

原著論文

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

Cooling strategies of elite Japanese athletes.

A questionnaire-based study

中村大輔¹⁾、田名辺陽子¹⁾、高橋英幸¹⁾

Daisuke Nakamura¹⁾, Yoko Tanabe¹⁾, Hideyuki Takahashi¹⁾

Abstract: The purpose of this study was to clarify the actual situation of cooling strategies used during competition or practice under hot environments among elite Japanese athletes. Participants (102 elite athletes, 20 coaches, and 4 scientific-support staffs) completed cooling strategies questionnaire that focused on the strategies they used in competition or practice. The participants played sports that fell into one of seven event categories: triathlon, women's field hockey, cycling, men's beach volley ball, women's rugby sevens, fencing, and men's soccer. The results of this study demonstrated that most elite Japanese athletes, coaches, and scientific support staff thought their athletic performance was impaired during competition or practice under hot environments (89% and 83%, respectively). Thus, under such conditions, the athletes, coaches, and other staffs strongly recognized the importance of cooling strategies in both competition and practice (100% and 95%, respectively). However, the implementation rate of cooling strategies, such as body cooling, was lower in practice compared with in competition (64% and 86%, respectively). Additionally, we confirmed that the most popular cooling strategy in both competition and practice was using an ice pack, however, no comment was made regarding ice slurry ingestion as a cooling strategy.

Our results suggest that although elite Japanese athletes, coaches, and scientific support staff recognize the importance of cooling strategy during competition and practice, strategy engagement differed between competition and practice. Moreover, because no comment was made regarding the use of novel cooling strategies, information transmission was speculated as not always being enough for Japanese athletes.

Therefore, more information regarding cooling strategies should be provided to Japanese athletes and coaches to optimize performance at not only competitions but also during practice under hot environments.

Key words: hot environments, elite athletes, cooling strategy

キーワード: 暑熱環境、エリートアスリート、冷却戦略

¹⁾ 国立スポーツ科学センター

¹⁾ Japan Institute of Sports Sciences

I. 緒言

アスリートのパフォーマンス発揮は様々な要因によって影響を受ける。中でも気温や湿度などの環境要因はアスリートのパフォーマンス発揮に大きな影響を与える¹⁰⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。暑熱環境下において持久的なパフォーマンス発揮が影響を受ける要因の1つに、深部体温（食道温や直腸温）の上昇が挙げられている。Gonzales-Alonso ら⁴⁾は、暑熱環境下での運動前に深部体温を上昇させた場合

（38℃）と低下させた場合（36℃）および変化させない場合（37℃）の3条件にて持久的な運動を行った結果、運動前に深部体温を低下させた場合の運動継続時間が、深部体温を上昇させた場合と比較して有意に増加すること示した。さらに、いずれの条件においても運動終了時の深部体温が40℃付近であったことを報告し、過度な深部体温の上昇がパフォーマンス発揮の制限要因となる可能性を指摘している。このことから、運動中に深部体温が過度に上昇することが予想される競技種目（長時間の持久的または間欠的な競技種目）では、身体冷却や水分補給などの暑熱対策を行うことが望ましい。

Périard ら¹⁶⁾は暑熱環境下で行われた2015年の世界陸上に参加する選手を対象として、暑熱環境下での大会に向けた身体冷却や水分摂取、リカバリ戦略に関するアンケート調査を大会前に行った。その結果、回答を得た長距離種目の約半数（56.4%）のアスリートがアイスベストやアイススラリー摂取などのブレイクリングを実施する予定であることや、約8割（76.3%）の同アスリートが計画的な水分摂取を大会中に行うことを計画していると回答した。しかしながらその一方で「同大会に向けて暑熱下でトレーニングを行ったか」という質問に対しては、回答者の15%のみが「行った」と回答していた。これらの結果から、試合中における暑熱対策に対する取り組みと大会

前の取り組みとの間に差がある可能性が考えられる一方で、世界のトップアスリートがアイススラリーやネッククーリングなど、近年その効果が医学的に証明された手法をいち早く競技現場で活用していることも明らかとなった。

我が国の競技現場における暑熱対策に関する研究または情報提供に目を向けると、公益財団法人日本体育協会がスポーツ活動中の熱中症を予防する目的で、“スポーツ活動中の熱中症予防に関するガイドブック”⁸⁾を1999年に発行し、その14年後にあたる2013年に改訂版を発行したことや、気象予報でも熱中症情報が開始されたことなどから水分補給の必要性は広く社会に浸透した⁹⁾。しかしその一方で、我が国におけるスポーツ選手の暑熱対策をパフォーマンス発揮の側面から調査した例はこれまでにほとんどない。従って、2020年に東京五輪を控える日本のトップアスリートが実際にどのような暑熱対策を試合中および練習中に行っているかという点に留まらず、暑熱環境下でのパフォーマンス発揮や暑熱対策の重要性を競技現場ではどのように捉えているかという意識も含め、その詳細は不明な点が多い。またこれらの点に関して競技種目間における差異の有無を検証することも、今後の研究や競技現場での利用において有益な知見となる可能性が高い。

そこで本研究は、東京2020大会において実施が予定されている暑熱環境または同等の環境条件で試合が行われる屋外および屋内競技種目の選手、コーチ・指導者および情報・医・科学スタッフを対象として、競技現場における暑熱環境に関する課題、実施している暑熱対策などに関してアンケート調査を行い、我が国におけるトップアスリートの暑熱対策の現状と今後の課題を明らかにすることを目的とした。本研究は日本のトップアスリートや指導者が暑熱環境下またはそれと同等の環境下におけるパフォーマンス発揮に際し、暑

熱対策の必要性を理解している一方で、その実践については試合とトレーニングでは異なるのではないかという仮説のもと検証を行う。

II. 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）。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。

4. 統計

データは単純集計を行ない、それぞれの質問項目について回答数およびその割合（%）を算出した。

III. 結果

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。

1. 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%）。

2. 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」

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

--

図 1-1. 質問紙

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すか？

☐ 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

図 1-2. 質問紙

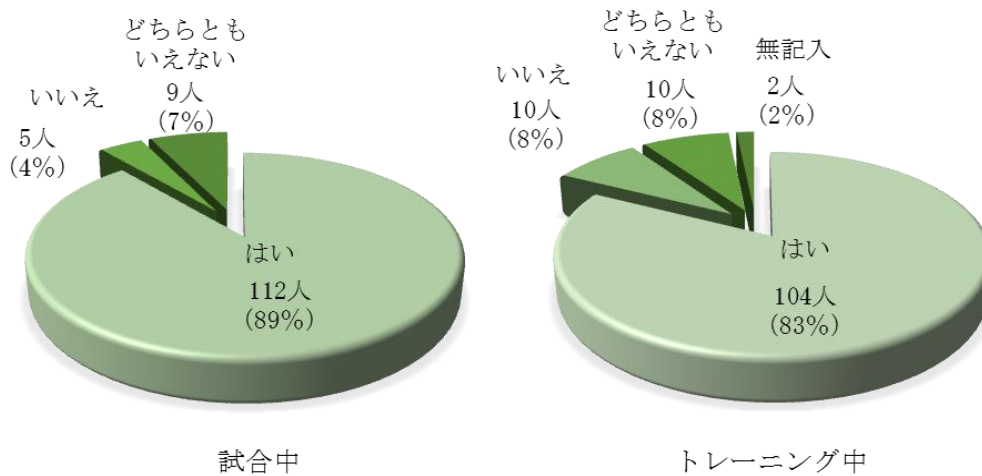


図2. 「試合中またはトレーニング中に暑熱環境の影響を受けてパフォーマンスが低下すると感じたことはありますか?」という問いに対する回答数およびそれぞれの割合

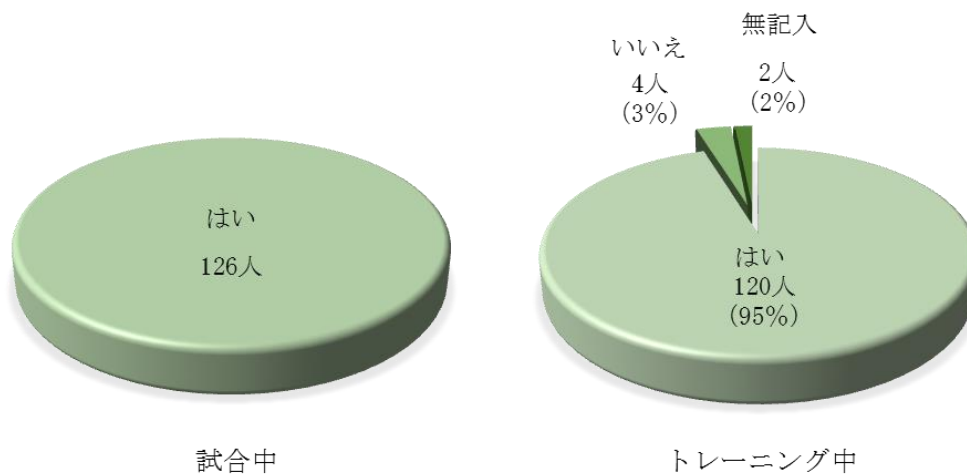


図3. 「試合中またはトレーニング中の暑熱対策は必要だと思いますか?」という問いに対する回答数およびそれぞれの割合

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。

3. 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

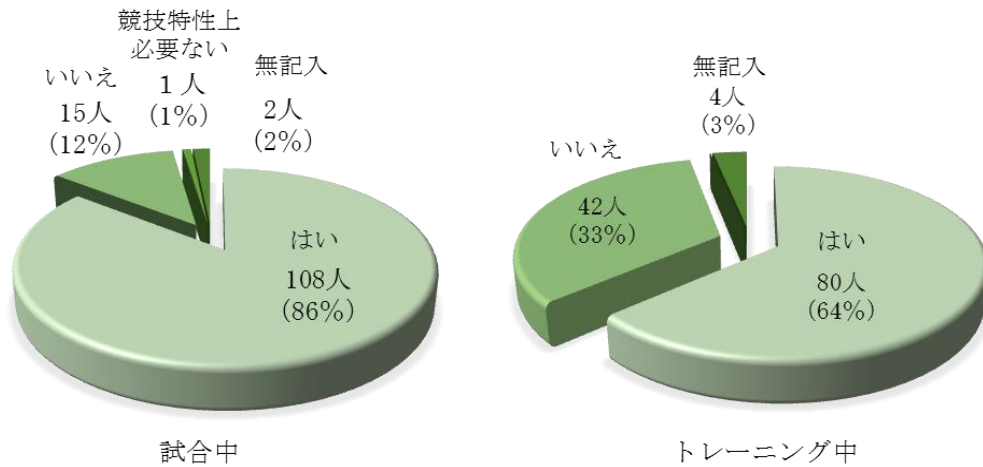


図 4. 「暑熱環境下での試合中またはトレーニング中に身体冷却を行いますか?」という問いに対する回答数およびそれぞれの割合

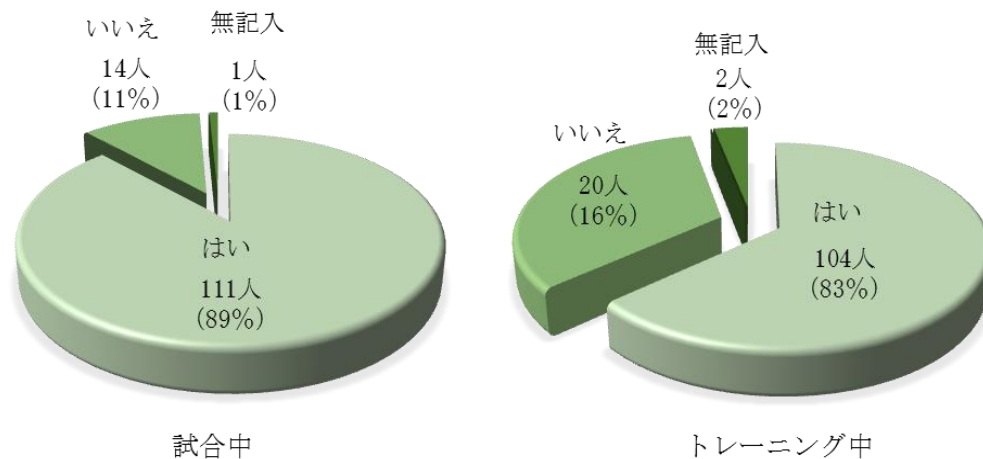


図 5. 「暑熱環境下での試合中またはトレーニング中に水分補給に関して特に気をつけていますか?」という問いに対する回答数およびそれぞれの割合「試合中またはトレーニング中の暑熱対策は必要だと思いますか?」という問いに対する回答数およびそれぞれの割合

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。

4. 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%)。

5. 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%）。

6. 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

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（自由記述を基もとに作成）

	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・アイスベスト)	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		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	0
7人制ラグビー		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		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		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		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・アイスベスト)	9	その他	0	その他	1	その他	0
総合計		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	電解質	50	アイシング	39	電解質	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；アイスパック、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

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が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。

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
（自由記述を基もとに作成）

トライアスロン	試合	トレーニング
前	1	0
中	6	0
後	0	0
ホッケー	試合	トレーニング
前	2	1
中	18	9
後	2	2
自転車	試合	トレーニング
前	6	0
中	1	4
後	5	1
ビーチバレー	試合	トレーニング
前	2	0
中	5	0
後	0	0
7人制ラグビー	試合	トレーニング
前	3	0
中	10	0
後	4	2
フェンシング	試合	トレーニング
前	1	4
中	8	11
後	2	2
サッカー	試合	トレーニング
前	4	0
中	11	1
後	2	1
総合計	試合	トレーニング
前	19	5
中	59	25
後	15	8

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

IV. 考察

本研究は、東京2020大会において実施が予定されている競技種目の選手、コーチ・指導者および情報・医・科学スタッフを対象として暑熱対策の現状を明らかとすることを目的としてアンケート調査を行った。本研究の結果、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。しかしその一方で、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も明らかとなった。具体的な身体冷却の方法はアイシング、水かけなどであったが、その実践については試合中やトレーニング中に行うという回答が、運動前や運動後と比較して多かった。競技間におけるこれらの方法や方策についても大きな差がないと思われた。

本研究の結果、日本のトップアスリートが暑熱環境下でのパフォーマンス発揮における暑熱対策の重要性（理解意識）が非常に高いことが明らかとなった。我々の知る限り、我が国のトップアスリートや指導者を対象として暑熱対策に対する認識やその実践を調査した例はこれまでにないが、本研究の結果は競技レベルが高くなればなるほど暑熱対策に関する意識が高まるという安松ら¹⁹⁾の研究結果や、2015年の世界陸上の北京大会において欧米の選手と比較して、日本人を含んだアジア出身の選手がプレクーリングの実施を計画している割合が高値であるというPériardら¹⁶⁾の報告を支持する結果であった。このような結果となった背景として、本研究の対象者が試合中やトレーニング中においてパフォーマンス発揮が低下すると感じている割合が高いことが挙げられる（図2）。しかしその一方で、試合中とトレーニング中

における暑熱対策の実践（身体冷却）には差があること（図 4）や、試合中の暑熱対策の必要性について 100%の対象者が「必要である」と回答していたのに対し、トレーニング中に関する回答ではその回答率は 95%に留まった。前述の報告¹⁶⁾においてもアジア出身の選手が大会中にプレクーリング（運動前に身体冷却を行うこと）を行うという回答率が高かった一方で、大会直前の暑熱対策の実施率はわずか 15%程度であった。これらの背景から、我が国に限らずトップアスリートの暑熱環境への取り組みが、試合中とトレーニング時で異なる可能性が考えられる。試合時とトレーニング時における身体冷却や水分補給の取り組みの差異を明らかにする設問を本研究では設けていないこと、先行研究では陸上競技選手のみを対象としていること、暑熱対策を行うにあたり様々な要因（設備の問題や人員の問題）が複雑に関与することからその背景を明確にすることは非常に難しいが、一般的にはトレーニングは試合でのパフォーマンス発揮を向上させるために行い、試合と同様の取り組みが必要であると考えられる。従って、今後この差が解消されるためにどのようなことが必要な要素として挙げられるか、さらなる検討が必要であると考えられた。

具体的な身体冷却についての自由記述では、アイシングや水かけがその大部分を占めた。アイシングや水かけは競技現場において誰でも手軽に行えることがその理由として考えられる。その一方で近年、水と流動性のある氷が混ざったアイススラリーを摂取することが、暑熱環境下でのパフォーマンス発揮¹⁷⁾や深部体温の低下¹²⁾、さらには脳内温度の低下¹³⁾に効果的であることが報告されている。実際に Périard ら¹⁶⁾は、競技前のプレクーリングの手法としてアイススラリー摂取を選択肢として挙げており、プレクーリングを実施すると回答したアスリートの中で、その競技時間の長短

を問わず最も利用されている冷却方法の 1 つであったことを報告している。一方、本研究の自由記述の回答にはアイススラリーという回答はなかった。アイススラリーの作成には、電源の確保、その作成を誰が行うか、持ち運びや保存をどのようにするかといった問題が存在する。また、本研究の対象者がアイススラリーに対する情報を持ち合わせていなかった可能性や自由記述であったために記載を行わなかった可能性も考えられる。本質問紙調査でアイススラリーという回答がなかった理由を特定することは難しいが、この背景には我が国において暑熱環境下でパフォーマンス発揮を行う際に、その制限要因となる深部体温⁴⁾に着目した情報提供が、水分補給に関する情報提供¹⁾と比較して少ない可能性が挙げられるかもしれない。このことを裏付ける事柄として、本研究の対象者が熱中症の発症要因の 1 つとしてあげられる脱水と関連が深い水分補給¹²⁾¹⁶⁾についての意識や実施率が高い（図 5）一方で、身体冷却の実施率が低値であったこと（図 4）、運動中に冷却効果が期待できない常温での飲料摂取⁹⁾を行うといった回答が散見されたこと、深部体温の冷却効果が高い冷水浴³⁾を運動前に使用するといった回答がほとんどなかったことが挙げられる。これらの点から、我が国の競技現場では水分補給に関する情報提供は浸透していると推測できる⁶⁾が、深部体温の低下を目的とした運動前の身体冷却³⁾やその具体的な方法¹⁷⁾¹⁸⁾に関する情報提供に関して世界のトップアスリートらが持ち合わせている情報¹⁶⁾と差異がある可能性が考えられた。世界のトップアスリートが行っている方法を模倣することが、必ずしも我が国の暑熱環境下でパフォーマンス発揮を行うアスリートの競技力向上につながるとは限らないが、医科学的な視点から暑熱環境下でのパフォーマンス発揮に有効であることが報告されている情報²⁾¹¹⁾を、我が国のスポーツに携わる科学

者らが中心となって競技現場に提供することでこの差異が埋まる可能性は十分に高い。

本研究では様々な競技種目を対象としてアンケート調査を行った。前述のように、過度な高体温がパフォーマンス発揮低下の制限要因の一つとして挙げられている⁴⁾ことから、長時間の運動の継続が予想される種目では、試合前にプレクーリングを用いることで深部体温の上昇を遅延できる可能性がある。本研究の対象競技種目では、サッカーや自転車（長距離）、ホッケー、トライアスロンなどが運動前に深部体温を低下させておくことで、余分な発汗量の減少やパフォーマンス発揮へプラスとなる効果が得られる可能性があるが、いずれの種目においても試合中、トレーニング中の身体冷却が主であった。また、フェンシングや7人制ラグビーなど試合時間が短い競技種目であっても、1日に試合が複数回行われること、脱水の進行（蓄積）が運動能力を低下させる可能性があることから考えると、身体冷却同様、運動中だけでなく事前の水分補給が重要であると考えられる。しかしながら、前述の種目同様、水分補給のタイミングに関しては試合中、トレーニング中という回答が最も多かった。実際の競技現場では、各競技種目によって試合開始までに冷却を行うことができるタイミングの差異や主催者側から指定されるウォーミングアップ時間・場所の規定などが異なることが予想される。従って、身体冷却の方法や効果、具体的な水分摂取量に関して科学的な研究を行い、各競技種目に特化した暑熱対策を構築することが2020年の東京五輪や暑熱下で開催される大会で最適なパフォーマンス発揮を行うために必要である。

暑熱対策（身体冷却や水分補給）の実施や暑熱対策の必要性に関する回答を男女別で検討した結果、男性と比較して女性アスリートにおいてその必要性に関する意識は低い傾向であったが、その

実施率は男性より高い傾向にあった。Périard ら¹⁶⁾の報告においても同様に、女性アスリートの暑熱対策の実施予定率が高かったことから、この結果は先行研究と同様であったと解釈できる。女性を対象とした暑熱環境下におけるパフォーマンス発揮に関する検討では、通常環境下でパフォーマンス発揮に差が認められなかった一方で、暑熱環境下では卵胞期と比較して黄体期において持続的なパフォーマンス発揮が有意に低下したことが報告されている⁷⁾。この背景として、黄体期における安静時の深部体温が卵胞期のそれより高く暑熱環境下での運動継続に影響を与えると考えられることや、月経周期によって温度感受性が変化することがその要因として挙げられている⁵⁾⁷⁾。本研究の対象者においても暑熱環境下での運動時に月経周期によるコンディションの差異が影響を及ぼすことを主観的にも経験的にも、あるいは知識として有していることも十分に考えられ、その結果として、男性よりも暑熱対策の実践率が高かった可能性も考えられる。しかしながら、本研究では月経周期を考慮した設問設定をしていないことや月経の有無に関する調査を行っていないことなどから、これらの回答に男女差が生じた背景を特定することは難しい。今後このような性差にも着目した上で最適な暑熱対策に関する情報を提供する必要があると考えられる。

本研究にはいくつかの限界が存在する。本研究で得られた自由記述による回答はその語句のみを抽出しており、回答者の真意と必ずしも一致しない可能性がある。また、事前の熱中症への既往歴など、暑熱対策に対して影響を与えられる事柄について調査していない。これらの点は、今後このような暑熱対策に関する調査を行う際には改良・改善すべき点であろう。

V. まとめ

本研究は東京 2020 大会において実施が予定されている競技種目の選手、コーチ・指導者および情報・医・科学スタッフを対象として、強化現場における暑熱環境に関する課題、実施している暑熱対策などに関して明らかにすることを目的としてアンケート調査を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 選手、コーチ・指導者および情報・医・科学スタッフは、暑熱環境下でパフォーマンス発揮が低下すると感じている。
- 2) 選手、コーチ・指導者および情報・医・科学スタッフは、暑熱環境下で試合やトレーニングを行う際の身体冷却や水分補給などの暑熱対策の必要性を認識している。
- 3) 試合中とトレーニング中における身体冷却および水分補給の実施率を比較すると、トレーニング中の実施率が低い傾向にある。
- 4) 暑熱対策の方策や方法に関する認識が、世界のトップアスリートと異なる可能性がある。

以上の結果から、日本の競技現場における暑熱環境に対する考え方と対策の実態の一部を明らかにすることができた。今後、スポーツ科学に携わる研究者が各競技種目に適した暑熱対策に関する情報提供を今まで以上にこなすことや、暑熱対策を行う上で必要な設備や人員などのサポート体制を充実させることが、パフォーマンス発揮の側面のみならず、引いてはアスリートの健康を守るという側面においても重要であると考えられた。

謝辞

本研究にご協力くださったアスリートおよび競技団体の皆様に心より御礼申し上げます。

利益相反

本研究に際し開示すべき利益相反はありません。

文献

- 1) American College of Sports Medicine, Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, Moran DS, Pyne SW, Roberts WO. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc, 39(2): 377-390, 2007, Review.
- 2) Bangsbo J. Fitness Training in Football –a scientific Approach–. HO+Storm, Bægsverd, 1994.
- 3) Bongers CC, Hopman MT, Eijssvogels TM. Cooling interventions for athletes: An overview of effectiveness, physiological mechanisms and practical considerations. Temperature (Austin), 3;4(1): 60-78, 2017.
- 4) González-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. J Appl Physiol, 86(3): 1032-1039, 1999.
- 5) Hessemer V, Brück K. Influence of menstrual cycle on thermoregulatory, metabolic, and heart rate responses to exercise at night. J Appl Physiol, 59(6): 1911-1917, 1985.
- 6) 平下政美. ジュニア活動時における熱中症に及ぼす修飾因子. 金沢学院大学紀要, 13(1), 2015.
- 7) Janse DE, Jonge XA, Thompson MW, Chuter VH, Silk LN, Thom JM. Exercise performance over the menstrual cycle in temperate and hot, humid conditions. Med Sci Sports Exerc, 44(11): 2190-2198, 2012.
- 8) 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. 2013.
- 9) Lee JK, Shirreffs SM, Maughan RJ. Cold drink ingestion improves exercise endurance capacity in the heat. Med Sci Sports Exerc, 40(9): 1637-1644, 2008.

- 10) Maughan RJ, Otani H, Watson P. Influence of relative humidity on prolonged exercise capacity in a warm environment. *Eur J Appl Physiol*, 112(6): 2313-2321, 2012.
- 11) Minett GM, Duffield R, Marino FE, Portus M. Volume-dependent response of precooling for intermittent-sprint exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc*, 43(9): 1760-1769, 2011.
- 12) Morris NB, Coombs G, Jay O. Ice Slurry Ingestion Leads to a Lower Net Heat Loss during Exercise in the Heat. *Med Sci Sports Exerc*, 48(1): 114-122, 2016.
- 13) Onitsuka S, Nakamura D, Onishi T, Arimitsu T, Takahashi H, Hasegawa H. Ice slurry ingestion reduces human brain temperature measured using non-invasive magnetic resonance spectroscopy. *Sci Rep*. 2018 Feb 9;8(1):2757. doi: 10.1038/s41598-018-21086-6.
- 14) Otani H, Kaya Z, Tamaki A, Watson P, Maughan RJ. Effects of solar radiation on endurance exercise capacity in a hot environment. *Eur J Appl Physiol*, 116(4): 769-779, 2016.
- 15) Parkin JM, Carey MF, Zhao S, Febbraio MA. Effect of ambient temperature on human skeletal muscle metabolism during fatiguing submaximal exercise. *J Appl Physiol*, 86(3): 902-908, 1999.
- 16) Périard JD, Racinais S, Timpka T, Dahlström Ö, Spreco A, Jacobsson J, Bargaría V, Halje K, Alonso JM. 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): 264-270, 2017.
- 17) Siegel R, Maté J, Brearley MB, Watson G, Nosaka K, Laursen PB. Ice slurry ingestion increases core temperature capacity and running time in the heat. *Med Sci Sports Exerc*, 42(4): 717-725. 2010.
- 18) Tyler CJ, Wild P, Sunderland C. Practical neck cooling and time-trial running performance in a hot environment. *Eur J Appl Physiol*, 110(5):1063-1074, 2010.
- 19) 安松幹展, 戸刈晴彦, 白石安男. サッカー指導者の暑熱対策に関する実態調査. 立教大学研究報告 スポーツ・健康科学, 19 : 1-8, 2001.