



[原著]

## 寒冷地の避難所における外気温による皮膚温への影響

石川幸司<sup>1)</sup>, 梅林秀行<sup>1)</sup>, 林裕子<sup>1)</sup>, 久賀久美子<sup>1)</sup>, 魚住昌広<sup>2)</sup>, 飯島美樹<sup>1)</sup>,  
矢神雅規<sup>3)</sup>, 細川和彦<sup>4)</sup>

1) 北海道科学大学 保健医療学部看護学科

2) 北海道科学大学 工学部建築学科

3) 北海道科学大学 工学部電気電子工学科

4) 北海道科学大学 工学部都市環境学科

### 要旨

本邦は自然災害が多い国として知られており、災害対策が重要である。一般的に、災害時には地方自治体が避難所を運営するが、実際には地域における指定避難所の事前の備えは十分ではない。さらに、新型コロナウイルス感染症の流行に伴い避難所における感染対策として、体温測定など入所する前の健康状態の観察などが必要となった。そこで、本研究では寒冷地における避難所開設訓練において、外気温が避難所入所時の皮膚温に与える影響を把握することを目的とした。研究対象者は避難訓練に参加した21名であり、屋外に10分待機した後と訓練参加前の前額部皮膚温および腋窩温の測定値を後方視的に収集し、比較検討した。前額部皮膚温はベースラインでは36.9 (36.7-37.4) °Cであり、避難所入所時では35.4 (33.4-36.1) °Cであり、有意な差が認められた ( $p < .001$ )。腋窩温はベースライン36.6 (36.5-36.8) °Cであり、避難所入所時では36.8 (36.5-37.0) °Cであり、有意な差は認められなかった。この結果から、冬季に災害が発生した場合、避難所では体温を測定する部位や健康観察方法など、入所時の感染対策について、建物の構造などを考慮した方法を事前に検討しておくことが重要である。

キーワード：避難所，寒冷地，健康観察，皮膚温

### 1. はじめに

本邦は地震や台風など自然災害が多い国である。阪神・淡路大震災以降、避難所の運営に関心が高まり、国内の災害体制は大きく整備され、東日本大震災の教訓からは災害対策基本法が改訂され、避難所運営ガイドラインが作成された(1)。一般的に、災害時に地方自治体が運営する避難所は、凡そ被災者がライフラインの回復するまで避難生活を送る施設である。地域における指定避難所は事前の備えや運営マニュアル

などの整備が十分ではない状況があると報告されている(2)。しかし、実際の有事の際、避難所は安全に避難生活を送ることができるように事前の備えが重要となる。筆者らも積雪寒冷地における災害対策として、指定避難所としての備えや災害訓練を実施している(3)。

このような背景において、2019年12月に世界的な感染拡大を引き起こした新型コロナウイルス感染症(以下; COVID-19)の影響から、避難所においても COVID-19

連絡先：石川幸司

〒001-0909 札幌市北区新琴似9条13丁目1-15  
北海道科学大学 保健医療学部看護学科  
E-mail: ishikawa-k@hus.ac.jp

2023年3月23日受付  
2023年5月17日受理

に対する感染予防の対策が必要となった。被災者だけではなく、避難所運営スタッフの感染も防止する必要がある、人が密集しやすい避難所という空間において、感染拡大防止策の徹底が極めて重要とされている(4)。つまり、避難所に入所する際には、すべての避難者に対して COVID-19 を疑う症状の有無をスクリーニングし、疑われる場合は、一般の避難者とは動線や滞在場所を分ける必要性が指摘されている(5)。そのため、避難所の入所受付では氏名などの確認にとどまらず、体温測定などの入所する前の健康状態の観察(以下、健康観察)が必要となる。そして、COVID-19 の流行によって、体温測定は接触を避けるために非接触型体温計が多く普及し、避難所の準備物品としても周知されている。しかし、非接触型体温計には測定するための外気温条件(10~40℃)がある(6)。また、避難所受付での体温測定は、COVID-19 が疑われる避難者を分けることが目的であるため、避難所に入所前の屋外もしくは玄関付近で実施することが想定される。そのため、寒冷地において避難所に多くの人々が集合した場合には、屋外で長時間待機することも予測される。この場合、発熱している避難者であっても、外気温が低い場合には皮膚温も低値になることが報告されているように(7)、非接触型体温計による皮膚温の測定値は実際の体温より低く測定される危険性がある。

このような状況から、1月の日最低気温の平均が氷点下10℃を下回る日が年9日以上ある寒冷地(8)の避難所における非接触型体温計を用いた皮膚温の測定について、実際の避難状況を想定した場合、適切な実施が困難である危険性が考えられた。しかし、寒冷地における外気温による皮膚温の測定結果への影響については明らかにされていない。そのため、本研究では寒冷地における避難所開設訓練において、感染対策として実施する入所時の非接触型体温計による皮膚温の測定結果に着目した。本訓練で測定した結果から、外気温による皮膚温への影響を明らかにすることができれば、避難所としても感染対策の方法、事前

に備えるべき内容を検討する基礎資料を得ることができる。

## II. 研究目的

寒冷地における避難所において、感染対策として実施する入所時の非接触型体温計による皮膚温の測定について、外気温が皮膚温に与える影響を把握することを目的とした。

## III. 研究方法

### 研究対象者

指定避難所に指定されている避難所開設訓練(以下;本訓練)に参加した学生21名を対象とした。

### 本訓練方法

本訓練は寒冷積雪時期である2022年12月中旬に実施した。模擬被災者(以下、学生)の服装は、平常時に通常着用している防寒着、帽子の着用は自由とした。避難所は滞在部屋より約1分の時間を要するところに設定した。学生は、発災前は空調を24℃に設定した滞在部屋に待機した。その後、滞在30分後に発災があり避難を開始した。そして、避難所が安全に使用されることが確認できる時間を発災後から10分要すると想定し、避難所前の屋外を待機場所として待機を求めた。

### 調査項目

#### データ収集方法

避難所前の屋外を待機場所として10分間の待機を求めた。玄関入口受付にて室温15℃の状態接触型体温計を用い、腋窩温の測定と非接触型体温計で前額部の皮膚温を測定した。本研究では測定して記録した調査項目を後方視的に収集した。

#### 分析方法

調査項目ごとに記述統計量を算出した。皮膚温の測定結果について、ベースラインでの体温、避難所入所時における体温をウィルコクサン符号付順位検定で比較検討した。また、腋窩温および前額部皮膚温との関連性を評価するため、ベースラインおよび避難所入所時における両温の相関について、スピアマンの順位相関係数を算出した。さらに、腋窩温と前額部皮膚温による温度

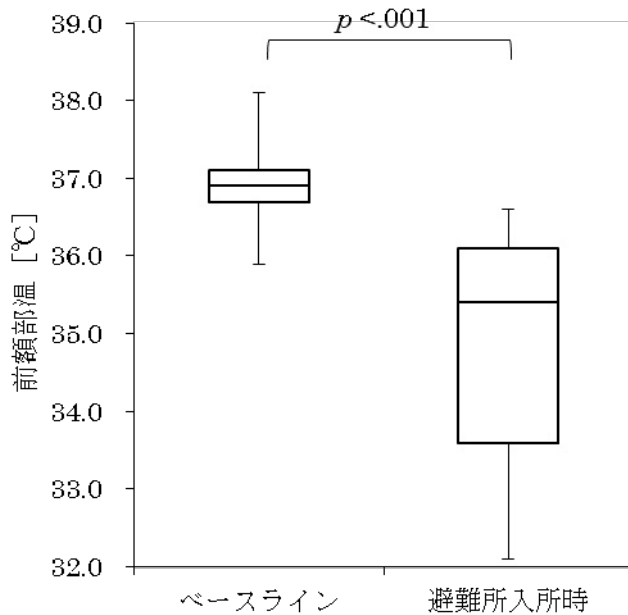


図1 前額部皮膚温の Box plot

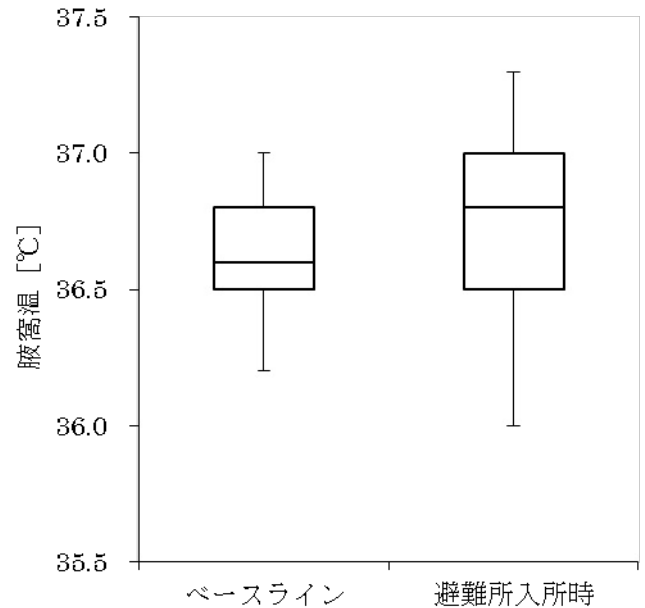


図2 腋窩温の Box plot

差についても、ベースラインおよび避難所入所時で比較検討した。有意水準は5%とした。統計解析は、SAS社製のJMP Pro ver.17.0を使用した。

#### 倫理的配慮

本研究の実施にあたり、北海道科学大学倫理委員会の承認を受け、学長の許可を得て実施した（承認番号662号）。調査目的と意義、調査協力への自由意思と拒否権の保証、個人情報の保護について、研究者が文書で説明し、本訓練で得たデータを利用することについて同意を得た。特に、本調査を断ることによって授業評価、成績には一切影響がないことを保障することを十分に説明した。

### IV. 結果

#### 研究対象者

同意の得られた研究対象者は21名であり、男性は5名（23.8%）、女性は16名（76.2%）であった。また、帽子を着用している者はいなかった。

#### 環境

調査当日の天候は晴れであり、待機場所は直射日光が当たらない建物の影であった。待機場所の環境における10分間の平均値は、気温  $2.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $74.7 \pm 0.5\%$  であった。

#### 体温

腋窩温および前額部皮膚温の測定結果は中央値（四分位範囲 IQR）で示した。

前額部皮膚温は、ベースラインでは  $36.9$  ( $36.7 - 37.4$ )  $^\circ\text{C}$ 、避難所入所時は  $35.4$  ( $33.4 - 36.1$ )  $^\circ\text{C}$  であり、有意な差が認められた ( $p < .001$ ) (図1)。腋窩温に関しては、ベースラインは  $36.6$  ( $36.5 - 36.8$ )  $^\circ\text{C}$ 、避難所入所時は  $36.8$  ( $36.5 - 37.0$ )  $^\circ\text{C}$  であり、有意な差は認められなかった ( $p = .116$ ) (図2)。ベースラインにおける腋窩温および前額部皮膚温について、相関係数は  $-0.464$  と負の相関が認められた ( $p = .034$ ) (図3)。避難所入所時においては、相関係数は  $-0.139$  と相関は認められなかった ( $p = .547$ ) (図4)。

腋窩温と前額部皮膚温の差について、ベースラインでは  $-0.3$  ( $-0.8 - 0.1$ )  $^\circ\text{C}$ 、避難所入所時は  $1.2$  ( $0.9 - 3.3$ )  $^\circ\text{C}$  であり、有意な差が認められた ( $p < .001$ )。

### V. 考察

本研究では、ベースラインおよび避難所入所時における皮膚温について、外気温による影響を比較検討した。前額部皮膚温および腋窩温について検討したところ、前額部皮膚温に関して、ベースラインと比較し

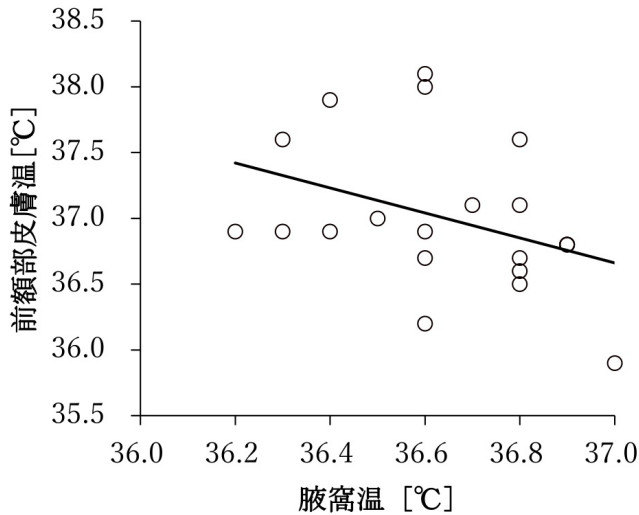


図3 ベースライン時の腋窩温と前額部皮膚温の散布図

て避難所入所時では有意に低値であった。一方、腋窩温では屋内外における有意な体温の差は認められなかった。これは、衣服で覆われており、外気の影響が最小限に抑えることができたと考えられる。本研究では、帽子は着用していないため前額部は、常に外気に触れていたことが屋外での有意な低下につながったと考えられる。環境温が19°Cの場合、中枢温は平熱を維持できるが、皮膚温は寒冷に暴露されることで低下することが報告されている(9)。このように、寒冷地では前額部が冷却されるため、皮膚温だけではなく中枢温まで低下する可能性がある。しかしながら、避難所では、入所時の感染対策において、非接触型体温計を用いた前額部での皮膚温測定が多いことが想定される。本研究では、ベースラインでは腋窩温と前額部皮膚温に負の相関が認められ、避難所入所時には相関はなかった。今回、後方視的にデータを収集したことから、ベースラインにおける腋窩温と前額部皮膚温との相関は、同時に測定した状況ではないことから要因を明確にすることは困難であるが、前額部皮膚温は屋内においても外気温の影響を受けた測定結果となっていた可能性も否定できない。また、避難所入所時の前額部皮膚温は腋窩温と比べ1°C程度低く、この差はベースラインと比較しても有意に大きい結果であった。非

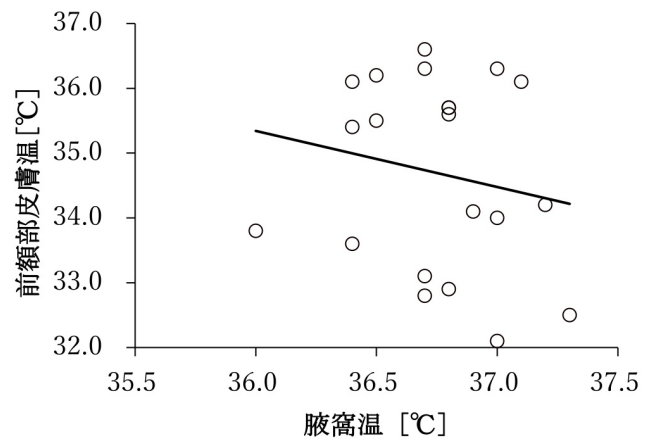


図4 避難所入所時の腋窩温と前額部皮膚温の散布図

接触型体温計の使用条件では外気温が10~40°Cであり、今回体温を測定した避難所玄関入口受付の気温は15°Cと許容範囲であった。しかし、実際には測定場所の外気温だけではなく、測定前にどのような環境に滞在していたかという状況も重要であることが示唆された。これは、寒冷地において外気に暴露した後に前額部で皮膚温測定を行うことは、発熱者を見逃す危険性も予測される。そのため、感染者が避難所内に案内され、感染が拡大する危険性もある。これらのことから、前額部での皮膚温測定は、寒冷地の冬季に実施するうえで適切とはいえず、室内である程度待機した後に測定するなど、外気による皮膚温への影響を最小限にする工夫について検討する必要があると考えられる。さらに、皮膚温だけではなく、感染に伴う症状は体温上昇以外にも出現することが想定されるため、咳、鼻汁および倦怠感などの身体所見の有無について観察もしくは自己申告してもらえないような体制構築の必要性も示唆された。

内閣府(10・11)が推奨する新型コロナウイルス感染症を踏まえた災害対応のポイントでは、症状の有無など健康状態によって避難スペースを振り分ける必要性については説明されているが、具体的な実施内容までは明記されていない。発熱者を一般避難スペースに入所させないことを条件に

するためには、自己申告だけではなく入所受付での体温測定が必要となる。しかし、避難者が多数いる場合には、簡便な非接触型体温計を用いた皮膚温測定であっても時間を要するため、寒冷地では測定部位によって適切に測定できず、避難スペースの振り分けが適切に実施できない問題が懸念された。寒冷地における冬季の災害発生時には、避難所まで避難する間に外気への曝露は避けられない。そのため、災害時の屋外環境によって体温測定する部位や建物の構造を踏まえた測定場所に関する事前の想定が避難所には必要であると考えられた。

#### VI. 本研究の課題と今後の課題

本研究では研究対象者数が少なく、青年期のみの結果であるため、小児や高齢者で同様の結果が得られるかは不明である。また、後ろ向き研究であるため、外気温への曝露時間や衣服などをすべて統一していないことから、皮膚温への誤差は否定できない。今後は、夏季における検証などの測定条件、実際に高体温者など研究対象者を広げ、研究を継続していく必要がある。

#### VII. 結論

寒冷地では、10分以上屋外にいることで前額部皮膚温は低下する。冬季に災害が発生した場合、避難所では体温を測定する部位や健康観察方法など、入所時の感染対策について、建物の構造などを考慮した方法を事前に検討しておくことが重要である。

#### VIII. 参考文献

- 1) 内閣府. 避難所運営ガイドライン. 2016. [https://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/1604hinanjo\\_guideline.pdf](https://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/1604hinanjo_guideline.pdf) (参照 2023 年 1 月 30 日).
- 2) 札幌市. 平成 30 年北海道胆振東部地震対応検証報告書. 2019. [https://www.city.sapporo.jp/kikikanri/hokkaido\\_iburi\\_earthquake/documents/ho\\_koku.pdf](https://www.city.sapporo.jp/kikikanri/hokkaido_iburi_earthquake/documents/ho_koku.pdf) (参照 2023 年 1 月 30 日).
- 3) 石川幸司, 林裕子, 久賀久美子, 矢神雅規, 魚住昌広, 細川和彦. 北海道札幌市における指定避難所としての備え—積雪寒冷地である本学の災害対策—. 日本災害医学会雑誌. 2022, 27(1), p.48-54.
- 4) 内閣府. 新型コロナウイルス感染症対策に配慮した避難所開設・運営訓練ガイドライン (第 3 版). 2021. <https://www.mhlw.go.jp/content/000794047.pdf> (参照 2023 年 1 月 30 日).
- 5) 日本医師会. 新型コロナウイルス感染症時代の避難所マニュアル. 2020. [https://www.japanpt.or.jp/info/asset/pdf/koronahinan\\_manual20221031.pdf](https://www.japanpt.or.jp/info/asset/pdf/koronahinan_manual20221031.pdf) (参照 2023 年 1 月 30 日).
- 6) 株式会社 ICST. 非接触型体温計 DT-103 取扱説明書. [https://icst.jp/medical/nozomi/pdf/torisetu\\_103.pdf](https://icst.jp/medical/nozomi/pdf/torisetu_103.pdf) (参照 2023 年 1 月 30 日).
- 7) 岡村圭子, 中村泰人. 同一熱環境実験に基づく皮膚温および体温の年内変動. 日本生気象学会雑誌. 1997, 34(2), p.89-95.
- 8) 寒冷地給水技術協会. 寒冷地における給水用具の凍結防止対策. <https://www.hika-rigokin.co.jp/common/pdf/handbook.pdf> (参照 2023 年 1 月 30 日).
- 9) 緑川知子, 登倉尋実. 暑熱放射熱存在下における帽子着用が温熱生理反応に与える効果. 日本家政学会誌. 1992, 43(5), p.421-427.
- 10) 内閣府. 新型コロナウイルス感染症を踏まえた災害対応のポイント (第 1 版). 2020. [https://www.bousai.go.jp/pdf/covid19\\_tsuuchi.pdf](https://www.bousai.go.jp/pdf/covid19_tsuuchi.pdf) (参照 2023 年 1 月 30 日).
- 11) 内閣府. 避難所における新型コロナウイルス感染症への対応に関する Q&A (第 3 版). 2020. <https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/>

医学と生物学 (Medicine and Biology)

items/210513\_bousai\_58.pdf (参  
照 2023 年 1 月 30 日).

## Influence of Cold Environment on Skin Temperature Measurements in an Evaluation Shelter in Japan

Koji Ishikawa<sup>1)</sup>, Hideyuki Umebayashi<sup>1)</sup>, Yuko Hayashi<sup>1)</sup>, Kumiko Kuga<sup>1)</sup>, Masahiro Uozumi<sup>2)</sup>, Miki Iijima<sup>1)</sup>, Masaki Yagami<sup>3)</sup>, Kazuhiko Hosokawa<sup>4)</sup>

1) Department of Nursing, Faculty of Health Science, Hokkaido University of Science, Sapporo

2) Department of Architecture, Faculty of Engineering, Hokkaido University of Science, Sapporo

3) Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University of Science, Sapporo

4) Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University of Science, Sapporo

### Summary

As Japan is known as a country vulnerable to many natural disasters, disaster preparedness is important. Local governments operate evacuation shelters in disasters; however, designated evacuation shelters in the community are not well prepared in advance. Furthermore, with the outbreak of the coronavirus infection, it has become necessary to take measures, such as measurement of temperature and health monitoring prior to admission, against infection at evacuation shelters. This study aimed to determine the effect of outside temperature on skin temperature at the time of admission to an evacuation shelter during disaster training in a cold environment. The study participants were 21 individuals who participated in disaster training. After the participants had waited outdoors for 10 minutes and before participating in disaster training, data were collected retrospectively, by measuring the forehead and axillary temperatures. The forehead temperature was 36.9 (36.7–37.4) °C at the time of training participation and 35.4 (33.4–36.1) °C at the time of shelter entry; the difference in temperature was significant ( $p < .001$ ). In contrast, the axillary temperature was 36.6 (36.5–36.8) °C at the time of training participation and 36.8 (36.5–37.0) °C at the time of shelter admission, and this difference in temperature was not significant. The results indicate that it is important to consider in advance the methods of infection control at the time of admission to the evacuation shelter when a disaster occurs in winter. The measures include the site where body temperature is measured along with the method of health observation, and taking into account the structure of the building.

**Keywords:** evacuation shelter, cold environment, health monitoring, skin temperature