

# ドリンクの違いによる運動中の体重と汗中ミネラル濃度の変化

松本 範子\*・薮田 望\*\*

Changes in body weight and sweat mineral concentration in exercise

Noriko MATSUMOTO\*・Nozomi YABUTA\*\*

|                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| Key words : スポーツ選手 | Athlete                     |
| 水分補給               | Hydration                   |
| スポーツドリンク           | Sports Drinks               |
| 汗中ミネラル濃度           | Sweat mineral concentration |

## I 緒言

夏の平均・最高気温は、年々上昇し8月となれば35度、40度以上を記録する地域がみられる。2018年7月、気象庁は緊急会見において、「今夏の猛暑は1つの災害と認識している」と発表した<sup>1)</sup>。全国的な暑さ対策に警鐘が鳴らされており、中でもスポーツ活動を行う場合は、生命に重大な危険を与える可能性が高いため、特に気温の配慮や水分補給などの熱中症予防対策に強い注意が喚起されている。

公益財団法人日本スポーツ協会は、夏のトレーニングでは、休憩のタイミングや時間、水分補給の時間や場所などを十分に検討し、効率よく水分補給を行うことができるよう計画を立て、塩分のみならず1時間以上の運動をする場合には、4～8%の糖質を含んだドリンクなどを利用することが疲労の予防だけでなく水分補給効果を高めると示している<sup>2)</sup>。また、日本救急医学会による熱中症診療ガイドライン<sup>3)</sup>では、食塩濃度0.1～0.2% (100mL中に100～200mg)が推奨されており、ナトリウム濃度にするると100mLあたり40～80mg程度が望ましい飲料となる。スポーツ現場では、

一般的にスポーツドリンクと呼ばれる糖質やミネラル含有のドリンクが販売され利用が拡大している。

人体が大量の発汗時に損失したナトリウムを摂取せず、水だけを大量の摂取した場合、低ナトリウム血症(水中毒)に陥り、最悪の場合、死に至ることもある。生体内では、このような危険を予防するため浸透圧調節機能により飲水行動と発汗や排泄機能が調整され、生命保持のための仕組みとして機能している。

これまでの夏のトレーニングと水分補給に関する先行研究では、暑熱環境下の脱水量について、運動中の体重減少が-2%以上になると運動パフォーマンスが低下すること<sup>4)</sup>や水分摂取が行われなかった場合に直腸温が極めて高温となること<sup>5)</sup>が報告されている。また、暑熱時における運動中の水分補給量の重要性や、飲料水が砂糖・果糖の混合液がより体水分量の回復と身体の疲労回復につながるなどの報告<sup>6)</sup>は行われてきた。しかし、発汗とともに損失するミネラルと水分摂取や飲料の種類に関する報告は少ない。汗には、水分及びナトリウム、カリウム、カルシウムなどのミネラルが含まれるため、大量の脱水時にはミネラル不足による脱水症状や体温の上昇、筋肉の疲労感、筋けいれんが起これると考えられている<sup>7)</sup>。実際のスポーツ現場では、冷水やお茶は常備され

\*東北女子大学 家政学部 健康栄養学科  
\*\*園田学園女子大学 人間健康学部 食物栄養学科

表1 実験時の気象条件

|      | 温度(℃) | 湿度(%) | WBGT |
|------|-------|-------|------|
| アップ後 | 31.6  | 60.9  | 30.2 |
| 1時間後 | 33    | 48.8  | 29.1 |
| 2時間後 | 31.6  | 55.7  | 28.8 |

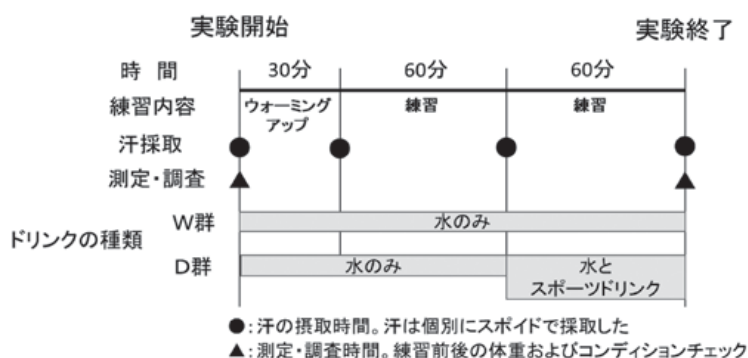


図1 実験プロトコル

ていることが多いが、スポーツドリンク類の購入は費用がかかるため、クラブによっては水に加えて食塩のみの補給あったり、ドリンク類は選手自身が準備する、ドリンク類を2～3倍に希釈して使用するなど、対応は様々である。

そこで、本研究では暑熱環境下におけるスポーツ時に水のみ飲水と水に加えてスポーツドリンクを飲水した場合、汗中ミネラル濃度がどのように変化するか、また、それにともない体重やコンディショニングへの影響はあるのかを調査し、水およびスポーツドリンクの有効性について検討することを目的とした。

## II 対象および方法

### 1. 対象

対象は、大学男子野球部20人(Age: 19.8 ± 0.5歳)である。調査期間は、平成28年7月10日の1日間であり、昼食後の午後練習時に行った。本実験の気象条件は表1に示す。実施日は、厚さ指数(WBGT)30.2℃、(財)日本スポーツ協会の示す運動原則禁止 WBGT31℃に近い気温であった

ため、随時、体調確認を行い実施した。

### 2. 調査項目

調査項目は、練習前後の体重測定と飲水量から1時間あたりの発汗量を算出した。

発汗量は、 $\text{発汗量} = (\text{運動前の体重 kg} - \text{運動後の体重 kg} + \text{飲水量 mL}) / \text{運動時間 (時間)}$ で算出した。

運動後のコンディショニングチェック(11項目)については、Visual Analogue Scale(以下、VAS法)を用い、「まったく感じない」から「強く感じる」までの100mmの当てはまる自覚症状に縦に記しを入れてもらった。

また、汗中ナトリウム、カルシウム濃度はHORIBA社製LAQUAtwinB722を使用し、スポイドで採取した汗を持ち帰り冷蔵保存後(8-10℃)に測定した。

### 3. 実験方法とプロトコル(図1)

対象者は、水のみ補給する群(以下、W群)、練習開始1時間後から水とスポーツドリンクを補給する群(以下、D群)の2群に分け、約2時間

表2 試料の栄養成分

| 項目        |                         | スポーツドリンク | 水     |
|-----------|-------------------------|----------|-------|
| 内容量 (mL)  |                         | 500      | 500   |
| 熱量 (kcal) |                         | 125      | 0     |
| イオン濃度     | Na <sup>+</sup> (mEq/L) | 105      | -     |
|           | Ca <sup>+</sup> (mEq/L) | 5        | -     |
| 栄養成分      | タンパク質 (g)               | 0        | 0     |
|           | 脂質 (g)                  | 0        | 0     |
|           | 炭水化物 (g)                | 31       | 0     |
|           | ナトリウム (mg)              | 245      | 2~5   |
|           | カリウム (mg)               | 100      | 1~3   |
|           | マグネシウム (mg)             | 3        | 1~1.5 |

表3 運動中の水およびドリンク飲水量 (mean ± SD)

|    | 水 (mL)          | スポーツドリンク (mL) | 総飲水量 (mL)       | 目安量 (mL) <sup>2)</sup> |
|----|-----------------|---------------|-----------------|------------------------|
| W群 | 1,295.7 ± 308.3 | —             | 1,295.7 ± 308.3 | 1,000-2,000            |
| D群 | 1,041.6 ± 436.9 | 468.5 ± 193.6 | 1,510.1 ± 330.2 | (2時間半の運動時)             |

<sup>2)</sup> 公益財団法人日本体育協会：「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」より

半の運動時の汗をアップランニング後（以下、アップ後）、練習開始1時間（以下、1時間後）、2時間（以下、2時間後）の計3回採取し、汗中ミネラル濃度を比較した。汗の試料は、各採取時に顎・首・胸部などからスポイドで吸引して採取した。実験に用いた飲料の成分は、表2のとおりである。

なお、練習前後には体重とVAS法によるコンディションチェックを行い、発汗量と飲水量を分析した。飲水については、いずれも自由摂水とし練習前後の値を比較分析した。

#### 4. 倫理的配慮

対象者には、調査協力依頼文に研究計画および倫理的配慮の概要を記載し、口頭による説明を行った。特に調査協力への参加の自由と調査途中の離脱、回答の全部または一部を拒否できること、それによる不利益が生じないことを保障するよう明記した上で参加の同意を得た。また、個人名が特定できないよう、実験中は各自にナンバリングを行い、すべてのデータについて個人名の記

載は行わないものとした。

なお、本研究は天理大学倫理審査委員会（承認番号：H28-004）の承認を得て行った。

#### 5. 分析方法

統計解析は、W群とD群の平均値の比較には、対応のないt-testを用いた。また、両群の練習前後の体重およびコンディショニングチェックについては、対応あるt-testを行い、2群間および時間経過の差には2元配置分散分析の反復測定を行った。有意水準は5%未満とした。

### Ⅲ 結果

#### 1. 総飲水量と体重および発汗量の変化

練習中の総飲水量は、W群 1,295.7 ± 308.3mL、D群 1,510.1 ± 330.2mLと両群間に有意差は見られなかったものの、W群よりD群で総飲水量は多い結果であった（表3）。D群には、練習1時間後から水に加えてスポーツドリンクを自由飲水できるように設定していたため、途中で味のあるス

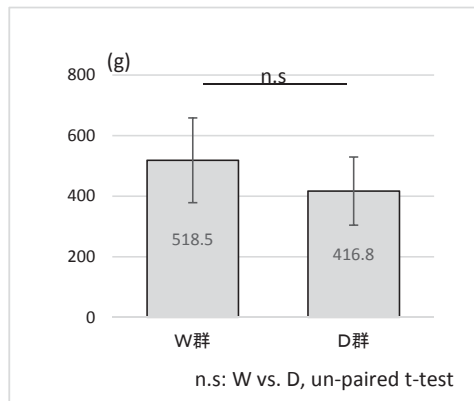


図2 練習中の発汗量

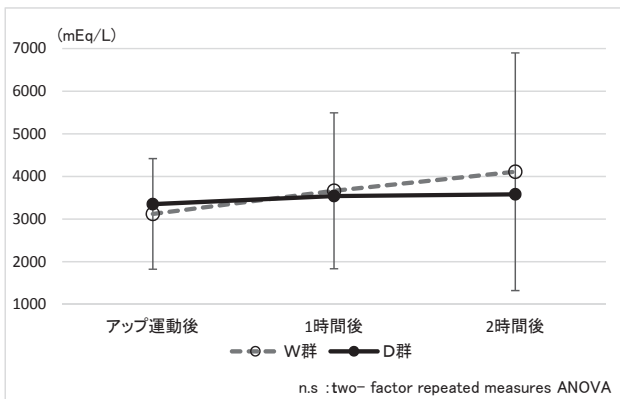


図3 ドリンクの違いによる汗中ナトリウム濃度の変化 (mean ± SD)

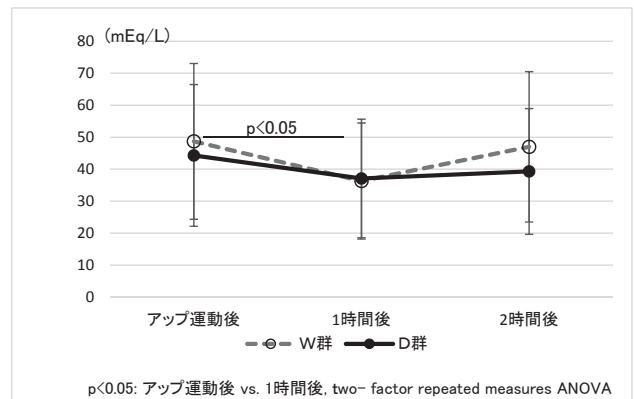


図4 ドリンクの違いによる汗中カルシウム濃度の変化 (mean ± SD)

スポーツドリンクに変わったことが、飲水量の増加につながったと思われた。また、練習前後の平均体重減少率は、W群  $+0.68 \pm 0.71\%$ 、D群  $+0.65 \pm 0.72\%$  であり、両群ともに有意差はなく、対象者全員が日本スポーツ協会の推奨する目標値  $-2\%$  以内であり、脱水は見られない状態であった。しかし、個別では最大  $1.7\%$  の体重減少率を示したのもあり、脱水症の軽症範囲となる  $1\%$  以上の体重減少率を示したものは  $20$  人中  $7$  人みられた。練習中の発汗量については、W群  $518.5 \pm 123.1\text{g}$ 、D群  $416.8 \pm 174.7\text{g}$  と D群は、総飲水量が多く発汗量は少ない結果であった (図2)。

## 2. 汗中ミネラル濃度 (ナトリウム・カルシウム) の変化

汗中ナトリウム濃度では、両群間に有意差は見

られなかった。水のみ飲水であったアップ後から1時間後にかけては、両群ともに同じ傾向がみられたが、1時間後から2時間後にかけては、W群の汗中ナトリウム濃度が上昇し、D群はほとんど変化はみられない結果であった (図3)。

汗中カルシウム濃度については、アップ後から1時間後にかけて、両群ともに有意な減少 ( $p < 0.05$ : 交互作用有り) がみられたが、1時間後から2時間後にかけては、水のみW群は増加傾向を示し、水+スポーツドリンクのD群は横ばいの結果であった (図4)。

## 3. VAS法によるコンディショニングチェックの変化

コンディショニングチェックの結果は、練習後は「筋肉のけいれん」「体のほてり」「身体のだる

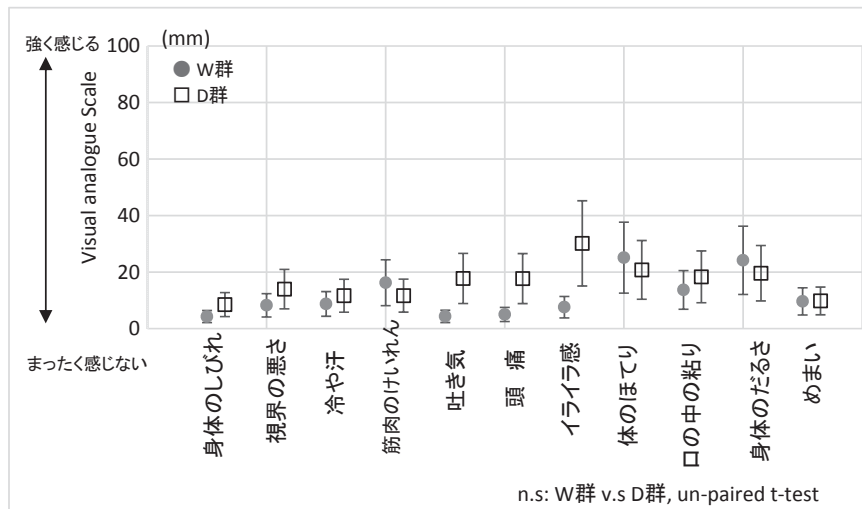


図5 練習後におけるW群とD群のコンディショニングチェックの平均値 (mean ± SD)

さ」の3項目において、D群はW群より低い結果であり、その他7項目「吐き気」「頭痛」「イライラ感」については、W群よりD群が高い結果であった。D群は、練習後のコンディションが悪くなっている傾向を示す結果であった(図5)。

#### IV 考察

スポーツ活動は長時間になればなるほど発汗量が増え、時には1時間に約1~2Lの汗を損失することが報告されている<sup>2)</sup>。基本的な熱中症の予防策は、発汗で損失した水分およびミネラル成分を摂取することであるが、発汗量やその成分濃度には個人差が生じるため、個々に見合った最適な水分補給を行うことは困難である。そのため、失った水分量、つまり脱水量の予測には、体重測定を行い、練習前後の体重差を-2%以内に抑えることが望ましいとされている。本研究では、2時間半の練習前後の体重減少率は、W群、D群ともに約-0.7kgであり、脱水症を予防する上での目標範囲内であった。しかし、個別には体重減少率1.7%と目標-2%に近い値を示すものが見られたため、運動途中の水分補給状況の確認がよりよい環境での運動継続に繋がると考えられた。

また、飲水量は、D群の摂取量が多いにも関わらず発汗量はW群よりも少ない結果であったこ

とは、スポーツドリンクに含まれるナトリウムやカリウムを含むミネラルによる体の維持液の保持と糖質からのエネルギー補給が体重の維持に有効に作用したものと考えられる。

近年では、運動中の糖質飲料が咽頭部を通り過ぎる刺激だけでも脳の中枢性疲労が緩和されるとの報告<sup>8)</sup>があり、口渇感がなくとも糖質溶液を口に含むことがすすめられている。今回、練習後のコンディショニングチェックでは、ナトリウム、カルシウムの不足が予測される「筋肉のけいれん」、体温調整の可否を問う「体のほてり」、エネルギーの枯渇を予想できる「身体のだるさ」の3項目については、スポーツドリンクを摂取していたD群が低い結果であり、ミネラルや糖質補給の効果であると考えられた。しかしながら、「吐き気」「頭痛」など、脱水症の初期症状ともいえる項目については高値の結果であったことから、D群はW群に比べて飲水量が多くみられたが、体重減少率には個人差が大きくみられたため、個別のコンディションを整える上では適正な水分補給量ではなかったと考えられた。

また、飲料の違いが汗中ミネラル濃度に与える影響については、汗中ナトリウム濃度では、アップ後から1時間後はほぼ横ばいであったが、スポーツドリンクを飲料に加えた1時間後から2時

間後にかけて、W群は汗中のナトリウム量が増加がみられ、D群では変化がみられず、発汗にともなう損失が抑制され体内で保持されていたものと示唆された。汗中カルシウム濃度についても、アップ後から1時間後にかけてはW群、D群ともに有意に減少し、その後、2時間後にかけてはW群のみが発汗とともにカルシウムを排泄する傾向が高く、D群ではほぼ横ばいの結果であった。

人体が、体水分量が発汗によって不足した場合、体液浸透圧の上昇によって口渴中枢が刺激され、飲水量を増やすよう指示し、腎尿細管ではナトリウムイオンの再吸収が促進される。水分量が過剰であれば、浸透圧は低下し、口渴感が緩和して飲水量が減少し、体液ナトリウムイオンの再吸収を抑制し、体液量を減少させる。本研究の実験では、アップ後の30分は両群ともに水のみ摂取であった、比較的短時間であったためナトリウム濃度については変化はみられなかったものと思われる。カルシウム濃度については、水分補給のみの飲水により体液が希釈し、一時的に低下したと推測された。しかし、1時間後から2時間後にかけて、W群でナトリウム、カルシウム濃度ともに上昇したことは、水分のみの摂取であったことによる体液の希釈が浸透圧の低下を招き、体液平衡維持のために汗中への排泄を増加させたものと考えられた。また、スポーツドリンクを加えたD群で、ナトリウムとカルシウム濃度に変化がみられなかったことは、体液維持が正常に保持されていたものと示唆される。しかし、練習後のコンディショニングチェックで脱水症の指標となる項目が高かったことは、十分な水分補給量でなかったことが予測されるため、体重減少は基準範囲内であったとしても自覚症状を確認しながらこまめな水分補給で体調管理する習慣を定着させる必要性が認められた。

## V まとめ

本研究では、夏のスポーツ活動時に水と水+スポーツドリンクの異なる2種類のドリンクを自由飲水させ、体重や発汗量の変化と汗中ミネラル濃度の変化を検討した。結果として、水だけでなく、スポーツドリンクを加えたD群は、発汗量を低下させ、体重減少を防ぎ、体内へのミネラルの維持作用につながったと考えられることから、夏に1時間以上の運動をする場合には、水のみでなくミネラルと糖質を含む飲料を摂取することは有効であると考えられた。

## 参考文献

- 1) 気象庁：気象庁長官記者緊急会見要旨，[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/tyoukan/2018/dg\\_20180718.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/tyoukan/2018/dg_20180718.html)（平成30年7月18日）
- 2) 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，公益財団法人日本スポーツ協会（2013）
- 3) 日本救急医学会：熱中症診療ガイドライン2015（2015）
- 4) Thomas DT, Wrdman KA, Burke LM: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nuttition and Athleteic Performance, *J Acad Nutr Diet*, 116, 501-528（2016）
- 5) 青木純一郎：スポーツと水分補給，最新医学，43. Pp2190-2194（1988）
- 6) Cunningham KM, Daly J, Horowitz M, Read NW.: Gastrointestinal adaptation to diets of differing fat composition in human volunteers, *Gut*. May; 32(5): 483-6（1991）
- 7) 樋口満著：新版コンディショニングのスポーツ栄養学，p.118（2007）市村出版，東京
- 8) Burke LMI, Maughan RJ.: The Governor has a sweet tooth - mouth sensing of nutrients to enhance sports performance, *Eur J Sport Sci*. 15(1): 29-40（2015）