

# 夏季の屋外環境における正服等着用時の身体的負担と 熱中症予防に関する検証

## (検証Ⅱ 実地検証－隅田川花火大会とサンバカーニバルでの検証)

佐々木 航\*, 杉本 仁美\*, 赤野 史典\*, 玄海 嗣生\*

### 概要

東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会（以下「東京 2020 大会」という。）は、7月から9月までの東京で開催される。大会期間中、消防職員等が沿道警戒や競技会場で巡ら警戒に当たるなど、夏季の過酷な暑熱環境下におかれることが想定される。

暑熱環境下において、正服を着用した状態でも熱中症の発症リスクは十分にあると思われるが、市販されている熱中症予防のために適切な下着やアイテムを選択すれば、暑熱ストレスを軽減させ、発症リスクを低減できると考える。検証Ⅰでは、熱中症予防効果が期待できる下着やアイテムを恒温恒湿室において評価したが、運動負荷や検証時間の点において、実際の警戒活動と乖離してしまうことは否めない。そこで本検証では、夏季の暑熱環境下での正服着用時の身体的負担と、熱中症予防効果が期待できる下着や冷却ベストの効果を実地検証において評価し、東京 2020 大会における消防職員等の警戒時の熱中症予防方策について提言することを目的とした。

検証の結果、夏季の警戒時に着用する下着は、速乾性のある下着が好まれた。また、冷却ベストは雨天でない時には高評価であるが、夏季においても雨天の気温低下時には評価が高くないということが分かった。

### 1 はじめに

東京 2020 大会は、7月から9月までの東京で開催される。大会期間中、消防職員等が沿道警戒や競技会場で巡ら警戒に当たるなど、夏季の過酷な暑熱環境下におかれることが想定される。

暑熱環境下において、正服を着用した状態でも熱中症の発症リスクは十分にあると思われるが、市販されている熱中症予防のために適切な下着やアイテムを選択すれば、暑熱ストレスを軽減させ、発症リスクを低減できると考える。検証Ⅰでは、熱中症予防効果が期待できる下着やアイテムを恒温恒湿室において評価したが、運動負荷や検証時間の点において、実際の警戒活動と乖離してしまうことは否めない。そこで本検証では、夏季の暑熱環境下での正服着用時の身体的負担と、熱中症予防効果が期待できる下着や冷却ベストの効果を、実地検証において評価し、東京 2020 大会における消防職員等の警戒時の熱中症予防方策について提言することを目的とした。

### 2 検証方法

\* 活動安全課

#### (1) 概要

隅田川花火大会と浅草サンバカーニバルにおいて、正服等を着用した消防特別警戒現地警戒本部の警戒員等に対して、数種類の下着等を着用させ、実際の警戒活動に当たらせた。そして、アンケート調査を中心に、得られたデータを比較評価した。

#### (2) 催物名、検証日時

ア 第 40 回隅田川花火大会（以下「花火大会」という。）

平成 29 年 7 月 29 日 16 時 00 分から 21 時 30 分まで  
イ 第 36 回浅草サンバカーニバル（以下「サンバカーニバル」という。）

平成 29 年 8 月 26 日 12 時 00 分から 18 時 00 分まで

#### (3) 被験者

被験者は各消防特別警戒の現地警戒本部警戒員等に指定された消防吏員とした。各検証における被験者の人数、年齢、性別は表 1 のとおり。

#### (4) 検証の流れ

各被験者に対して、着用する下着をランダムに指定し、

警戒開始時から着用させた。冷却ベストについては、各署所の冷凍庫で冷凍させておいたものを、各署所を出発する直前に着用させた。被験者の中からランダムに指定して、花火大会は10人（全被験者44人）、サンバカーニバルは11人（全被験者31人）に対して、衣服内温度と心拍数の測定器を、各署所を出発するまでに装着させた。警戒終了後に被験者が帰署所次第、測定器の回収を即時行い、冷却ベストとアンケート用紙は後日回収した。

表1 各検証の被験者の人数、年齢、性別

| 検証名      | 人数<br>(人) | 年齢(歳)<br>(平均±標準偏差) | 性別(人) |   |
|----------|-----------|--------------------|-------|---|
|          |           |                    | 男     | 女 |
| 花火大会     | 44        | 39±11              | 39    | 5 |
| サンバカーニバル | 31        | 40±12              | 31    | 0 |

(5) 測定項目、測定機器及び測定方法

アンケートは、アンケート用紙を警戒終了時に配布し、後日回収するまでに記入させた。アンケートの調査項目については、表2のとおり。冷却ベストを着用させた被験者のみ、冷却ベストについてのアンケート（問9）を記入させ、下着Aと組み合わせた冷却ベストの評価と、冷却ベストのみの評価の二つを記入させた。回答については、他の被験者と相談しないよう指示をした。

衣服内温度の測定は、温湿度ロガー ハイグロクロン（KN ラボラトリーズ社製）を用いた。温湿度ロガーを、前胸部で下着と体表部の間に留置して自動的かつ経時的に30秒毎に測定した。

心拍数は心拍数計 RS800CX と心拍センサー と H3 心拍センサー（共に Polar 社製）を用いた。心拍センサーを被験者の胸部に装着させ、自動的かつ経時的に1秒毎に測定した。

表2 アンケートの調査項目

| 項目     | 内容                                |
|--------|-----------------------------------|
| 被験者情報  | 性別、年齢、着用させた正服、下着等                 |
| 問1から問3 | 消防警戒時の暑さについて                      |
| 問4     | 普段着用している下着について                    |
| 問5から問8 | 検証で着用した下着の清涼感、速乾性、使用感、今後の使用希望     |
| 問9     | 検証で着用した冷却ベストの着脱時間、清涼感、使用感、今後の使用希望 |
| 問10    | 感想（自由記述）                          |

(6) 着用させた正服等

正服夏服長袖、執務服Ⅰ種、執務服Ⅱ種、救急服半袖

(7) 着用させた下着等（以下「下着群」という。）

表3のとおり。

(8) 運動負荷

被験者には、各消防特別警戒の任務に応じた活動をさせ、水分補給の回数や休息の時間や頻度について制限や

指定をしなかった。

(9) 環境

各消防特別警戒の時間帯の気象条件とした。




ア 花火大会

平均気温 26℃、平均湿度 83%、天気[雨]

イ サンバカーニバル

平均気温 30℃、平均湿度 73%、天気[曇]

表3 各下着群（着用させた下着等）

| 群名       | 下着A群   | 下着B群  | 冷却ベスト群  |
|----------|--|---|---|
| 着用させた下着等 | 下着A  | 下着B   | 冷却ベスト、下着A<br>※冷却ベストは下着Aの上に着用  |
| 写真       |  |  |  |
| 材質       | 綿 100%   | ポリエステル 95%<br>ドライベクター 5%  | ポリエステル 95.6%<br>ミューファン 4.4%   |
| 特徴       | 一般用  | 一般用   | ワイシャツの下に着用するもの  |

(10) 倫理的配慮

全ての被験者に対して目的、方法を説明するとともに、検証への参加の同意を得た。なお、本検証は東京消防庁技術改良検証倫理審査専門部会の承認のもと、安全面に十分に配慮し実施した。また、検証中（消防特別警戒活動中）に冷却ベストや測定器が不快に感じた場合や警戒活動の任務に支障が生じる場合には速やかに離脱するよう指示をした。

(11) 検定方法

ア アンケート

アンケートの択一式の質問（問1から問9まで）は、Microsoft Excel 2015と統計ソフト IBM SPSS Statistics Version21.0を使用し、単純集計、クロス集計及び Kruskal-Wallis の順位検定を行い、結果を表とグラフで示した。順位検定は危険率5%未満(p<0.05)を有意差ありとし、クロス集計表の\*は、有意差あり(p<0.05)とした。なお、問1から問4までは、検証の環境等に左右されない内容のため、両検証結果を統合した。冷却ベストの冷却感の持続時間は、問9の冷却ベストの着用を開始した時間と、ベストの冷却感が無くなった時間の差として算出した。感想（問10）について自由記述で回答させ、KH Coder 2.00fを用いて計量テキスト分析（テキストマイニング）を行い共起ネットワーク図で示した。なお、テキストマイニングは、花火大会とサンバカーニバルの自由記述を統合して実施した。

イ 衣服内温度、心拍数

衣服内温度と心拍数については、各下着群、各被験者に、その都度の測定期間中に得られた値の平均値を代表値として採用し比較検定した。

検定ソフトはMicrosoft Excel 2015 を使用し一元配置分散分析（対応なし）を実施した。結果はグラフ上に平均値±標準偏差で示した。有意性は危険率5%未満（ $p<0.05$ ）を有意差ありとし、グラフ上の\*は、有意差あり（ $p<0.05$ ）とした。

### 3 結果

#### (1) 問1

75人中72人が、消防特別警戒時に暑さや気温が気になることがあった、と回答した。

#### (2) 問2

75人中4人が、消防特別警戒時に暑さによって体調が悪くなったことがある、と回答した。

#### (3) 問3

75人中50人が、自分で暑さ対策をしていた。その内訳について、最も多かったのは、冷飲料水の摂取が38人、次いで冷感や速乾性のあるもの高機能なものの着用が11人となった。

#### (4) 問4

普段着用している下着については、最も多かったのは、「高機能ではないが化学繊維のもの」が41人、次いで「冷感や速乾性のある高機能のもの」が21人となった。

#### (5) 問5（表4）

##### ア 花火大会

清涼感について、下着群毎に多かった回答をみると下着A群は「全くない」が53%、「どちらでもない」が33%、下着B群は「どちらでもない」が47%、「やや有る」が35%、冷却ベスト群は「どちらでもない」が36%、「全くない」、「やや有る」、「非常に有る」がそれぞれ18%（合計54%）となった。順位検定の結果（値が高い程、良く当てはまる）をみると、清涼感は、下着群間で有意差（ $p<0.05$ ）が認められ、下着B群が最も清涼感があり、下着A群が最も清涼感がなかった。

##### イ サンバカーニバル

清涼感について、下着群毎に多かった回答をみると、下着A群は「全くない」が56%、下着群Bは「どちらでもない」、「やや有る」がそれぞれ36%（合計72%）、冷却ベスト群は「どちらでもない」が36%、「全くない」が27%となった。順位検定の結果（値が高い程、良く当てはまる）をみると、清涼感は、下着群間で有意差は認められなかった。

#### (6) 問6（表5）

##### ア 花火大会

速乾性について、下着群毎に多かった回答をみると、下着A群は「全くない」が57%、「どちらでもない」が36%、下着B群は「どちらでもない」が47%、「やや有る」が31%、冷却ベスト群は「どちらでもない」が36%、「全くない」、「やや無い」がそれぞれ27%（合計54%）となった。順位検定の結果をみると、速乾性は、下着群間で有意差（ $p<0.05$ ）が認められ、下着B群が最も速乾性

があり、下着A群が最も速乾性がなかった。

##### イ サンバカーニバル

速乾性について、下着群毎に多かった回答をみると、下着A群は「全くない」が67%、下着B群は「やや有る」が55%、冷却ベスト群は「どちらでもない」が36%、「全くない」、「やや無い」がそれぞれ36%（合計72%）となった。順位検定の結果をみると、速乾性は、下着群間で有意差（ $p<0.05$ ）が認められ、下着B群が最も速乾性があり、下着A群が最も速乾性がなかった。

表4 清涼感のクロス集計表、順位検定結果

|     |        | 清涼感(花火大会) |      |         |      |       | 順位検定*     |
|-----|--------|-----------|------|---------|------|-------|-----------|
|     |        | 全くない      | やや無い | どちらでもない | やや有る | 非常に有る |           |
| 下着群 | 下着A群   | 53%       | 0%   | 33%     | 13%  | 0%    | 15 (n=15) |
|     | 下着B群   | 0%        | 6%   | 47%     | 35%  | 12%   | 27 (n=17) |
|     | 冷却ベスト群 | 18%       | 9%   | 36%     | 18%  | 18%   | 24 (n=12) |

|     |        | 清涼感(サンバカーニバル) |      |         |      |       | 順位検定      |
|-----|--------|---------------|------|---------|------|-------|-----------|
|     |        | 全くない          | やや無い | どちらでもない | やや有る | 非常に有る |           |
| 下着群 | 下着A群   | 56%           | 11%  | 33%     | 0%   | 0%    | 10 (n=9)  |
|     | 下着B群   | 9%            | 18%  | 36%     | 36%  | 0%    | 20 (n=11) |
|     | 冷却ベスト群 | 27%           | 18%  | 36%     | 18%  | 0%    | 16 (n=11) |

\* : $p<0.05$

表5 速乾性のクロス集計表、順位検定結果

|     |        | 速乾性(花火大会) |      |         |      |       | 順位検定*     |
|-----|--------|-----------|------|---------|------|-------|-----------|
|     |        | 全くない      | やや無い | どちらでもない | やや有る | 非常に有る |           |
| 下着群 | 下着A群   | 57%       | 7%   | 36%     | 0%   | 0%    | 13 (n=15) |
|     | 下着B群   | 0%        | 6%   | 47%     | 41%  | 6%    | 31 (n=17) |
|     | 冷却ベスト群 | 27%       | 27%  | 36%     | 9%   | 0%    | 18 (n=12) |

|     |        | 速乾性(サンバカーニバル) |      |         |      |       | 順位検定*     |
|-----|--------|---------------|------|---------|------|-------|-----------|
|     |        | 全くない          | やや無い | どちらでもない | やや有る | 非常に有る |           |
| 下着群 | 下着A群   | 67%           | 22%  | 11%     | 0%   | 0%    | 10 (n=9)  |
|     | 下着B群   | 9%            | 27%  | 9%      | 55%  | 0%    | 23 (n=11) |
|     | 冷却ベスト群 | 36%           | 36%  | 27%     | 0%   | 0%    | 14 (n=11) |

\* : $p<0.05$

#### (7) 問7（表6）

##### ア 花火大会

使用感について、下着群毎に多かった回答をみると、下着A群は「とても悪い」が36%、「どちらでもない」が29%、「やや悪い」が21%、下着B群は「やや良い」が41%、「どちらでもない」が35%、冷却ベスト群は「どちらでもない」が45%、「やや悪い」が27%となった。順位検定の結果をみると、使用感は、下着群間で有意差（ $p<0.05$ ）が認められ、下着B群が最も使用感が良く、下着A群が最も使用感が悪かった。

##### イ サンバカーニバル

使用感について、下着群毎に多かった回答をみると、下着A群は「とても悪い」が44%、「やや悪い」が33%、下着B群は「やや良い」が36%、「どちらでもない」、「やや悪い」がそれぞれ27%（合計54%）、冷却ベストは「やや悪い」が55%となった。順位検定の結果をみると、使用感は、下着群間で有意差（ $p<0.05$ ）が認められ、下着B群が最も使用感が良く、下着A群が最も使用感が悪かった。

(8) 問8 (表7)

ア 花火大会

今後の使用希望について、下着群毎に多かった回答をみると、下着A群は「全く使用したくない」が50%、「あまり使用したくない」が29%、下着B群は「まあまあ使用したい」が41%、「どちらでもない」が35%、冷却ベスト群は「あまり使用したくない」が45%、「全く使用したくない」、「どちらでもない」がそれぞれ27% (54%) となった。順位検定の結果をみると、今後の使用希望は、下着群間で有意差(p<0.05)が認められ、下着B群が最も使用希望が多く、下着A群が最も使用希望が少なかった。

イ サンバカーニバル

今後の使用希望について、下着群毎に多かった回答をみると、下着A群は「全く使用したくない」が67%、下着B群は「どちらでもない」が36%、「まあまあ使用したい」、「あまり使用したくない」がそれぞれ27% (合計54%)、冷却ベスト群は「あまり使用したくない」が64%、となった。順位検定の結果をみると、今後の使用希望は、下着群間で有意差(p<0.05)が認められ、下着B群が最も使用希望が多く、下着A群が最も使用希望が少なかった。

表6 使用感のクロス集計表、順位検定結果

|     |        | 使用感(花火大会) |      |         |      |       | 順位検定*     |
|-----|--------|-----------|------|---------|------|-------|-----------|
|     |        | とても悪い     | やや悪い | どちらでもない | やや良い | とても良い |           |
| 下着群 | 下着A群   | 36%       | 21%  | 29%     | 14%  | 0%    | 15 (n=15) |
|     | 下着B群   | 0%        | 8%   | 35%     | 41%  | 18%   | 30 (n=17) |
|     | 冷却ベスト群 | 18%       | 27%  | 45%     | 9%   | 0%    | 17 (n=12) |

|     |        | 使用感(サンバカーニバル) |      |         |      |       | 順位検定*     |
|-----|--------|---------------|------|---------|------|-------|-----------|
|     |        | とても悪い         | やや悪い | どちらでもない | やや良い | とても良い |           |
| 下着群 | 下着A群   | 44%           | 33%  | 22%     | 0%   | 0%    | 10 (n=9)  |
|     | 下着B群   | 9%            | 27%  | 27%     | 36%  | 0%    | 20 (n=11) |
|     | 冷却ベスト群 | 9%            | 55%  | 27%     | 9%   | 0%    | 16 (n=11) |

\* :p<0.05

表7 今後の使用希望のクロス集計表、順位検定結果

|     |        | 今後の使用希望(花火大会) |            |         |           |            | 順位検定*     |
|-----|--------|---------------|------------|---------|-----------|------------|-----------|
|     |        | 全く使用したくない     | あまり使用したくない | どちらでもない | まあまあ使用したい | 非常に使用してみたい |           |
| 下着群 | 下着A群   | 50%           | 29%        | 14%     | 7%        | 0%         | 14 (n=15) |
|     | 下着B群   | 6%            | 8%         | 35%     | 41%       | 12%        | 31 (n=17) |
|     | 冷却ベスト群 | 27%           | 45%        | 27%     | 0%        | 0%         | 17 (n=12) |

|     |        | 今後の使用希望(サンバカーニバル) |            |         |           |            | 順位検定*     |
|-----|--------|-------------------|------------|---------|-----------|------------|-----------|
|     |        | 全く使用したくない         | あまり使用したくない | どちらでもない | まあまあ使用したい | 非常に使用してみたい |           |
| 下着群 | 下着A群   | 67%               | 22%        | 11%     | 0%        | 0%         | 9 (n=9)   |
|     | 下着B群   | 9%                | 27%        | 36%     | 27%       | 0%         | 21 (n=11) |
|     | 冷却ベスト群 | 9%                | 64%        | 27%     | 0%        | 0%         | 16 (n=11) |

\* :p<0.05

(9) 問9

ア 冷却ベストの冷却感の平均持続時間

冷却ベストの冷却感の平均持続時間は、花火大会は約2時間5分であり、サンバカーニバルは約2時間20分であった。

イ 冷却ベストの清涼感 (図1)

(ア) 花火大会

冷却ベストの清涼感について、多かった回答をみると、

「やや有る」が50%、「やや無い」が36%となった。

(イ) サンバカーニバル

冷却ベストの清涼感について、多かった回答をみると、「やや有る」が78%となった。

ウ 冷却ベストの使用感 (図2)

(ア) 花火大会

冷却ベストの使用感について、多かった回答をみると、「やや良い」、「やや悪い」がそれぞれ43% (合計86%) となった。

(イ) サンバカーニバル

冷却ベストの使用感について、多かった回答をみると、「やや良い」が78%となった。

エ 冷却ベストの今後の使用希望 (図3)

(ア) 花火大会

冷却ベストの今後の使用希望について、多かった回答をみると、「あまり使用したくない」が43%、「まあまあ使用したい」が21%となった。

(イ) サンバカーニバル

冷却ベストの今後の使用希望について、多かった回答をみると、「まあまあ使用したい」が67%となった。

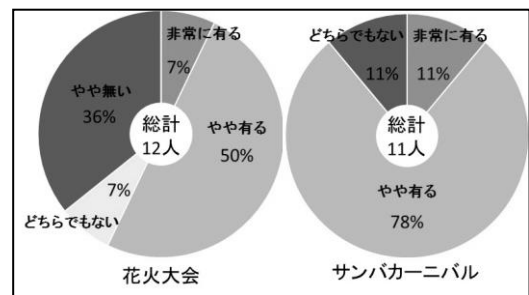


図1 冷却ベストの清涼感

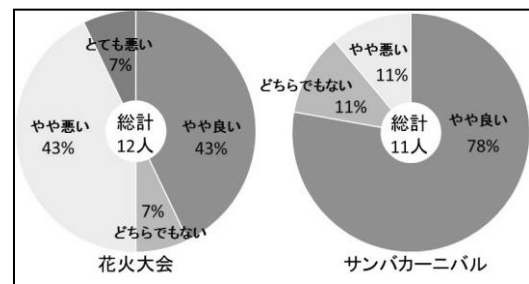


図2 冷却ベストの使用感

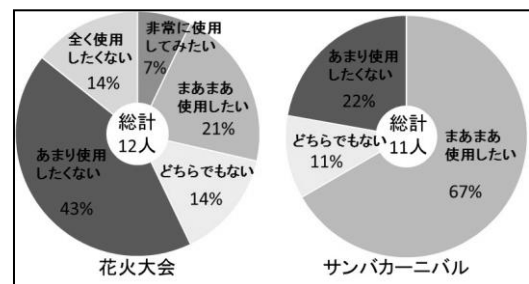


図3 冷却ベストの今後の使用希望

10 問 10

花火大会、サンバカーニバルのアンケートの感想（自由記述）の結果は図4から図6のとおり。出現頻度が高いキーワードほど大きな円で示され、語の繋がりの強さを線の太さで表している。なお、特徴的なキーワードを認識しやすくするため、共起ネットワーク図上に円を追記した。

ア 下着A群（図4）

「汗」というキーワードが「不快」とともに出現し、「速乾性」というキーワードが「ない」とともに出現していた。

イ 下着B群（図5）

「速乾性」というキーワードが「ある」とともに出現し、「素材」というキーワードが「良い」とともに出現していた。また、「普段」というキーワードが「変わる」「ない」とともに出現していた。

ウ 冷却ベスト群（図6）

「冷却感」というキーワードが「警戒」「最初」「ある」とともに出現し、「清涼感」というキーワードが「持続」とともに出現していた。また、「悪い」というキーワードが「綿」「シャツ」とともに出現していた。

11 衣服内温度（図7）

ア 花火大会

各下着群に平均値を代表値として、平均し比較すると下着A群(33.8±0.3℃)、下着B群(33.3±0.8℃)、冷却ベスト群(33.5±0.6℃)の三群間には有意差は認められなかった。

イ サンバカーニバル

各下着群に平均値を代表値として、平均し比較すると、下着A群(34.5±0.3℃)、下着B群(34.6±0.6℃)、冷却ベスト群(34.3±0.8℃)の三群間には有意差は認められなかった。

12 心拍数（図8）

ア 花火大会

各下着群に平均値を代表値として、平均し比較すると、下着A群(66±7回/分)、下着B群(81±12回/分)、冷却ベスト群(77±10回/分)の三群間には有意差は認められなかった。

イ サンバカーニバル

各下着群に平均値を代表値として、平均し比較すると、下着A群(66±7回/分)、下着B群(75±13回/分)、冷却ベスト群(73±8回/分)の三群間には有意差は認められなかった。

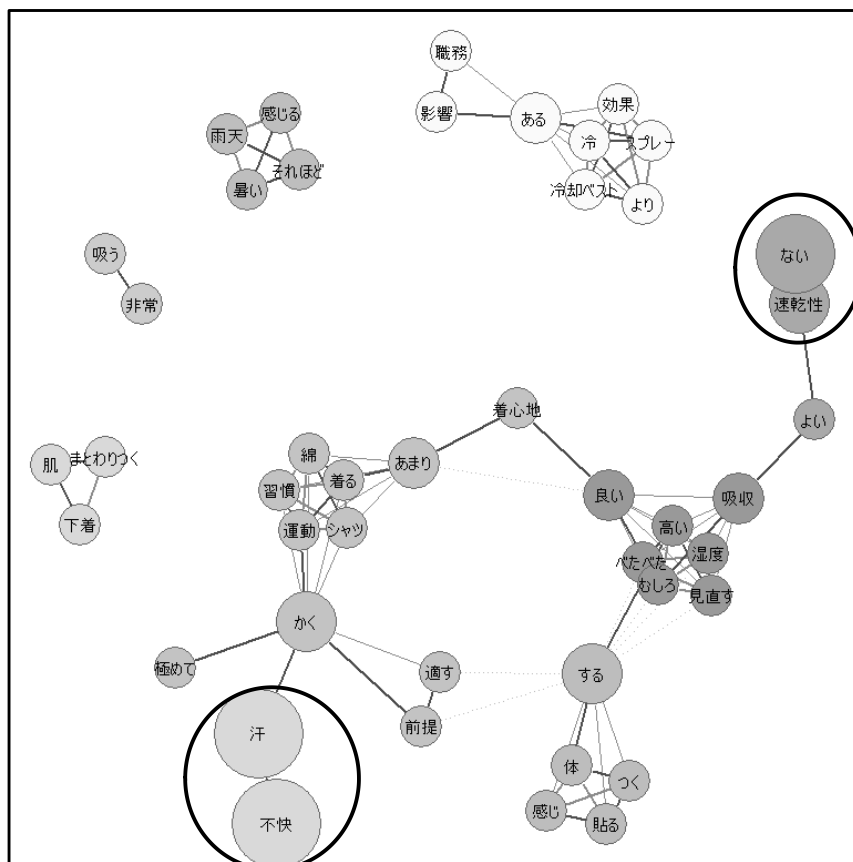


図4 下着A群に対する感想の共起ネットワーク図

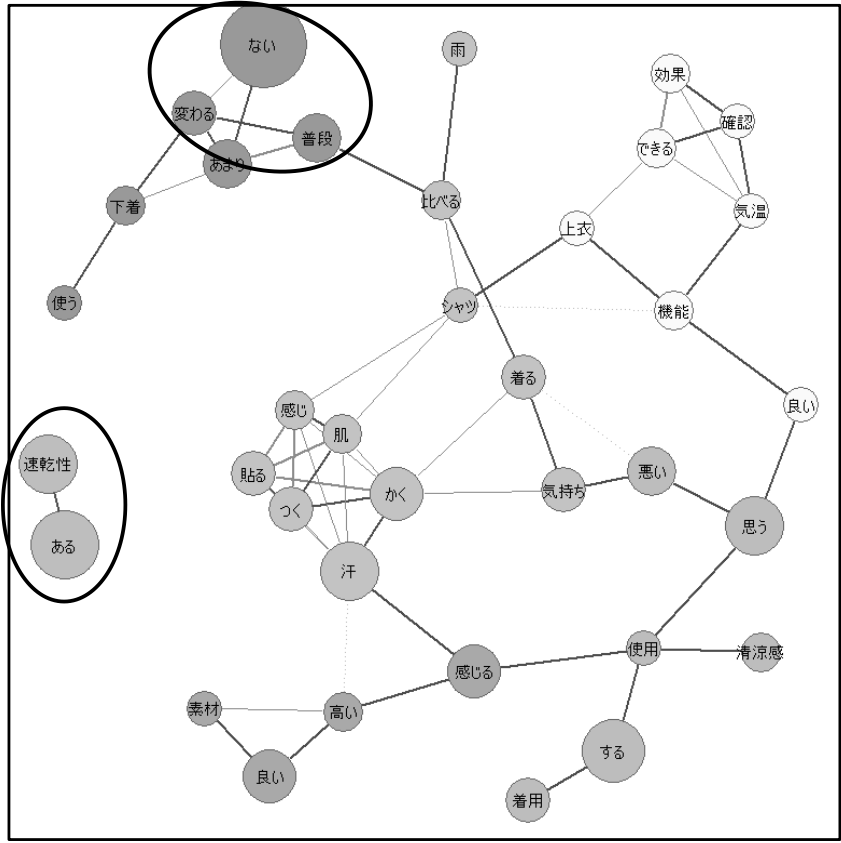


図5 下着B群に対する感想の共起ネットワーク図

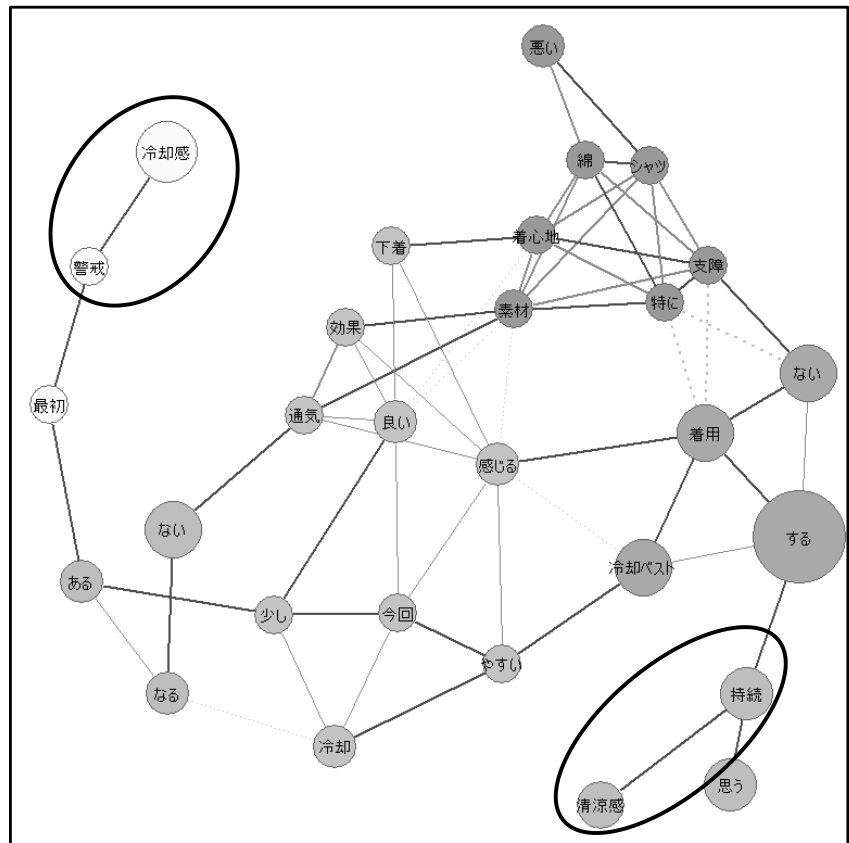


図6 冷却ベスト群に対する感想の共起ネットワーク図

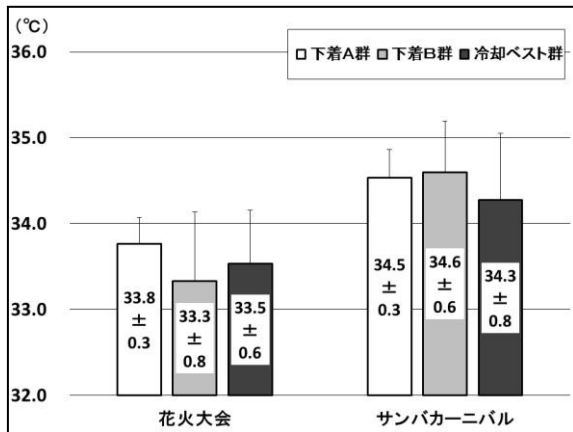


図7 衣服内温度の平均値

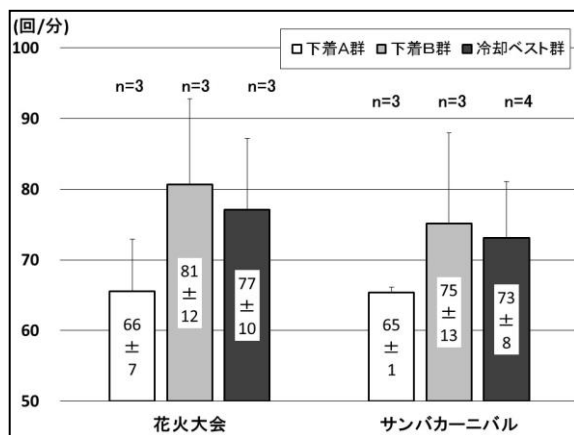


図8 心拍数の平均値

#### 4 考察

##### (1) 警戒時の暑さについて

警戒員等のほぼ全員が暑さを気にしており、体調不良を経験した者もいることが分かる。警戒時の暑さは、警戒員等にとって、軽視できない問題であり、暑さ対策が必要であることを示唆している。

##### (2) 暑さ対策について

警戒員等の約7割が暑さ対策をしており、その対策の約80%が冷飲の摂取であった。この結果から、警戒員等の半数以上が暑さ対策の必要性を認識しており、冷飲の摂取の割合が多かったのは、手軽に準備でき、かつ、その有効性を認識しているからだと考える。

##### (3) 各下着条件について

###### ア 下着A群

清涼感、速乾性、使用感、今後の使用希望すべてにおいて、両検証とも否定的な回答が多くなった。また、自由記述(感想)においても、「汗によって不快」、「速乾性がない」という否定的な意見が伺える結果となった。

下着Aは綿100%のため、汗をかいた際に、速乾性の低さが作用し、下着に多量の汗を含んだ状態が続くことによって、被験者が衣服内の蒸れ感を実感していると考えられる。また、その状態が長く続くために、清涼感や

使用感、今後の使用希望において否定的な回答が多くなったと考えられる。つまり、下着Aは、発汗が想定される夏季の警戒活動時には、適していないと言える。

###### イ 下着B群

清涼感、速乾性、使用感、今後の使用希望すべてにおいて、両検証とも中立的からやや肯定的に偏った回答が多くなった。また、自由記述(感想)においても、速乾性の良さ素材の良さが伺える反面、普段と変わらないという意見も伺える結果となった。

下着Bは速乾性を特徴とした素材であり、そのため、素材の良さを被験者が実感していることが伺える。しかし、被験者が普段、化学繊維の下着を着用しているために、下着Bとの大きな差を実感できなかったと考えられる。そのため、清涼感、速乾性、使用感、今後の使用希望において中立的な回答と肯定的な回答が多くなったと考えられる。

###### ウ 冷却ベスト群

下着Aと組み合わせた冷却ベストの清涼感、速乾性、使用感、今後の使用希望において、中立的から否定的にやや偏った回答が多くなった。また、自由記述(感想)から、冷却ベストは、冷却感と清涼感を感じさせることが伺える。また、「悪い」「綿」「シャツ」というキーワードから、冷却ベストと綿製シャツの組み合わせは適していないということが伺える。

本検証では、冷却ベストと綿100%である下着Aを組み合わせて使用した。下着Aの評価は先述したとおり、否定的であった。そのため、冷却ベストの持つ清涼感を、下着Aが相殺し、結果として、マイナスの結果となってしまったと考えられる。よって、冷却ベストと組み合わせる下着については、冷却ベストの清涼感を相殺しない速乾性があるものが良く、その方が冷却ベストの清涼感をより発揮できると考える。

###### エ 冷却ベストの運用について

冷却ベストの冷却感の持続時間は約2時間となった。本検証の警戒活動時間は、両検証で平均約8時間であることから、冷却感を持続させるには、冷却材の交換が必須となる。しかし、自由記述(感想)には、冷却ベストを正服等の下に着用しているため、更衣場所がなく、離脱出来なかったという意見があった。つまり、冷却材の交換に際して、更衣場所等が必要となり、運用面の検討が必要と考えられる。

冷却ベストのみの清涼感、使用感、今後の使用希望において、サンバカーニバルより花火大会の方が否定的な回答が多かった。その要因として、警戒時の気象条件の違いによるものだと考える。サンバカーニバルの検証時の気象条件は、曇りであり平均気温が30℃であったのに対し、花火大会の検証時の天気は、雨に伴い平均気温が26℃であった。花火大会の検証は、気温が低下していたため、冷却ベストの冷却感をあまり感じる事が出

来ず、逆に重さだけが強調されてしまった。そのため、冷却ベストの評価が否定的になったと考えられる。つまり、冷却ベストは、気象条件に応じて運用する必要性があることを示唆している。

#### オ 警戒時の衣服内温度と心拍数について

花火大会とサンバカーニバルにおける衣服内温度と心拍数には、下着群間で有意差は認められなかった。また、本検証においては、被験者によって、平常時の体温や、警戒活動時の行動、警戒場所（日射下、非日射下）が異なるため、本検証における衣服内温度及び心拍数は参考値として捉えるべきである。強いて言うならば、衣服内温度についてみれば、花火大会はサンバカーニバルより全下着で低い値であり、警戒時の気温（花火大会は平均26℃、サンバカーニバルは平均30℃）の違いが衣服内温度に影響を与えたと言えるかもしれない。

## 5 おわりに

### (1) 下着の素材の差異について

速乾性のある下着の評価が高いことから、衣服内の蒸れ感が少ない下着が好まれる。

### (2) 冷却ベストの運用について

冷却ベストの評価について、雨天ではない時（サンバカーニバル）は肯定的なのに対して、雨天時（花火大会）は否定的となった。それは雨により気温が低下し、冷却感をあまり感じる事が出来ず、逆に重さだけが強調されたためと考えられる。つまり、気象条件に応じた冷却ベストの運用が必要だと考える。また、調査結果から、冷却ベストの効果の持続時間は約2時間と考えられることから、冷却材の交換に際して、更衣場所など運用面の検討が必要となる。

## 6 謝辞

本検証を実施するにあたり、救急救命東京研修所の田邊晴山教授から貴重な助言を頂きました。また、本検証の被験者として、日本堤消防署の署員の皆様にご協力頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。



# Study on the Physical Stresses While Wearing the Uniform in Outdoor Environments during Summer and Heatstroke Prevention

## —Study II: Field Studies at the Sumida River Fireworks Festival and the Samba Carnival—

Wataru SASAKI\*, Hitomi SUGIMOTO\*, Fuminori AKANO\*, Tsuguo GENKAI\*

### Abstract

The Olympic and Paralympic Games Tokyo 2020 will be held in Tokyo from July to September. During the Games, fire service personnel are expected to be stationed in the harsh hot summer environment, such as acting as roadside guards and watching over the competition venues.

While there may be the sufficient risk of heatstroke occurring even while wearing uniforms in a hot environment, if the commercially available underwear or items suitable for preventing heatstroke are chosen, heat stress and the risk of heatstroke onset can be reduced. In Study I, the underwear and items that can be expected to be effective in preventing heatstroke were looked into in the Environmental Control Chamber, but those experimental results deviated from the expected actual activities' results, with the personnel being stationed, in terms of physical load and verification time. Therefore, in this study, in order to propose the measures to prevent heatstroke from occurring to the fire service personnel on watch, the physical stress of the personnel in uniform in a hot summer environment and the effects of using the underwear and cooling vests that can be expected to be effective in preventing heatstroke were looked into in field studies.

As a result of the field studies, the preferred underwear to be worn by the personnel on watch in summer was found to be fast-drying underwear. While cooling vests were highly evaluated when it was not raining, evaluation was not high when the temperature dropped in rain even in summer.

---

\*Operational Safety Section