

## 第29回サフォークランド士別ハーフマラソン大会における調査

松生香里<sup>1)</sup> 岡崎 和伸<sup>2)</sup> 杉田正明<sup>3)</sup> 橋本峻<sup>3)</sup> 保科圭汰<sup>4)</sup> 高岡寿成<sup>5)</sup> 黒木純<sup>6)</sup>  
佐藤敏信<sup>7)</sup> 宗猛<sup>8)</sup>

1) 東北大学 2) 大阪市立大学 3) 三重大学 4) 酪農学園大学 5) カネボウ  
6) 三菱日立パワーシステムズ長崎 7) トヨタ自動車 8) 旭化成

### はじめに

長距離・マラソンの競技パフォーマンスは、冬期のレースに比べて夏期は、外気温・湿度が上昇する暑熱環境の中での競技が実施されるため、競技中の体温上昇によるエネルギーの消耗も激しく、パフォーマンスは低下する。これらの背景から、暑熱下のレース中における給水の重要性、また、摂取するスポーツ飲料の組成や温度の検討など、いかに体内で素早く吸収し、パフォーマンス低下を防止できるかといった暑熱対策に関する調査が盛んに進んでいる。一方で、「暑さに強い選手・弱い選手」と評価されるように、暑さに対する適応能力の個人差は、種々の生理学的特徴との関連は否めないと考えられる。科学委員会では、2013年度から暑熱対策を視野に入れたマラソンレース時、および夏期合宿時において、生理学的指標を用いた調査を実施している<sup>2)</sup>。昨年度、実施した競歩選手の合宿中における汗の成分分析の報告では、各選手の汗中成分に特徴的な差がみられたこと、監督・コーチに暑さに強いと評された選手は、汗中のナトリウム濃度が低い選手が大半であったことを報告している<sup>1)</sup>。これらの結果から、選手個人の生理学的特性を有益な情報として、選手や指導者に提供できれば、暑熱対策として、現場サポートへの還元が期待できる。このように、暑熱環境下のレースで好成績を得るための対策として、選手個人の特性を把握し、それぞれに合った暑熱に対する事前のコンディショニング・対処方法を検討しておくことが、勝つためのレースを展開する上で、非常に重要な鍵になると想定される。

そこで本調査は、夏期に実施される第29回サフォークランド士別ハーフマラソン大会に参加した選手のうち、測定協力が得られた5名を対象に実施した。この調査では、暑熱環境下で実施される夏期のハーフマラソンにおいて、レース前日、スタート

前・ゴール後に、主観的コンディションの質問調査、生理学的調査（尿中指標、体重変化、給水量の聞き取り調査、レース中の汗の電解質濃度）を実施し、レース時による身体への影響を検討し、暑熱対策に役立つ基礎資料を得ることを目的とした。

### 方法

#### 1) 対象選手

2015年7月26日の第29回サフォークランド士別ハーフマラソン大会に参加し、測定協力の同意が得られた男子選手5名を対象とした。

#### 2) 測定の概要

測定は、レース前日(7/25)、スタート前・後(7/26)に実施した。

前日測定は、選手の滞在するホテルの一室で、午後2時から4時の間に実施した。レース当日測定は、測定スタッフが、スタート地点近くの建物内に集合・準備し、スタート直前の9時までの間に実施した。ゴール直後の測定は、測定場所となるテント内に体制を整え、各指導者に対象選手を誘導いただき、測定を実施した。対象選手には、体重、耳管温、尿・汗の採取および、質問紙による給水量の聞き取り調査(表1.参照)を実施した。

#### 3) 体重測定

体重は10g単位の体重計を用いて、レース前日、スタート前・後にレース時と同様の服装で測定した。

#### 4) 尿の採取

尿は、レース前日とスタート前に、紙コップを用いて採取した。対象選手の尿検体から比重(尿比重計、ATAGO OAL-09S)および、試験紙にて、尿中タンパク、クレアチン、pHを測定した。

表 1. 給水アンケート調査表

|  |   |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
|--|---|-------------|---|------------|---|--|--------------------------|----|---|--|----|--|------------|--|--|-------------|--|---|--|
| 測定用紙   | 測定日 2015 年 7 月 26 日   |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| <p>● 給水アンケート（給水量の聞き取り調査） 氏名： _____ ID: _____</p> <p>記憶している範囲で結構ですので、摂取したドリンク、おおよその量（ _____ mL）、スポンジ使用についてお答えください。</p> <p>※ W:水、S: スポンジ、SP:スポーツドリンクです。</p> <p>※ ドリンクの量は見本のカップを参考にお答えください。</p>   |   |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(記入例)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 2px;">給水量</td> <td style="padding: 2px;">W 100 mL</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">前半</td> <td style="padding: 2px;">5.0km-10km (W, S, SP)      10.0km-15km (W, S, SP, SPD)      SP 200 mL</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">15.0km-20.0km (W, S, SP)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">前半</td> <td style="padding: 2px;">少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い</td> </tr> </table> </div>   |   | 給水量         | W 100 mL  | 前半         | 5.0km-10km (W, S, SP)      10.0km-15km (W, S, SP, SPD)      SP 200 mL |  | 15.0km-20.0km (W, S, SP) | 前半 | 少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| 給水量  | W 100 mL  |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| 前半   | 5.0km-10km (W, S, SP)      10.0km-15km (W, S, SP, SPD)      SP 200 mL |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
|  | 15.0km-20.0km (W, S, SP)  |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| 前半   | 少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い               |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 2px;">給水量</td> <td style="padding: 2px;">0.0km-5.0km (W, S, SP)      5.0km-10km (W, S, SP)</td> <td style="padding: 2px;">W _____ mL</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">前半</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SP _____ mL</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">後半</td> <td style="padding: 2px;">10.0km-15km (W, S, SP)      15.0km-21.0km (W, S, SP)</td> <td style="padding: 2px;">W _____ mL</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SP _____ mL</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table> |   | 給水量         | 0.0km-5.0km (W, S, SP)      5.0km-10km (W, S, SP)             | W _____ mL | 前半  |  | SP _____ mL              |    | 少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い |  | 後半 | 10.0km-15km (W, S, SP)      15.0km-21.0km (W, S, SP) | W _____ mL |  |  | SP _____ mL |  | 少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い |  |
| 給水量  | 0.0km-5.0km (W, S, SP)      5.0km-10km (W, S, SP)                     | W _____ mL  |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| 前半   |   | SP _____ mL |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
|  | 少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い               |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| 後半   | 10.0km-15km (W, S, SP)      15.0km-21.0km (W, S, SP)                  | W _____ mL  |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
|  |   | SP _____ mL |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
|  | 少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い               |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 2px;">スポンジの利用</td> <td style="padding: 2px;">前半    少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">後半    少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い</td> </tr> </table>  |   | スポンジの利用     | 前半    少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い |            | 後半    少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い         |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| スポンジの利用  | 前半    少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い         |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
|  | 後半    少ない    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    多い         |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 2px;">レース中の主観的体温</td> <td style="padding: 2px;">前半    低い    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    高い</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">後半    低い    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    高い</td> </tr> </table>   |   | レース中の主観的体温  | 前半    低い    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    高い  |            | 後半    低い    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    高い          |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
| レース中の主観的体温   | 前半    低い    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    高い          |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |
|  | 後半    低い    0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10    高い          |             |   |            |   |  |                          |    |   |  |    |  |            |  |  |             |  |   |  |

### 5) 汗の採取

本調査では、昨年度の競歩合宿時に実施した調査と同様の方法を用いて、選手の右側胸部（表面積 7.5cm × 7.5cm）を、レース中の汗採取部位とした<sup>1)</sup>。先行研究<sup>3)</sup>では、全身の汗中電解質損失と局所採取された汗による推定電解質損失の関係について、最も相関関係が高かった部位が大腿部および胸部であったことから、胸部を汗採取部位として実施した。ウォーミングアップ終了後、スタート前に、蒸留水を含ませた紙および脱脂綿を用いて汗採取部位およびその周辺の汗および付着物を拭き取り、乾いた紙および脱脂綿を用いて、水分を完全に拭き取った。

その後、綿（滅菌クロスガーゼコットン7号、オオサキメディカル社製）、ポリエチレンフィルム、および粘着性透明創傷被覆・保護材（テガダームフィルム、3M社製）で作成した汗採取パッチを採取部位に貼付した<sup>4)</sup>。ゴール後に汗採取パッチをはがし、ポリエチレンバッグに密封した。その後、汗を含んだ綿を注射器（テルモシリンジ 20mL、テルモ社製）に入れ、汗をポリスピッツに採取した。

### 6) 汗の電解質濃度の測定

採取当日、携帯型コンパクトイオンメータ（LAQUAtwin B-700 シリーズ、HORIBA 社製）を用い

表 2. 対象選手のレース結果、主観的コンディション、尿中指標、体重、給水量、およびレース前後の体重変化

| 選手                                     |                  | A       | B       | C       | D       | E                  |          |
|--|------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------|----------|
| レース結果                                  |                  | 1:04:20 | 1:04:41 | 1:05:17 | 1:05:38 | 1:07:12            |          |
| 主観的<br>10段階スケール<br>(不調-好調)<br>(少ない-多い) | 睡眠               | 9       | 5       | 2       | 9       | 8                  |          |
|  | 食欲               | 9       | 7       | 6       | 9       | 8                  |          |
|  | 排便量              | 8       | 7       | 5       | 6       | 8                  |          |
|  | 排便状態             | 9       | 5       | 5       | 8       | 9                  |          |
|  | 前日の練習量           | 9       | 4       | 8       | 3       | 5                  |          |
|  | 前日の練習時間          | 4       | 2       | 4       | 2       | 2                  |          |
|  | 前日の練習の質          | 9       | 6       | 3       | 2       | 2                  |          |
| 2ヶ月以内に体調を崩しましたか？                       |                  | いいえ     | いいえ     | いいえ     | いいえ     | はい<br>1(7月22日:中耳炎) |          |
| 尿中指標                                   | 比重               | レース前日   | 1.025   | 1.030   | 1.030   | 1.019              | 1.014    |
|  |                  | スタート前   | 1.024   | 1.027   | 1.032   | 1.007              | 1.024    |
|  | タンパク             | レース前日   | -       | -       | 30      | -                  | -        |
|  |                  | スタート前   | -       | -       | -       | -                  | -        |
|  | クレアチン<br>(mg/dL) | レース前日   | 300     | OVER    | 300     | 200                | 100      |
|  |                  | スタート前   | 200     | 300     | 300     | 100                | 300      |
|  | pH               | レース前日   | 5.5     | 6.0     | 6.0     | 6.0                | 5.5      |
|  |                  | スタート前   | 7.0     | 6.0     | 6.0     | 5.5                | 6.0      |
|  | その他              | レース前日   | -       | -       | -       | -                  | 潜血: 0.06 |
|  |                  | スタート前   | -       | -       | -       | -                  | 潜血: 0.06 |
| 給水量(主観値)                               |                  | 0.06    | 0.03    | 0.12    | 0.03    | 0.00               |          |
| 体重(kg)                                 | レース前日            | 51.56   | 60.02   | 49.44   | 57.00   | 59.76              |          |
|  | スタート前            | 52.48   | 59.84   | 50.46   | 57.30   | 59.58              |          |
|  | ゴール後             | 51.22   | 58.00   | 49.34   | 55.68   | 58.00              |          |
| 体重変化                                   | レース前後<br>変化量(kg) | -1.32   | -1.87   | -1.24   | -1.65   | -1.58              |          |
|  | レース前後<br>変化率(%)  | 2.52    | 3.13    | 2.46    | 2.87    | 2.65               |          |

て汗の電解質濃度の簡易測定を実施した。分析項目は、汗中のナトリウム、カリウムイオン濃度、カルシウムイオン濃度を測定した。

#### 7) 質問紙調査

質問紙調査は、レース前日は、コンディション確認を兼ねて、10段階スケールにて、睡眠、食欲、排便量、排便状態、前日の練習量・練習時間・練習の質および、過去2ヶ月の体調を記入して頂いた。ゴール後は、給水量の聞き取り調査を実施した(表1)。選手の給水量は、少しでも正確に測定するため、見本の給水用カップを準備し、それを基準に聞き取り調査を行った。この聞き取り調査の結果から、選手個々の実際の給水量を推定して用いた。

#### 8) 環境温度測定

レース中の環境条件調査は、湿球黒球温度計を用いて、気温、湿度および湿球黒球温度(WBGT)を測

定した。

#### 結果と考察

対象選手のハーフマラソンの結果、主観的コンディション、尿中指標(比重、タンパク、クレアチン、pH)、体重、給水量、およびレース前後の体重変化を表2に示した。選手のレース結果は記録順に、A選手~E選手として示した。

レース前日の主観的コンディションは、睡眠、食欲、排便量、排便状態、前日の練習量・練習時間・練習の質とし、10段階の尺度を用い、また、2ヶ月以内に体調を崩したかどうかについて「はい」か「いいえ」で、質問紙にて記録した。各選手において、特徴的な違いは認められないが、E選手はレース4日前に中耳炎と診断を受けたと記載があった。また、E選手は、尿中指標において、レース前日とスタート前に潜血0.06が認められた。今回の報告資料と

表3. 第29回サフォークランド土別ハーフマラソン大会中における環境条件の変化

|          | スタート時 | レース中 平均 | レース中 最高 | ゴール後 |
|----------|-------|---------|---------|------|
| 気温(°C)   | 26.7  | 25.7    | 26.3    | 26.0 |
| 湿度(%)    | 67.9  | 68.9    | 71.0    | 67.7 |
| WBGT(°C) | 24.5  | 24.0    | 24.6    | 24.2 |

は関連はないが、土別ハーフマラソン後の釧路合宿では、合宿途中の練習中に体調不良を訴え、遠征先の病院にて受診後、気管支炎と診断されたため、遠征先から自宅に戻り休養することになった。選手1名の例ではあるが、主観的コンディション調査、尿中指標などの生理学的パラメータは、心身の疲労状態やコンディション悪化の予兆を捉える情報として活用できる可能性が考えられる。

各選手のレース前後における体重変化（給水量で補正した体重変化）は、体格が大きいほど（体重が重いほど）変化率が高く、発汗量が多い傾向がみられた。

レース時の気象状況データを表3に示した。レース中の平均気温は25.7°C、湿度68.9%、WBGT24.0°Cであり、朝9時30分スタートのハーフマラソンで、1時間程度であることから、気象条件に大きな変化はみられなかった。

次に、レース中における汗中のナトリウム、カリウム、カルシウム濃度を図1に示した。各イオン濃度とも百万分率で示した。また、ナトリウムイオン濃度から食塩（塩化ナトリウム）換算した汗中塩分濃度を示した。ナトリウムイオン濃度は1000ppmから1600ppm、カリウムイオン濃度は140ppmから160ppm、カルシウムイオン濃度は9ppmから16ppm、塩分濃度は0.245から0.406となり、ナトリウムとカルシウムイオン濃度および塩分濃度には、選手間で大きな違いが認められた。

A選手は、ナトリウムイオン濃度が1600ppmで5名中最も高値を示し、カルシウムイオン濃度が9ppmで最も低値を示した。一方、B選手はナトリウムイオン濃度が1000ppm、カルシウムイオン濃度が16ppmとなり、A選手とは逆のパターンを示した。

昨年度の長距離・マラソン合宿および、競歩合宿における指導者・コーチの主観から、汗中の電解質濃度が低い選手は、暑さに強い可能性を報告している<sup>1)</sup>。汗中の電解質濃度が高いほど、発汗時に血漿量が低下しやすくなるため、熱放散能の低下を招きやすく、運動中の体温上昇に伴い、脱水の影響を受けやすいことを指摘している。これらのことから、レース時の汗中電解質濃度の高かったA選手は、給水では、汗より電解質濃度の高い水分を補う必要性

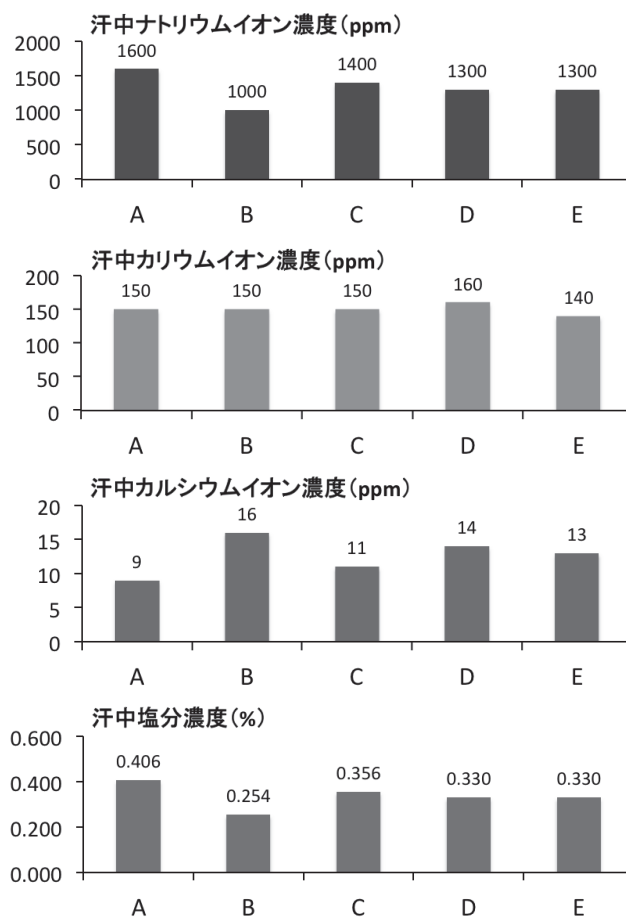


図1. 対象選手におけるハーフマラソンレース時の汗中電解質濃度

が考えられ、汗より低い電解質濃度の水分摂取では、血漿量が回復しにくいことが推測できる。また、B選手のカルシウム濃度は5名中、最も高値を示した。体内のカルシウムイオンは、筋収縮や神経系の働きに重要な役割を担っていることから、脱水によって血漿中・筋中のカルシウムイオンの平衡が崩れた際に筋痙攣が起きることがある。また、他の電解質濃度（ナトリウム、カリウム、マグネシウムイオンなど）とのバランス・恒常性が崩れた際、特に重篤な場合は、不整脈・意識障害などの症状が現れる可能性が危惧される。しかしながら、一概に、汗に含まれるカルシウムイオンの成分が高いことで、身体に大きな問題が起こるとい根拠は認められていない。暑熱下におけるパフォーマンス低下を防ぐためには、ナトリウムイオンなど、他の電解質濃度の高い給水によって脱水を防ぐことが重要であると考えられる。

また、他の3名の選手においても、汗中の電解質濃度は、それぞれ異なった特徴がみられた。E選手においては、レース中、一度も給水を行わずにゴールしたが、汗中の電解質濃度に特徴的な違いはみら

れなかった。今回はハーフマラソンであり、1時間程度の運動継続時間であったことや、真夏の炎天下のレースではなかったことなどから、影響が少なかったことがうかがえる。しかし、フルマラソンの場合は、夏期や冬期に限らず、前半からの給水や、給水の組成を考慮してレースを進めることが、後半のパフォーマンス低下を防ぐことに繋がるという重要な基礎資料になる。具体的にどのくらいの電解質濃度の給水量が、腸管での吸収に適度であるのか、選手個人の体質を考慮した検討が必要になると考えられる。今回のハーフマラソンにおける各選手の汗中の電解質濃度から、選手それぞれに合った給水の組成について検討を進めて行くことが、脱水によるパフォーマンス低下の防止につながり、勝つための戦略の一つとして貢献できるかもしれない。

昨年度の競歩選手の合宿中の調査では、ポイント練習などにおいて、汗中の電解質濃度の測定を、一度実施することにより、ある一時期の選手個人の発汗時の電解質濃度の特徴が把握できる可能性を示唆している<sup>1)</sup>。また、汗中の電解質濃度は、発汗量が多いほど高く、暑熱馴化によって低下する。これらの情報から、定期的な汗中の電解質濃度の測定は、選手の暑熱馴化の状態を知る手がかりとして、暑熱対策のコンディショニングへの活用が期待できる。さらに、定期的な汗成分の測定によって、選手個人が暑熱馴化しやすい体質か、または、馴化に時間がかかる体質か、といった推測が可能となり、レース前の調整に貢献できる可能性がある。

以上のことから、今回の士別ハーフマラソンの測定における汗の成分分析において、各選手の特徴から、暑さに対する馴化状態や耐性が異なる可能性が示唆された。レース時の汗中電解質濃度は貴重な情報であるが、暑熱下のレースに向けた事前のコンディショニングという視点から、体重変化や尿中指標などと合わせて、定期的な測定を重ねることで、各選手の体質の特性や現状を把握し、目標とするレース時の給水成分を検討する有益な情報としての活用が期待できる。今後、さらに、選手のコンディショニングサポートおよび、レース時の生理学的指標の調査を継続し、各選手に合った暑熱対策の情報として、的確なアドバイスができるよう、現場還元を目指したい。

## 謝辞

本測定を実施するに当たり、第29回サフォークランド士別ハーフマラソン大会運営委員会の皆様に

は、大変お世話になりました。また、これらの取り組みにご協力、ご尽力いただきました選手、スタッフ、関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

## 文献

- 1) 岡崎和伸, 松生香里, 瀧澤一騎, 三浦康二, 杉田正明, 今村文男, 宗猛, 酒井勝充: 長距離および競歩選手における汗中の電解質濃度の分析. 陸上競技研究紀要. 10巻146-149. 2015.
- 2) 杉田正明, 瀧澤一騎, 岡崎和伸, 松生香里, 山口太一, 広川龍太郎, 須永美歌子, 武富豊, 宗猛, 酒井勝充. 北海道マラソンにおける調査について. 陸上競技研究紀要. 10:150-158. 2015.
- 3) Baker LB, Stofan JR, Hamilton AA, and Horswill CA: Comparison of regional patch collection vs. whole body washdown for measuring sweat sodium and potassium loss during exercise. J Appl Physiol 107(3): 887-895, 2009.
- 4) Baker LB, Ungaro CT, Barnes KA, Nuccio RP, Reimel AJ, Stofan JR: Validity and reliability of a field technique for sweat Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> analysis during exercise in a hot-humid environment. Physiol Rep 2;2(5): e12007, 2014.