

リオデジャネイロオリンピック男子マラソン代表選手の 事前合宿における暑熱コンディションサポート

松生香里¹⁾ 保科圭汰²⁾ 竹井康彦³⁾ 岡崎和伸⁴⁾ 杉田正明⁵⁾
小川 智⁶⁾ 小島忠幸⁷⁾ 山頭直樹⁸⁾ 大澤陽祐⁶⁾ 宗猛⁷⁾ 吉川三男⁹⁾ 酒井勝充¹⁰⁾
1) 東北大学 2) 酪農学園大学 3) 独立行政法人 日本スポーツ振興センター
4) 大阪市立大学 5) 三重大学 6) Honda 7) 旭化成 8) 安川電機 9) 富士通
10) コニカミノルタ

はじめに

夏季オリンピックのマラソンは、猛暑の中でのレースが予想される。夏季のレースは、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、パフォーマンスは著しく低下する。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、夏期合宿時において、生理学的指標の測定・調査を実施してきた¹⁾。特に、リオデジャネイロオリンピックでは、高温多湿の環境下でのレースになることが想定され、暑熱下のレース中における給水の重要性、また、スポーツ飲料の組成や温度などを調べ、いかに体内で素早く水分を吸収し、パフォーマンス低下を抑制できるかという調査を進めてきた²⁾³⁾⁴⁾。

一方で、競歩選手の合宿中における汗の成分分析においては、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が報告されている²⁾。このように、客観的に得られた生理学的指標と選手や監督・コーチの評価、各選手の主観的コンディションの状態を併せて確認し、暑熱対策の情報として、現場に還元することが必要である。選手個人の特性を把握し、各選手に合った暑熱に対する事前のコンディショニングや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考えられる。

そこで本調査では、リオデジャネイロオリンピック男子マラソン代表選手3名を対象に、釧路での事前合宿におけるコンディション管理として、主観的コンディション、生理学的指標（尿中指標、体重変

化等）を測定し、マラソンレース時の対策や事前のコンディショニング基礎資料を得ることを目的とした。

方法

1) 対象選手

2016年リオデジャネイロオリンピック男子マラソン代表の3選手(A, B, C)を対象とした。

2) 測定の概要

コンディション測定は、オリンピックの事前に行われた釧路合宿(7月22日～8月3日)にて実施した。毎日の体調管理・コンディション確認のため、5段階の主観的コンディション調査、酸素飽和度(SpO₂)、脈拍数、体温、尿比重・尿中成分および練習時の体重変化を測定した。なお、各選手の練習スケジュールは別メニューのため、それぞれの測定結果として示した。

3) 体重測定

体重は10g単位の体重計を用いて、ポイント練習時のウォーミングアップ終了後、スタート前・後に測定し、体重変化から、およそその発汗量を調べ、レース時の対処策の参考にした。なお、給水量を補正するため、練習前後の給水ボトルを測定し、給水量を推定し、体重変化量を算出した。

4) 主観的コンディション調査

毎日のコンディション確認のため、選手には予め、記入用紙と採尿カップを手渡しし、5段階スケールを用い、「寝つき」「睡眠の深さ」「寝起き」「疲労感」「体の火照り」および「睡眠の状況」を記録、パルスオ

表 1. コンディション記録用紙調査表

コンディション記録用紙		名前					日付	／
以下について、当てはまるものを○で囲んでください。								
1 寝つき	悪い	1	2	3	4	5	良い	
2 睡眠の深さ	浅い	1	2	3	4	5	深い	
3 睡眠の状況	夢を見た	何回も目覚めた			何回もトイレに行った			
	寝汗をかいた	軽く頭痛がした			特に無し			
4 寝起き	悪い	1	2	3	4	5	良い	
5 疲労感	強い	1	2	3	4	5	無い	
6 体の火照り	強い	1	2	3	4	5	無い	
起床時に測定した値を以下に記入してください。								
1 SpO ₂		(%)			2 心拍数		(拍/分)	
3 体温		(度)						

キシメータを用いて SpO₂、脈拍数、体温を測定し、朝練前に尿検体と一緒に提出する形式をとった（記入用紙：表 1. 参照）。

5) 尿の採取

各選手の尿は、起床後、紙コップを用いて採取し、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。

6) 環境温度測定

練習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

各選手の身体特性とマラソンベスト記録を表 2 に示した。身長、体重は、A 選手（169cm, 56kg）、B 選手（170cm, 55kg）、C 選手（171cm, 56kg）であった。

1) 主観的コンディション、尿比重・尿中クレアチニン濃度（表 3, 図 1）

各選手における合宿中の主観的コンディションを表 3 に示した。

A 選手は、合宿前日の 21 日から 8 月 3 日までの記録を示した（上段）。睡眠の指標「寝つき」「睡眠の深さ」「寝起き」においては、悪い状態はみられ

表 2. 各選手の身体特性とマラソンベスト記録

	A選手	B選手	C選手
身長 (cm)	169.0	170.0	171.0
体重 (kg)	56.0	55.0	56.0
マラソンベスト記録	2時間09分10秒	2時間09分16秒	2時間08分56秒

なかった。また、合宿前日の 21 日は、SpO₂ が 100% と非常に高い値を示し、良いコンディションで合宿地入りできたことがうかがえた。合宿後半には、「疲労感」および「体の火照り」が強く、疲労気味の状態を示したものの、指導者との日常の体調確認から予定通りのトレーニングを実施できている状態であることが理解できた。

B 選手は「寝つき」「睡眠の深さ」「寝起き」の指標において低値を示した（中段）。また、「睡眠の状況」において「夢を見た、何回も目が覚めた」という状態が長く続き、故障で走るトレーニングが出来ないなど、精神的なストレスによる可能性も考えられた。

C 選手は「寝つき」「睡眠の深さ」「寝起き」「睡眠の状況」「疲労感」「体の火照り」において、不眠や疲労の蓄積状態はみられなかった（下段）。

各選手の早朝尿（尿中クレアチニン濃度および尿比重）の変化を図 1 に示した。尿比重が、1.025 以上では脱水傾向を示すこと、また、1.010 以下で低すぎる場合は、身体が水分バランスを維持するため、尿として水分が排泄されている可能性が考えられる。このことから、選手には、1.010 ～ 1.020 の

表3. 各選手における合宿中の主観的コンディション

A選手

	寝つき	睡眠の深さ	睡眠の状況	寝起き	疲労感	体の火照り	SpO2	脈拍数	体温	SpO2/脈拍数
	悪い1~5良い	浅い1~5深い		悪い1~5良い	強い1~5無い	強い1~5無い	%	拍/分	℃	%
7月21日(木)	5	4	寝汗をかいた	3	3	4	100	38	36.4	2.63
7月22日(金)	5	4	何回もトイレに行った	2	4	4	99	41	36.3	2.41
7月23日(土)	5	5	寝汗をかいた	2	4	4	98	38	36.5	2.58
7月24日(日)	2	3	何回も目が覚めた	3	3	3	97	46	36.6	2.11
7月25日(月)	3	3	何回もトイレに行った	4	4	4	99	47	36.4	2.11
7月26日(火)	4	4	特に無し	4	2	2	99	39	36.4	2.54
7月27日(水)	5	5	特に無し	3	2	2	99	46	36.6	2.15
7月28日(木)	2	2	何回も目が覚めた	3	2	2	98	45	36.6	2.18
7月29日(金)	4	4	特に無し	4	2	3	99	39	36.3	2.54
7月30日(土)	4	4	特に無し	4	2	2	99	38	36.4	2.61
7月31日(日)	3	3	何回も目が覚めた	3	1	1	98	45	36.3	2.18
8月1日(月)	4	4	特に無し	3	1	2	98	36	36.4	2.72
8月2日(火)	4	4	特に無し	4	1	2	98	38	36.5	2.58
8月3日(水)	4	4	特に無し	4	1	2	99	39	36.4	2.54

B選手

	寝つき	睡眠の深さ	睡眠の状況	寝起き	疲労感	体の火照り	SpO2	脈拍数	体温	SpO2/脈拍数
	悪い1~5良い	浅い1~5深い		悪い1~5良い	強い1~5無い	強い1~5無い	%	拍/分	℃	%
7月23日(土)	3	3	夢を見た、何回も目覚めた	3	4	5	97	45	36.0	2.16
7月24日(日)	2	2	夢を見た、何回も目が覚めた	2	4	5	99	48	35.8	2.06
7月25日(月)	1	1	何回も目が覚めた	1	3	5	98	48	36.2	2.04
7月26日(火)	2	2	夢を見た、何回も目が覚めた	3	3	2	99	50	36.1	1.98
7月27日(水)	3	2	夢を見た、何回も目が覚めた	2	2	2	96	52	36.1	1.85
7月28日(木)	1	2	何回も目が覚めた	1	4	3	98	52	36.3	1.88
7月29日(金)	2	4	夢を見た	4	3	5	97	51	35.9	1.90
7月30日(土)	2	2	夢を見た、何回も目が覚めた	2	2	5	98	48	36.0	2.04
7月31日(日)	4	3	夢を見た	2	3	5	98	50	36.1	1.96
8月1日(月)	3	2	夢を見た、何回も目覚めた	2	3	2	98	47	36.1	2.09

C選手

	寝つき	睡眠の深さ	睡眠の状況	寝起き	疲労感	体の火照り	SpO2	脈拍数	体温	SpO2/脈拍数
	悪い1~5良い	浅い1~5深い		悪い1~5良い	強い1~5無い	強い1~5無い	%	拍/分	℃	%
7月22日(金)	2	2	何回もトイレに行った	3	3	3	98	52	36.2	1.88
7月23日(土)	4	4	特に無し	3	3	3	97	51	36.3	1.90
7月24日(日)	4	4	特に無し	2	3	3	98	53	36.2	1.85
7月25日(月)	4	4	特に無し	3	4	3	98	55	36.3	1.78
7月26日(火)	4	3	特に無し	3	3	3	98	54	36.3	1.81
7月27日(水)	5	4	特に無し	3	3	3	98	55	36.4	1.78
7月28日(木)	4	3	特に無し	4	3	3	98	50	36.1	1.96
7月29日(金)	4	4	特に無し	2	4	3	98	57	35.9	1.72
7月30日(土)	3	4	何回も目が覚めた	3	3	4	98	50	35.9	1.96
7月31日(日)	3	4	特に無し	3	3	4	97	53	36.2	1.83
8月1日(月)	4	4	特に無し	2	3	3	99	57	36.4	1.74

範囲が体水分のバランスが良い状態であることを伝え、体調管理の参考になるよう言葉がけを行った(図1破線の範囲)。A選手は、ポイント練習の翌日に尿比重および尿中クレアチニンが上昇する傾向がみられ、ポイント練習前後の電解質成分を含んだ水分補給や食事からの塩分を含んだ水分摂取を心がけるように伝え、数値を参考にしながら、自身の体調に合わせ、上手く調整していたと考えられる。B選手は、ウエイトトレーニングや補強が中心であったため、水分摂取は他の2選手より少ない傾向もあり、尿比重、尿中クレアチニン濃度が高い傾向を示した。アドバイスでは、日中のこまめな水分補給と、食事からの水分摂取を心がけるように伝えた。C選手は、以前にも体重変化や汗の成分の測定経験があることから、普段の練習においても水分摂取には気を使っており、ポイント練習の翌日も、非常に安定した尿比重、尿中クレアチニン濃度を示した。

主観的コンディションの結果および、尿中クレアチニン濃度、尿比重の結果からは、病的な体調の悪化はみられず、練習に伴う体調の変化として、良好な調整であることが示された。

2) ポイント練習における体重変化(図2, 図3)

A選手のポイント練習前後における体重変化(給水量で補正した体重変化)および練習中の環境条件(最高WBGT、最高気温、最高湿度)を図2に示した。A選手は、普段の練習時にも発汗量が多いことを自覚していた。このことから、選手自身がポイント練習時の発汗量を数値化することで改めて認識し、トレーニングの内容や強度、走行距離、環境条件の違いによって発汗量が異なることを再確認した。特に、7月30日の40kmの距離走では、最高気温22.0℃、最高湿度94%で、体感について「暑さはそれほど感じなかったが汗がすごく出た」という感想があり、

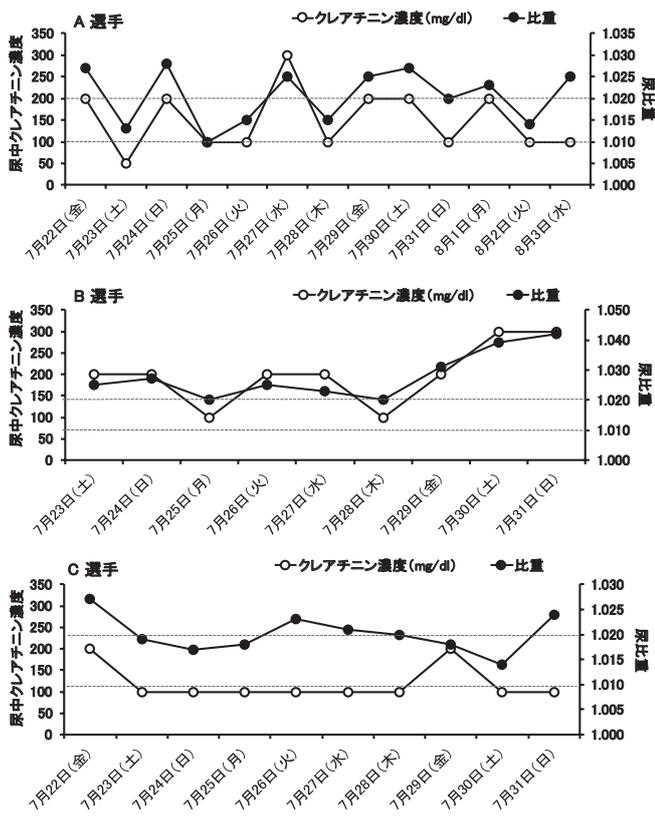


図1. 各選手における早朝尿の変化（クレアチニン濃度、比重）

体重減少率が5.03%と非常に高い値を示した。アメリカスポーツ医学会の報告では、発汗によって2%以上の体重が減少すると、持久系のパフォーマンスが著しく低下することが示されている⁵⁾。暑熱下におけるパフォーマンス低下を防ぐためには、給水内容（ナトリウムイオンなど、電解質濃度の高い給水）も重要であると考えられる。それに加えて、今回の事前合宿のように、ポイント練習時の気候とトレーニング前後の体重変化、飲料の摂取等、選手自身が体感の違いを理解しておくことにより、レース当日の天候等を含む判断材料として活用できると考えられる。

C選手のポイント練習前後における体重変化（給水量で補正した体重変化）および練習中の環境条件（最高WBGT、最高気温、最高湿度）を図3に示した。ポイント練習における体重減少率は、7月31日の距離走（2時間走：32km）では3.58%であり、図には掲載していないが、体感は「暑く感じた」という感想であった。最高気温25.5℃、最高湿度92.1%であった。体感の感じ方は、各選手において異なるため、スタッフから尋ねられる（質問を受ける）ことによって、改めて自身の体質や当日の体調と併せて、コンディションを確認できる機会になるかもしれない。今回のオリンピックのように、女子マラソン

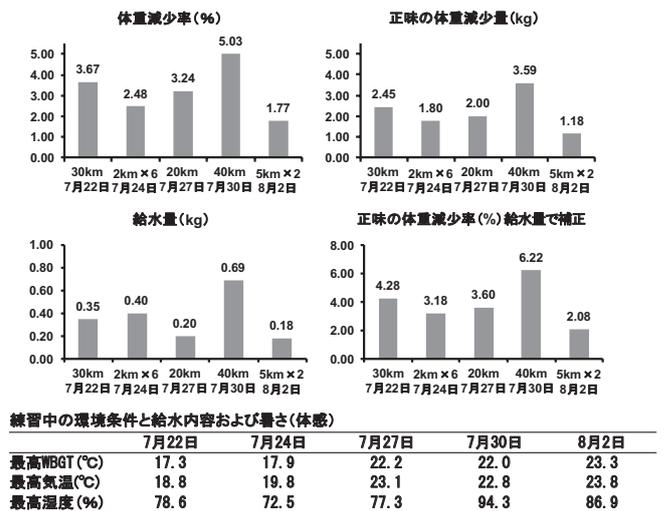


図2. A選手（体重：56kg）のポイント練習における環境条件および給水量と体重減少

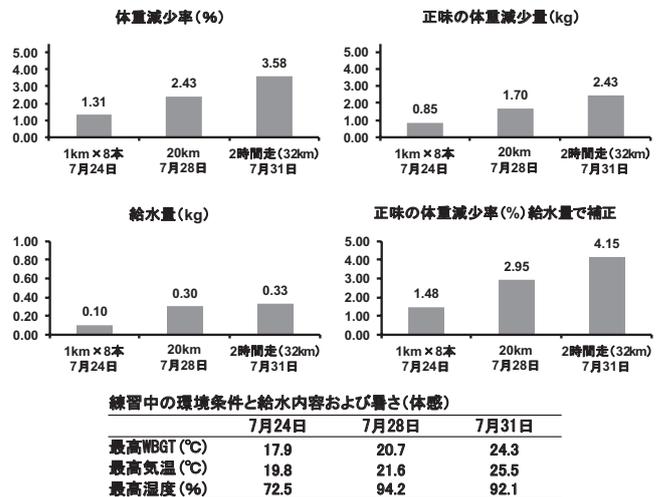


図3. C選手（体重：56kg）のポイント練習における環境条件および給水量と体重減少

は非常に暑い中でのレースとなり、一方の男子マラソン当日は雨天であったことから、暑熱対策に加えて様々な環境変化に応じた対処も視野に入れ、サポートする必要性が考えられた。

本調査のように、合宿に帯同し、簡易的にでもポイント練習前後の体重変化や給水量の測定から、選手自身が客観的数値から「発汗量が多い」など、自身の体質を確認することで、レース時の水分摂取等の対策の参考として活用できる可能性が考えられる。

3) レース後のヒアリング調査（図4）

リオデジャネイロオリンピック男子マラソンレース後ヒアリング調査の一部について3選手の回答を表4に示した。大会当日は、雨・気温24℃、湿度

表4. リオデジャネイロオリンピック男子マラソンレース後ヒアリング調査

質問	A選手	B選手	C選手
1) レース当日の暑さ・寒さ対策はどのように行いましたか。	暑さ対策・雨対策のため、帽子を着用しレースにのぞんだ。実際には使用しなかったが、ネッククーラーを準備していた。	特に行っていない。帽子とスカーフ(首回りに着用)を準備していたが、涼しかったので必要なかった。	レースに向けて日頃からこまめに水分補給をすることを心がけた。レース当日は、日差しが強くなる可能性も踏まえて帽子をかぶりスタートしたが、曇りだったため、途中で外した。
2) レース中の給水・スポンジ使用についてお聞かせください。	用意していたスペシャルドリンクは全て取ることができた。スペシャルドリンクのほか、水やスポンジも取ることができ、給水は全て上手くいった。用意していたスペシャルドリンクは全て取ることができた。	これまでのマラソンと違って、スペシャルドリンクを毎回取るようにした。暑さ対策ではなく、後半疲労で固まってしまった足の筋肉に刺激を与えるためにスポンジで水をかけるようにした。	給水ポイントが非常に分かりにくく、隣との間隔が狭かったため、前半は場所を確認しながら走った。今回のレースでは全部の給水ポイントで給水を受け取ることが出来たので、しっかりと多めにとった。今回のレースでは、スポンジは取らなかった。

※大会当日：雨・気温24℃ 湿度83%

83%であった。

質問1の「レース当日の暑さ・寒さ対策はどのように行いましたか」という問いに対して、A選手、暑さ対策・雨対策、暑くなる可能性を踏まえて帽子を着用してレースにのぞんだと回答しており、また、C選手においては、当日に向けて、こまめに水分補給を心がけていたことがうかがえた。

質問2の「レース中の給水・スポンジ使用についてお聞かせください」という質問に対しては、3選手とも、給水は非常に上手くいき、スペシャルドリンクは必ず取れたことが記載されていた。C選手は、給水ポイントがわかりにくく、隣との間隔が狭かったため、前半は場所を確認しながら走ったというコメントであった。事前のコース状態の確認や給水ポイントの把握は重要であるが、当日のレース展開によって臨機応変に対応できる経験や冷静な判断力を養う必要性がうかがえた。

以上のように、事前合宿における調査から、主観的コンディションの把握とポイント練習における体重変化の測定のみであったが、選手のトレーニング実施内容と併せて、特性を把握することにより、マラソンレース当日の暑さ対策として、現場に活用できる可能性が示唆された。

今回の事前合宿地が、夏季も涼しい釧路であり、選手には走りやすい環境であったことから、もしかすると、オリンピック1ヶ月前の環境条件もトレーニングや暑熱対策の位置付けとして、今後の対策を再考する必要があるかもしれない。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等の測定を継続することは、

各選手の体質の特性や不調・好調などの体調を把握する手段の1つとなり、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される。これらの取り組みを基盤として、猛暑でのレースが想定される東京オリンピックに向けた暑熱対策に、種々のトレーニング環境を含め、どのような対策が適切であるか、生理学的な指標からの観点と選手や指導者の主観的な観点を併せて検討し、試行・実践の中からメダル獲得に向けた取り組みが急務になると考えられる。

今後、さらに、選手のコンディションサポートとして、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

リオデジャネイロオリンピック男子マラソン事前合宿におけるコンディションサポートにおいてご協力頂きました選手を始め、スタッフ、関係者の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 松生香里, 岡崎和伸, 杉田正明, 橋本峻, 保科圭汰,
高岡寿成, 黒木純, 佐藤敏信, 宗猛． 第 29 回サ
フォーランド士別ハーフマラソン大会における
調査． 陸上競技研究紀要． 11 巻 58-62. 2016.
- 4) 杉田正明, 松生香里, 瀧澤一騎, 岡崎和伸, 山
口太一, 橋本峻, 須永美歌子, 山本宏明, 武富豊,
宗猛, 酒井勝充． 第 29 回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． 11 巻 63-
68. 2016.
- 5) American College of Sports Medicine
position stand. Exercise and fluid
replacement. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER,
Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. Med
Sci Sports Exerc 39(2)377-90, 2007.