食の風土記」。今回は、  
広島県呉市を中心に食されている  
魚肉フライの「がんす」です。



## 地形と水に恵まれた 海軍の拠点「呉」

外見はハムカツに似ているが、口に入れると魚の旨味がジワリと広がる。これは70年以上前に広島県南西部の呉市で生まれた「がんす」という魚肉フライだ。がんすは学校給食にも取り入れられているが、その誕生は呉の歴史と深い関係がある。

呉は造船用材だった樽が語源とされる。この地方は古くから造船が盛んで、『日本書紀』『続日本紀』にある遣唐使船の建造記事9例のうち7例が広島県西部の安芸国。1158年(保元3)の古文書には「呉」の字が使われている。そう教えてくれたのは、広島国際大学客員教授で、呉市史の編纂に携わっている千田武志さんだ。

呉の歴史は、1889年(明治22)開庁の呉鎮守府(以下、鎮守府)を抜きに語れない。明治政府が横須賀、佐世保、舞鶴とともに呉を海軍根拠地としたのは、外国船に攻められにくい地形であり、また航海と造船に欠かせない大量の水が確保できたからだ。「鎮守府が置かれた翌年に二河川に取水口を設けた海軍専用水道が開通します。江戸後期に農地を広げるためにつくった用水路『二河井手』を転用したのです」と千田さんは言う。

1903年(明治36)には造船廠と造兵廠が統合して「呉海軍工廠」となる。製鋼事業も始まってさらに大量の水が

必要となり、1918年（大正7）、二河川取水口の上流に貯水池「本庄水源地」が竣工した。

## 「職工」の腹を満たした 練り製品とおでん

急拡大する呉海軍工廠を支えたのは、さまざまな技能をもつ職人「職工」たちだ。呉の人口は1886年（明治19）まで1万5000人前後だったが、1909年（明治42）に10万人を超えた。単身者が多い「職工」の食を支えたのは瀬戸内海で獲れる豊富な魚介類。隣接する阿賀や音戸おんどなどは江戸時代からかまぼこの名産地だった。

「職工」たちは安くて手軽にたくさん食べられる大衆的な飲食店を好んだようです。戦前まで呉に屋台が多かったのもそのせいでしょう」と千田さんは指摘する。その証拠に呉の人たちは今もよく「おでん」を食べる。うどん店でもメニューにおでんがあるという。おでんの具には魚肉を用いた練り製品が欠かせない。

練り製品はすり身からつくられる。がんですは、かまぼこをつかって余ったすり身を用いた「パン粉付きのすり身揚げ」として生まれた。「すり身は、魚を三枚に下ろし、骨と皮をとって、何度も水にさら

して血合いを抜くなど手間暇かかる貴重なものです。とても捨てられませぬよ」

そう語るのは三宅水産3代目の三宅清登きよとさんだ。今も呉に伝わるがんすの味を考えた一人が清登さんの父、勇三さん。勇三さんは1950年（昭和25）に旅館をやめてかまぼこ製造に乗り出す。

「旅館で板場（料理人）を務めていた父が細工かまぼこ（注）に感動して習いはじめ、初代の祖父がかまぼこ屋に転業したんです」

当時、呉市には24軒のかまぼこ屋があった。うち数軒でがんすのつくりかたを共有する。ただし、味はそれぞれが工夫を凝らして編み出したという。

勇三さんが考案した「魚のすり身に刻んだ玉ねぎと唐辛子を入れて練る」がんすの味は評判となり、「呉の味」として親しまれている。「玉ねぎとすり身というどちらも傷みや辛い素材に唐辛子を組み合わせることで、締まりのある味と日もち効果を期待したんですね」

### がんすの製造工程



- 1 白身魚のすり身に唐辛子を投入して練る
- 2 次に細断した玉ねぎを入れ練り上げる
- 3 機械で成形したすり身にパン粉をまぶして揚げる
- 4 180度の油で揚げたがんす。冷却室に運んで包装、出荷となる



1 呉中央棧橋ターミナル付近から見た風景。戦艦「大和」はかつて呉海軍工廠で建造された  
2 全国を飛び回る「がんす娘」。幼少期から「わが家の味」そのものがんすが大好き  
3 呉市史の編纂に携わっている千田武志さん  
4 祖父と父がつくったがんすレシピを受け継いだ三宅水産代表取締役の三宅清登さん



と清登さんは説明する。そして今、「子どものころから大好きだった『実家の看板食』がんす」を広めようと百貨店催事を飛び回っているのが「がんす娘」だ。以前は広島市でさえ「がんすって何？」と言われたが、今は知られ

はじめた手ごたえがある。航海用の飲み水、鉄を冷ますなど製鋼に必要な水があったから発展した呉。そこで働く「職工」の食生活を支えた数多くの練り製品から生まれたのががんすだった。（2023年4月17日取材）

（注）細工かまぼこ

色づけした魚のすり身を鯛や鶴亀などに成形したもの。結婚式など祝い事の際につくられる。

【取材協力】株式会社三宅水産  
広島県呉市広古新開6丁目16-2  
Tel.0823-71-7816  
<http://miyake1950.com/>

## 読者アンケート

## 「皆さまの声」に支えられています！

『水の文化』発刊後に寄せられる皆さまからの声は、センターの担当者が毎号すべて目を通しています。「今回の特集はどう受け止められたのだろうか?」「どの記事について特に反響が大きいのか?」などとても参考になるからです。

特に73号の特集「芸術と水」は、これまで扱っていない分野であることから編集についてはかなり苦勞しましたし、皆さまがどう受け止めてくださるか不安でした。しかし、アンケートには「今回の切り口は興味深く、わくわくしました」「ついに芸術にたどり着いたのですね。待ちましたという感じ」「水とアートを結びつける発想が素晴らしい」など好意的なご意見が多く、編集部一同喜ぶと同時に安堵しました。

また、連載「食の風土記」については以前から多くのご意見や情報が寄せられています。72号でご紹介した「えご」、そして今号でご紹介した「がんす」は、いずれも読者から提供いただいた情報がきっかけとなり、編集部でリサーチし、取材に至ったものです。情報のご提供ありがとうございます。

60号の特集「水の守人」で取材させていただいた福井工業大学教授の笠井利浩さん、61号の特集「水が語る佐渡」でお世話になった岩首昇竜棚田の大石惣一郎さんに関する73号での近況報告についても反響がありました。下記のように66号で訪ねた青鬼堰の「堰普請」に編集部も参加しました。以前取材した人や地域のその後を知りたいというご要望があれば、ぜひ再訪していきたいと思っています。

今後もご意見、ご要望などさまざまな声をぜひお寄せください！



くるみを刻んで散らしたえご（甘いタイプ）。  
右は港でえごを天日干しているところ



広島県呉市で親しまれている練り物フライ「がんす」。右は海上自衛隊呉史料館「てつのくじら館」



## 再訪

## 青鬼堰の「堰普請」に参加しました！



一人数mずつ作業し、終わったら他の人たちを追い越して先頭に出てまた作業する。  
左上は青鬼集落の高台から望む白馬連峰

2023年4月29日、編集部は長野県白馬村の青鬼堰で行なわれた「堰普請」に参加しました。青鬼堰は66号の特集「地域で受け継ぐ水遺産」で取材させていただいた山腹水路です。当日は朝8時すぎから作業を開始。地元の方々のほか、行政や地域ボランティア、信州大学農学部 of 学生などが駆けつけ、総勢およそ50名がヘルメットをかぶりスコップを携えて、水路に溜まった土砂や葉をさらいました。

白馬連峰がくっきり見える晴天のなか、ケガ人もなく正午前には無事終了。参加者は「お善鬼の館」で青鬼集落の棚田で育てた「白馬紫米」のおにぎり、甘酒、飲みものなどをいただき解散となりました。

半日に満たない作業でしたが、江戸時代末期につくられた貴重な水路を守りたいという思いを抱いた人びととともに汗を流し、よい経験をさせていただきました。

## 再会

東京ヘッドオフィスに  
熊本市環境推進部の永田努さん来訪

70号の特集「みんなでつなぐ水——火の国 水の国 熊本」で取材させていただき、また2022年4月に熊本で行なわれた「第4回アジア・太平洋水サミット」に当センターが出展した際にもお世話になった熊本市環境局環境推進部 部長の永田努さんが、ミツカン東京ヘッドオフィスを来訪くださいました。

永田さんは、2023年3月21～24日に米国・ニューヨークの国連本部で行なわれた「国連水会議2023」および「第6回 国連水と災害に関する特別会合」に参加。国連水会議でもユース、特に高校生たちの活動に焦点が当たったそうです。「次代を担う高校生たちに、発表の機会をどんどん与えることが世界の主流になりつつあります」と教えてくれました。

また、「第4回アジア・太平洋水サミット」で上映されたユース水フォーラム・九州による「水をテーマとした動画作品」が国連水会議でも好評を博したとのこと。動画作品は今年も全国的に募集を開始していて「そうしたことが自然と継続できるような環境になってきていますし、この取り組みは続けないといけませんね」と話してくれました。

当センターも若い世代を後押しするような取り組みを考えていきたいと心を新たにしました。



永田 努さん  
熊本市環境推進部  
部長

【お知らせ】 連載「水の文化書誌」と「Go! Go! 109水系」は諸事情により休載いたします。

## DVDプレゼント!

大人も泣ける!? アニメーション映画  
『すずめの戸締まり』

74号の特集記事で大人が泣くこと＝「アダルトクライング」について語っていただいた石井悠紀子さん (pp.20-21) に、最近観て泣いた映画をお聞きすると、新海誠監督の長編アニメーション『すずめの戸締まり』を挙げられました。

ただし、大人でも泣ける映像や書籍は個人差が大きいそうです。「実験していると、皆さんが泣けるような映画や書籍というのはなかなか難しいと感じます。テーマとしては『愛』や『死』、そして書籍よりも映画や音楽の方が泣きを誘発しやすいと思います」と石井さんは言います。

今回はアニメーション映画『すずめの戸締まり』DVDスタンダード・エディションを抽選で3名の読者にプレゼントいたします。右の「74号アンケート」にWebから回答のうえ、ご応募ください。応募期限は2023年7月31日(月)とさせていただきます。なお、プレゼントの発送は2023年9月下旬となります。

新海誠監督  
アニメーション映画  
『すずめの戸締まり』

DVD  
スタンダード・エディション

3名



石井悠紀子さん

皆さまからの感想、  
情報をお待ちしています!

『水の文化』74号のアンケートにご協力ください。機関誌『水の文化』をより充実したものにするため参考とさせていただきます。

回答はこちらから



<https://forms.office.com/r/XRJN21tA77>

アンケート用紙をお持ちの方は  
下記へご返信ください。

FAX: 03 (6784) 3056

## 編集後記

部活動の最中に、中学生の時は水を自由に飲めず、高校生になると喉が渴いた時はマネージャーが用意してくれたドリンクを飲みただけ口にしていただけを思い出しました。今回、運動時の水の摂り方の変遷を知ることができ、また、パフォーマンスを高める水分の補給、吸収を研究されている方のお話を伺い、また一つこれまでとは違う視点で水への興味関心が高まった気がします。(五)

年々夏の暑さが過酷になる中、子供の少年野球の当番時には、素人ながら熱中症予防に目を光らせなくてはならず緊張感を持っていた。また、高齢の母と同居しているので、暑いのに「暑くないから冷房はつけない」と固辞されることに、一抹の心配を感じていた。なので、今号は私にとってはありがたい知識が満載で、即生活に活用していきたい。まずはアイスラリーに挑戦です!(松)

先日、娘の運動会がありました。とても暑い日で水筒に入れたお茶が無くなったらどうするのだろうと保護者席から見ていると、校庭にある水道へ水筒を持って子ども達が水の補給に行っていました。さらに「保護者のみなさん、水分補給をしてください」とアナウンスが。子どもたちは自分でこまめに水分補給ができるようになっていて、学校教育の有難さを感じた出来事でありました。(飯)

1993年のJリーグ開幕は、野球好きな私が初めてサッカーに興味を持った年だった。日本の予選敗退は残念だったが、翌年のワールドカップも楽しみにしていた。当時の鮮明とはいえないブラウン管越しの映像でも、炎天下での暑さや競技の過酷さがひしひしと伝わってきたのを覚えている。その決勝、最後のPKを外したロベルト・パッジョの満身創痍な姿が、今でも脳裏に焼きついて離れない。(刀)

不幸にも「運動中に水を飲むな」の遠因とされた貝原益軒の『養生訓』。頁を繰ると真つ当なことばかり書いてある。なかには「郷土の水によって人の天性が変わるわけであるから、水は一ばんえらばなければいけない」という一節も。以前なら突飛な考えだと思ったかもしれないが、山田陽介さんが明かしたように、水に関して10日前の自分と今の自分は「別人」なのだ。貝原益軒の慧眼には恐れ入る。(前)

ミツカン水の文化センター機関誌

水の文化 第74号

ホームページアドレス

<https://www.mizukan.gr.jp/>

発行日

2023年(令和5年)6月初版1刷

企画協力 (氏名50音順)

沖 大幹 東京大学大学院工学系研究科教授

陣内秀信 法政大学名誉教授

鳥越皓之 大手前大学教授

制作

浦本五郎

松本裕佳

小林夕夏

久保悦史

飯野真奈実

編集製作

前川太一郎 編集

中野公力 デザイン・撮影

蔵田 豊 デザイン

執筆

佐々木 聖 (pp.24-29)

手塚ひとみ (pp.20-21)

開 洋美 (pp.16-19)

前川太一郎 (pp.6-15, pp.30-31, pp.42-43)

若井 憲 (pp.22-23)

撮影

川本聖哉 (pp.16-19)

藤牧徹也 (pp.12-15, pp.36-41)

印刷

中埜総合印刷株式会社

発行

ミツカン水の文化センター

〒104-0033 東京都中央区新川 1-22-15 茅場町中埜ビル

株式会社 Mizkan Partners

Tel. 03 (3555) 2607 Fax. 03 (3297) 8578



## ミツカン水の文化センター



表紙:走りつづけて乾いた体に水分を補給。適切なタイミングで水を飲むことはパフォーマンス維持につながる  
 撮影協力:法政大学陸上競技部 長距離チーム  
 撮影:川本聖哉

(上)夏の暑い盛りに井戸の水を汲む子ども。井戸の冷水は体の火照りを和らげる(長野県松本市)  
 撮影:藤牧徹也  
 (下)広島大学大学院教授・長谷川博さんの実験風景。温度、湿度を設定し、さまざまな環境下におけるデータを測定する  
 撮影:藤牧徹也