



競技現場と研究現場の橋渡しを目指して

～東京五輪における暑熱対策研究～

中村 大輔

(スポーツウエルネス学科教員)

I. 始めに

近年の猛暑や東京五輪を控え、暑熱環境下でのスポーツ活動は様々な意味で注目を集めている。中でも東京五輪を控える多くのアスリートは、暑さの中でのパフォーマンス発揮が求められることが予想される。暑熱環境下では通常環境下と比較して、持続的なパフォーマンス発揮が低下する (Parkin et al., 1999) ことから、その対策に関して研究が行われている。具体的には身体冷却 (Gonzalez-Alonso et al., 1999) (Siegel et al., 2010)、水分補給 (Hasegawa et al., 2006) などの対策を行うことが、暑熱環境下でのパフォーマンス発揮においてどのような影響を及ぼすかという点について研究が重ねられている。

実際の競技現場における暑熱対策では、水分補給や身体冷却が行われているが、これらの実践方法は、必ずしもスポーツ科学で明らかにされているデータを基に行われているとは言えない部分がある。その背景には、スポーツに携わる科学者から、スポーツ活動の実際の現場への情報提供不足や、コーチやトレーナー、アスリートが情報を保持していても実践ができない、つまり研究で用いられている方法そのものが競技現場で実践が難しいなどの理由が考えられる。

筆者は長年の競技スポーツの指導者としての経験を幸にも有しており、上記の問題に関して長年懸念を抱いていた。このような背景から「競技現場と研究現場の橋渡しを目指して研究活動を行ってきた。本稿では、東京五輪を控えた日本のトップアスリートの暑熱対策の現状に関する調査と実際の競技現場で実践可能な身体冷却に関する実験結果を紹介する。

Ⅱ. 日本人トップアスリートにおける暑熱対策に関する アンケート調査（研究紹介）

1. 研究方法

1) 対象者

対象者は、東京2020大会において実施が予定されている公益財団法人日本オリンピック委員会正加盟団体の強化指定選手およびコーチ・指導者、情報・医・科学スタッフとした。競技種目は屋外競技種目および屋内競技種目において暑熱環境またはそれと同等の環境条件で試合が行われる種目とし、9競技団体（陸上競技、ボート競技、サッカー男子、フェンシング男女、7人制ラグビー女子、トライアスロン男女、自転車男女、ビーチバレー男子、ホッケー女子）に調査を依頼した。

2) 調査の手続き

本研究は国立スポーツ科学センター倫理審査委員会において倫理審査され、承認を得て実施した。アンケートの実施に際しては本文内に同意欄を作成し、対象者がその主旨、情報管理等、実施に関する同意をした後、署名を行った。

3) 調査方法

調査方法は記名式アンケートとした。アンケートの内容は3部構成とし、試合中の暑熱対策、トレーニング中の暑熱対策、日常生活の暑熱対策に関して調査を行なった（**図1-1**、**図1-2**）。各設問の下にそれぞれの設問に対する有無と具体的な内容を記述する形式とした。

アンケートの配布は事前に各競技団体に連絡を行い、事前に了承を得られた競技団体にアンケート調査を依頼した。対象者の選定および人数に関しては各競技団体に一任し、アンケートの回収は国立スポーツ科学センターへ郵送または持参してもらった。

図 1-1 質問紙

I. 試合中の暑熱対策について（当てはまる項目の□に□印を記入してください）

A 基本情報

1. 試合中に、暑熱環境の影響を受けてパフォーマンスが低下すると感じたことはありますか？
はい いいえ どちらともいえない
2. 試合中の暑熱対策は必要だと思いますか？
はい いいえ 競技特性上必要ない
3. 試合中の暑熱対策として実施していることはありますか？
はい いいえ

B 身体冷却について

1. 暑熱環境下での試合時に身体冷却を行いますか？
はい いいえ 競技特性上必要ない(またはできない)
2. **1**ではいと答えた方にお伺いします。試合時の身体冷却について、冷却の方法、タイミング、冷却部位についてご記入ください。

例：できるだけ大腿や腕、顔に水をかけたり、アイスパックを首筋や額にあてたりする 例：試合の1時間前にアイススラリーを摂取する、など

C 水分補給について

1. 暑熱環境下での試合時に水分補給に関して特に気をつけていますか？
はい いいえ 競技特性上必要ない(またはできない)
2. **1**ではいと答えた方にお伺いします。試合時の水分補給に関して特に気をつけている点についてご記入ください（水分補給のタイミング、飲料の種類、摂取量など）。

例：試合中はできるだけ冷たい水を飲む 例：試合開始前に500mlの水を飲む、など

D その他

試合時の暑熱対策として、身体冷却、水分補給以外に実施している対策があればご記入ください

--

II. トレーニング中の暑熱対策について

A 基本情報

1. トレーニング中に、暑熱環境の影響を受けてパフォーマンスが低下すると感じたことはありませんか？
 はい いいえ どちらともいえない
2. トレーニング中の暑熱対策は必要だと思いますか？
 はい いいえ 競技特性上必要ない
3. トレーニング中の暑熱対策として実施していることはありますか？
 はい いいえ

B 身体冷却について

1. 暑熱環境下でのトレーニング時に身体冷却を行いますか？
 はい いいえ 競技特性上必要ない(またはできない)
2. 1 ではいと答えた方にお伺いします。トレーニング時の身体冷却について、冷却の方法、タイミング、冷却部位についてご記入ください。

例：できるだけ大腿や腕、顔に水をかけたり、アイスパックを首筋や額にあてたりする
例：トレーニングの1時間前にアイスラリーを摂取する、など

C 水分補給について

1. 暑熱環境下でのトレーニング時に水分補給に関して特に気をつけていますか？
 はい いいえ 競技特性上必要ない(またはできない)
2. 1 ではいと答えた方にお伺いします。トレーニング時の水分補給に関して特に気をつけている点についてご記入ください（水分補給のタイミング、飲料の種類、摂取量など）。

例：トレーニング中は、できるだけ冷たい水やスポーツドリンクを飲む
例：トレーニング開始前に500mlの水を飲んでからトレーニングを行い、トレーニング中は自由に水を飲む、など

D その他

トレーニング時の暑熱対策として、身体冷却、水分補給以外に実施している対策があればご記入ください

2. 結果

1) 対象競技団体

アンケートを9競技団体に依頼した結果、7競技団体（サッカー男子、フェンシング男女、7人制ラグビー女子、トライアスロン男女、自転車男女、ビーチバレー男子、ホッケー女子；回収率77%）の関係者126名（選手：102名；年齢23±4歳、コーチ・指導者：20名；年齢43±9歳、情報・医・科学委員：4名；年齢39±8歳）から回答を得た。

2) 暑熱環境下におけるパフォーマンス発揮に関する意識（図2）

「試合中に暑熱環境の影響を受けてパフォーマンスが低下すると感じたことはありますか？」という質問に対する回答では対象者の89%が「はい」と回答した。男女別の内訳をみると、女性と比較して男性においてその傾向が高かった（男性94%、女性85%）。一方、「トレーニング中に暑熱環境の影響を受けてパフォーマンスが低下すると感じたことはありますか？」という質問に対する回答では、試合中における回答と比較してその割合は若干低下したが、男女別の検討ではその割合は同等であった（男性82%、女性83%）。

3) 暑熱対策の必要性に関する意識（図3）

「試合中の暑熱対策は必要だと思いますか？」という質問に対してすべての対象者が「はい」と回答した一方で、「トレーニング中に暑熱対策は必要だと思いますか？」という質問に対しては、その割合は95%に低下した。男女別の内訳をみると「はい」と回答した男性は96%であり、女性の85%を上回った。

4) 暑熱対策（身体冷却や水分補給）の実施について

「試合中に暑熱対策として実施していることはありますか？」という質問に対する回答では、「はい」105名、「いいえ」21名であった。男女別の内訳をみると、「はい」と回答した男性は42名（78%、全体54名）、女性は63名（88%、全体72名）であった。「いいえ」と回答した男性は12名、女性は9名であった。一方、「トレーニング中に暑熱対策として実施していることはありますか？」という質問に対する回答では、「はい」96名、「いいえ」28名であった。男女別の内訳をみると、「はい」と回答した男性は39名（72%、全体54名）、女性は57名（79%、全体72名）であり、試合中およびトレーニング中において男性と比較して女性においてこれらの実施率が高値であった。

5) 身体冷却の実施について（図4）

「暑熱環境下での試合時またはトレーニング時に身体冷却を行いますか？」と

いう質問に対する回答では対象者全体の86%が身体冷却を実施していると回答したが、トレーニング中に関する回答では、その実施率は64%であった。また、男女別の実施率では、試合中およびトレーニング中において同等または若干女性のほうがその実施率が高い傾向にあった（試合中；男性83%、女性88%、トレーニング中；男性63%、女性64%）。

6) 水分補給の実施について (図5)

「暑熱環境下での試合時またはトレーニング時に水分補給に関して特に気をつけていますか?」という質問に対する回答では、水分補給に関して高い意識を有していたが、身体冷却同様、試合中と比較してトレーニング中の回答が低い傾向にあった。また男女別の検討においても身体冷却と同様に、試合中およびトレーニング中の水分補給の実施率は、女性の方が男性と比較して高かった（試合中；男性85%、女性90%、トレーニング中；男性76%、女性88%）。

7) 各競技における具体的な身体冷却の手段および水分補給について

身体冷却の実施および水分補給に関する自由記述の回答から、実際に行われている具体的な身体冷却の方法、水分補給時の飲料の種類および身体冷却のタイミングを表1および表2にそれぞれ示す。試合時およびトレーニング時における冷却方法ではアイシングおよびアイスパックが身体冷却の方法として最も多く用いられていた一方で、そのタイミングは試合時・トレーニング時ともに試合中およびトレーニング中に行うという回答が最も多かった（表2）。またこれらの対策やタイミングにおける傾向は、各種目において同様であった。また、水分補給時の飲料の種類の多くが水またはスポーツドリンク（電解質を含む飲料）であった。

図2 「試合中またはトレーニング中に暑熱環境に影響を受けてパフォーマンスが低下すると感じたことはありますか?」という問いに対する回答数およびそれぞれの割合

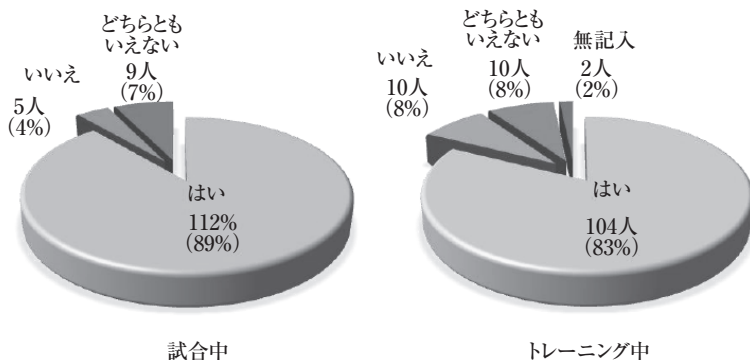


図3 「試合中またはトレーニング中の暑熱対策は必要だと思いますか？」という問いに対する回答数およびそれぞれの割合

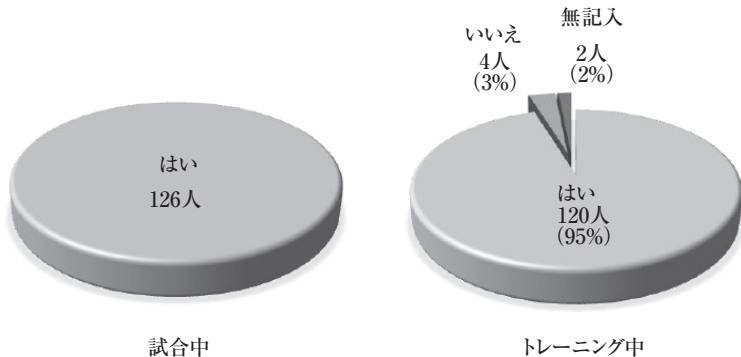


図4 「暑熱環境下での試合中またはトレーニング中に身体冷却を行いますか？」という問いに対する回答数およびそれぞれの割合

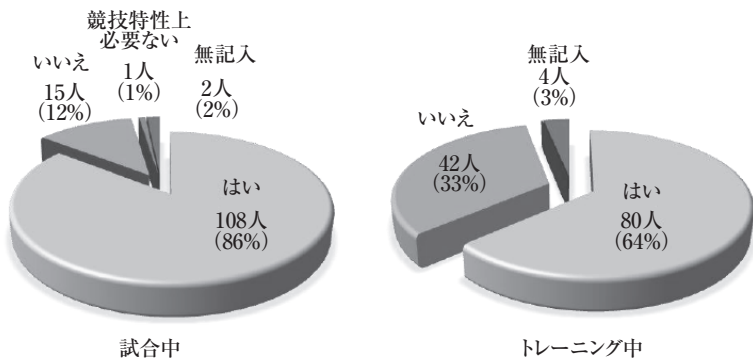


図5 「暑熱環境下での試合中またはトレーニング中に水分補給に関して特に気をつけていますか？」という問いに対する回答数およびそれぞれの割合

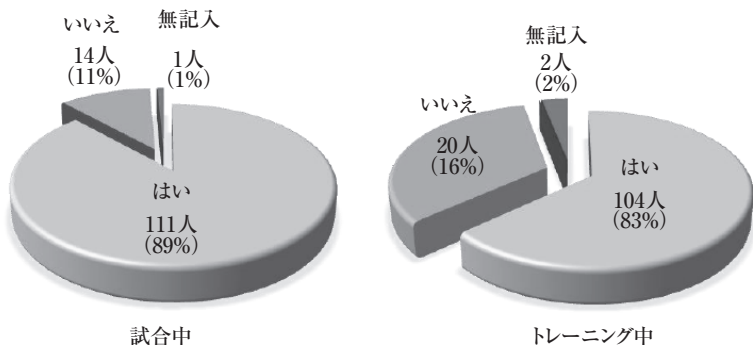


表1 各競技における試合中およびトレーニング中の具体的な身体冷却の方法および飲料の内容（自由記述を基に作成）

		試合中				TR中				
トライアスロン	人数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	
選手	6	アイシング	1	スポーツドリンク	4	アイシング	1	スポーツドリンク	8	
コーチ	3	水掛	8	水/水分補給	5	水掛	6	水/水分補給	3	
医科学	0	水分補給	2	お茶	0	水分補給	1	お茶	0	
人数合計	9	その他	5	その他	0	その他	2	その他（塩あめ）	2	
ホッケー	人数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	
選手	36	アイシング	34	スポーツドリンク	15	アイシング	20	スポーツドリンク	17	
コーチ	2	水掛	9	水/水分補給	17	水掛	8	水/水分補給	15	
医科学	0	水分補給	1	お茶	0	水分補給	1	お茶	3	
人数合計	38	その他 (送風・アイスバスト)	8	その他 (塩タブレット・サプリ)		その他 (日陰・送風)	3	その他（塩あめ）	3	
自転車	人数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	
選手	7	アイシング	7	スポーツドリンク	7	アイシング	3	スポーツドリンク	5	
コーチ	2	水掛	6	水/水分補給	5	水掛	9	水/水分補給	3	
医科学	1	水分補給	1	お茶	0	水分補給	0	お茶	0	
人数合計	10	その他	0	その他（ゼリー）	1	その他（日陰）	2	その他	0	
		試合中				TR中				
ビーチバレー	人数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	
選手	4	アイシング	3	スポーツドリンク	2	アイシング	0	スポーツドリンク	0	
コーチ	2	水掛	4	水/水分補給	4	水掛	2	水/水分補給	3	
医科学	0	水分補給	0	お茶	0	水分補給	2	お茶	0	
人数合計	6	その他	0	その他	0	その他	0	その他（塩あめ）	0	
7人制ラグビー	人数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	
選手	14	アイシング	12	スポーツドリンク	5	アイシング	5	スポーツドリンク	4	
コーチ	0	水掛	4	水/水分補給	9	水掛	5	水/水分補給	9	
医科学	0	水分補給	1	お茶	0	水分補給	0	お茶	0	
人数合計	14	その他	3	その他（タブレット）	0	その他（日陰）	1	その他	0	
フェンシング	人数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	
選手	22	アイシング	12	スポーツドリンク	11	アイシング	8	スポーツドリンク	10	
コーチ	9	水掛	3	水/水分補給	8	水掛	3	水/水分補給	6	
医科学	1	水分補給	1	お茶	0	水分補給	3	お茶	0	
人数合計	32	その他	0	その他	0	その他	4	その他（タブレットなど）	0	
サッカー	人数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	身体冷却の方法	回答数	飲料の内容	回答数	
選手	13	アイシング	11	スポーツドリンク	6	アイシング	2	スポーツドリンク	4	
コーチ	2	水掛	4	水/水分補給	6	水掛	7	水/水分補給	10	
医科学	2	水分補給	0	お茶	0	水分補給	0	お茶	0	
人数合計	17	その他 (アイスバス・送風・ 冷房・アイスバスト)	9	その他	1	その他	1	その他	0	
総合計		人数	身体冷却	回答数	飲料の内容	回答数	身体冷却	回答数	飲料の内容	回答数
選手	102	アイシング	80	スポーツドリンク	50	アイシング	39	スポーツドリンク	48	
コーチ	20	水掛	38	水/水分補給	54	水掛	40	水/水分補給	49	
医科学	4	水分補給	6	お茶	0	水分補給	7	お茶	3	
人数合計	126	その他	25	その他	1	その他	13	その他	5	

アイシング；アイスバック、氷嚢含む スポーツドリンク；電解質入りの記載を含む
 総合計；全ての種目の合計

表2 各競技における試合中およびトレーニング中における身体冷却のタイミング（自由記述を基に作成）

種目	試合	トレーニング
トライアスロン	前	0
	中	6
	後	0
ホッケー	前	1
	中	18
	後	2
自転車	前	0
	中	1
	後	5
ビーチバレー	前	0
	中	5
	後	0
7人制ラグビー	前	0
	中	10
	後	4
フェンシング	前	4
	中	8
	後	2
サッカー	前	0
	中	11
	後	2
総合計	前	5
	中	59
	後	15

前；試合またはトレーニング前
 中；試合またはトレーニング中
 後；試合またはトレーニング後
 総合計；全ての種目の合計

Ⅲ. エリート女子セーリング選手におけるレース間の冷却戦略が生理学的指標および主観的指標に与える影響（研究紹介）

1. 研究方法

1) 対象者

対象はエリート女子ウィンドサーフィン選手1名とした（2018年月時点、世界ランキング17位）。事前に実験の趣旨を十分に説明し、参加の同意を得た。本実験は国立スポーツ科学センター（JISS）の人を対象とする研究に関する倫理審査委員会の承認を受けて実施した。

2) 実験デザイン

実験は平成30年7月19日、21日および22日の3日間にて行った。対象者は実験開始1時間前にクラブハウスに到着したのち、体重計測および無線型心拍計を装着した。その後、2020年東京五輪においてセーリング競技が行われる神奈川県江ノ島沖へ移動し、コーチが設定したコースを2往復するレース形式の練習を2回（TR1およびTR2）行った。1回目と2回目のレース形式の練習の合間（介入1）および2回目のレース形式の練習終了後（介入2）に10分間の休息を設け、次に挙げる3種類の介入を行った。3種類の介入条件は外部冷却介入（NA条件；頸部冷却+前腕冷却、19日）、外部冷却および内部冷却の組み合わせ（NAS条件；頸部冷却+前腕冷却+アイスラリー摂取、21日）、および冷却なしのコントロール条件（CON条件、22日）とした。3日間の介入条件はランダムに決定したが、実験初日（NA条件；19日）とそのほかのNAS条件（21日）およびCON条件（22日）の気象条件が大きく異なるように、気象状況をみながらそれぞれの実験日毎に適宜開始時間を決定した。特に、風速の有無がウィンドサーフィンのパフォーマンス発揮に大きく影響を与えることから、3日間での風速ができる限り同程度となることが予想される時間帯に開始時間を設定した。またパフォーマンス発揮の日内変動を考慮し、それぞれの実験開始時間は午前中（おおよそ10時から11時）の間で設定した。それぞれの介入期間において深部温、温熱感覚の測定を行い、実験期間中は心拍数の測定を継続して行った。

3) 測定項目

深部温：深部温の測定は中核体温モニタリングシステム（Wireless Core Body Temperature Monitoring Data Recorder, HQInc, FL, USA）およびワイヤレス・カプセル温度センサー（CorTemp® Ingestible Core Body, Temperature Senso, HQInc, FL, USA）を用いて計測した。対象者は実験前日の就寝前に温度センサーを飲用した。深部温の測定は、船上にてTR1開始時（TRスタート）、

TR1 および TR2 終了時 (TR1 End、TR2 End)、および介入終了時 (介入1 End および 介入2 End) とした。なお TR1 End および TR2 End の深部温をそれぞれ 介入1 および 介入2 のスタート時の深部温とし、介入1 End および 介入2 End の値と比較した。

心拍数：心拍数の測定は無線型心拍計 (Polar A200, Polar Electro, Kempele, Finland) を用いて行った。

温熱感覚：温熱感覚は21段階のスケールを用いて行った (-10; 非常に寒い、10; 非常に暑い、0; どちらでもない) 4) (Watson et al., 2005)。測定タイミングは、深部温の測定と同様に、TR1 および TR2 終了時 (TR1 End、TR2 End)、および介入終了時 (介入1 End および 介入2 End) とした。

4) 冷却方法

前腕冷却：船上に、折りたたみ式バケツに10℃の5Lの水を用意し、その中に手掌部および前腕部 (肘まで) を浸水した。水温は約13℃となるように調節した。

アイススラリー：アイススラリーは市販のスポーツドリンク (ポカリスエット、大塚製薬、東京) を用いて、グラニータマシーン (EIMECO BigBiz1, FMI、東京) で作成した。アイススラリーの摂取量は体重1kgあたり4gとした。なお、アイススラリー条件以外の2条件はアイススラリーと同種類の飲料 (約29℃) の摂取を行った。

頸部冷却：頸部の冷却は、頸部とアイスパックを頸部に密着させタオルで固定した。アイスパックは約-1℃であり、左右の頸動脈に密着させる形で固定した。アイスパックは陸上で冷凍させ、船上で使用する直前にクーラーボックスから取り出した。

2. 結果

1) 気象条件およびレース形式の練習時間

NA条件、NAS条件およびCON条件における気象条件、レース形式の練習時間および各指標の変化を表3に示す。気象条件は、CON条件が最もWBGTが高く次いで、NAS条件、NA条件であった (NA条件; 27.6℃、NAS条件; 28.0℃、CON; 29.1℃)。実験期間中の風速はNAS条件が最も強かった (NA条件; 3~4 m/min、NAS条件; 6~7 m/min、CON条件; 3~4 m/min)。レース形式の練習時間は風速の最も強かったNAS条件が最も短く (1回目19分、2回目13分)、NA条件とCON条件はほぼ同時間であった (NA条件; 1回目27分、2回目25分、CON条件; 1回目25分、2回目24分)。

2) 深部温

実験期間中の深部温の変動を図6に示す。NA条件における深部温は10分間の冷却介入によって、1回目の介入後および2回目の介入後でそれぞれ、0.2℃および0.4℃の低下を示した。同様に、NAS条件においても、1回目の介入後および2回目の介入後でそれぞれ0.3℃の低下であった。一方、CON条件では1回目の介入後に1.5℃の低下を示したのち、2回目の介入後では0.3℃の低下を示した。

3) 心拍数

心拍計の不調によりNA条件時の測定結果が得られなかった。NAS条件におけるレース形式の練習時における平均心拍数は、1回目144拍、2回目140拍であった。同様にCON条件では1回目160拍、2回目152拍であった。また、NAS条件における冷却介入時の心拍数低下率（ $(100 - (\text{介入終了時の心拍数} / \text{介入直前の心拍数}) \times 100)$)は1回目43%、2回目48%であったのに対し、CON条件では1回目28%、2回目39%であった。各2回分の平均心拍数の低下率はNAS条件およびCON条件はそれぞれ、45%および34%であった。

4) 温熱感覚

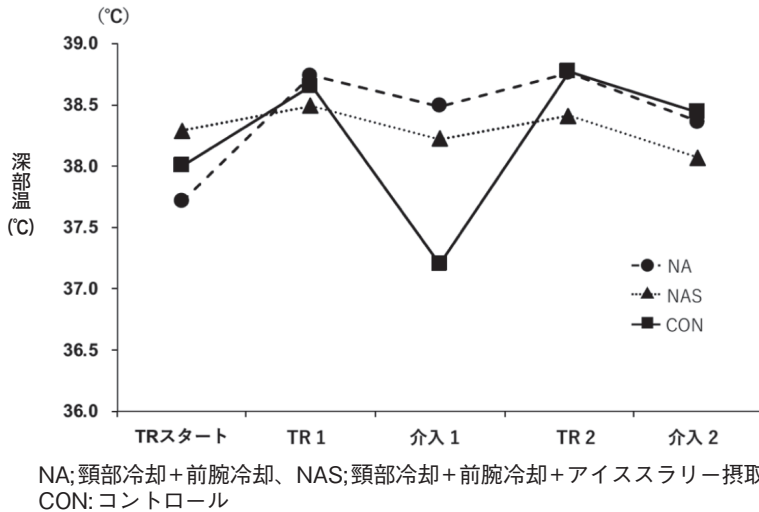
温熱感覚は、NA条件時において1回目と2回目それぞれで10および9ポイント低下し、NAS条件は1回目と2回目それぞれで6ポイント低下した。一方、CON条件における低下は1回目と2回目でそれぞれ6および4ポイントであった。

表3

NA条件 (Wb; 27.6, Ta; 28.4, RH87.0, W; 3~4m/min) (TR時間: 1回目27分・2回目25分)			NAS条件 (Wb; 28.0, Ta; 28.9, RH83.5, W; 6~7m/min) (TR時間: 1回目19分・2回目13分)			CON条件 (Wb; 29.1, Ta; 31.3, RH; 69.7, W; 3~4m/min) (TR時間: 1回目25分・2回目24分)		
	温熱感覚	深部温		温熱感覚	深部温		温熱感覚	深部温
TR1 スタート	0	37.7	TR1 スタート	0	38.3	TR1 スタート	3	38.0
TR1 End	8	38.7	TR1 End	3	38.5	TR1 End	8	38.7
介入1 End	-2	38.5	介入1 End	-3	38.2	介入1 End	2	37.2
TR2 End	8	38.8	TR2 End	4	38.4	TR2 End	9	38.7
介入2 End	-1	38.4	介入2 End	-2	38.1	介入2 End	5	38.4

NA; 頸部冷却+前腕冷却、NAS; 頸部冷却+前腕冷却+アイススラリ-摂取、CON; コントロール、TR; トレーニング、Wb; WGBT、Ta; 気温、RH; 相対湿度、W; 風速

図6 各条件下における深部温の変化（℃）



IV. まとめ

日本人トップアスリートにおける暑熱対策に関するアンケート調査では、我が国のトップアスリートおよび指導者・医科学スタッフは、暑熱環境下では試合やトレーニング中のパフォーマンス発揮が影響を受けると感じていることや暑熱対策の必要性を感じていることが明らかとなった一方で、試合時と比較してトレーニング時における暑熱対策（身体冷却と水分補給）の実行率が低い傾向にあることが明らかになった。また、具体的な競技現場で行なわれている暑さ対策の実践に関する情報が世界のトップアスリートらが持ち合わせている情報（Périard, 2017）と差異がある可能性が考えられた。また、エリート女子セーリング選手におけるレース間の冷却戦略が生理学的指標および主観的指標に与える影響では、実際の国際大会を模したレース間において、実践可能な外部冷却と外部冷却と内部冷却とを組み合わせた冷却介入が、行った結果、CON条件と比較してNAおよびNAS条件の深部温の低下度に大きな差は認められなかったが、心拍数の低下率や主観的温熱感覚の低下度合いが大きくなる傾向となった。このことから、本研究で用いた冷却介入が実際の国際大会における冷却戦略として有益である可能性が考えられ、今後、暑熱環境下におけるレース間の冷却戦略に関する検討を重ねることで、同環境下におけるウィンドサーフィンの競技力向上の一助となると考えられた。

これらの研究を通して、スポーツに携わる研究者が競技現場で活躍するアスリートやコーチに対して、医科学的なスポーツ科学で明らかになっている知見に関して情報提供を行うこと、そして実際の競技に近い形で研究を行うことの重要性を改めて痛感した。これらの研究活動の他にも競技者のための暑熱対策ガイドブックの執筆（中村 2017a）や他競技における実践的な研究（中村 2017b）もいくつか行うことも出来た。東京五輪に限らず今後もスポーツの競技力向上に貢献できる研究活動を行っていきたい。

なお本稿は、中村大輔・田名辺陽子・高橋英幸（2018）。日本人トップアスリートにおける暑熱対策に関するアンケート調査および中村大輔、長谷川博、中村真理子、ほか。エリート女子セーリング選手におけるレース間の冷却戦略が生理学的指標および主観的指標に与える影響（査読中）から抜粋して執筆した。

【参考文献】

- Gonzalez-Alonso J, Teller C, Andersen SL, et al. (1999) *Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat*. J Appl Physiol (1985), 86 (3) : pp.1032-1039.
- Hasegawa H, Takatori T, Komura T, et al. (2006) *Combined effects of pre-cooling and water ingestion on thermoregulation and physical capacity during exercise in a hot environment*. J Sports Sci, 24 (1) :pp.3-9.
- 中村大輔（2017a）「第1章 暑熱対策に関する調査」,「第3章 暑熱環境下で運動を行うための身体の適応（暑熱順化）」,「第5章 暑熱環境下における水分補給」,「第7章 暑熱環境下でもパフォーマンス発揮をたかめるためには？」『競技者のための暑熱対策ガイドブック』国立スポーツ科学センター：pp.4-15,24-31,36-38.
- 中村大輔・中村真理子・早川直樹（2017b）「U-23サッカー日本代表におけるコンディション評価の取り組み」『トレーニング科学』28（4）：pp.153-160.
- Onitsuka S, Nakamura D, Onishi T, et al. (2018) *Ice slurry ingestion reduces human brain temperature measured using non-invasive magnetic resonance spectroscopy*. Sci Rep. 9:8 (1) :2757. doi: 10.1038/s41598-018-21086-6.
- Périard JD, Racinais S, Timpka T, et al. (2017) *Strategies and factors associated with preparing for competing in the heat: a cohort study at the 2015 IAAF World Athletics Championships*. Br J Sports Med, 51 (4) :pp.264-270.
- Siegel R, Mate J, Brearley MB, et al. (2010) *Ice slurry ingestion increases core temperature capacity and running time in the heat*. Med Sci Sports Exerc, 42 (4) :pp.717-725.
- Watson P, Hasegawa H, Roelands B, et al. (2005) *Acute dopamine/noradrenaline reuptake inhibition enhances human exercise performance in warm, but not temperate conditions*. J Physiol, 565 (Pt 3) :pp.873-883.