

厳冬期の避難所における既設型シェルターシステムの有用性

Evaluation of pre-installed shelter system in emergency shelter in severe winter season

根本昌宏 (日本赤十字北海道看護大学)

Masahiro Nemoto

1. はじめに

寒冷地において冬期に停電が生じた際、オール電化住宅、FF ストーブをはじめとして電気を使用するほぼすべての暖房機器が使用不能となる。この状況は自宅だけでなく、自治体の指定する避難所においても同様であり、万が一の際にはポータブル式ストーブしか使用できないことが想定される。避難所として指定されることの多い教育機関の体育館は天井高があり容積の大きいためポータブル式ストーブで温められる範囲は限局的で暖を取る手段とは言い難い。暖房だけではなく、高い天井の下で就寝する際の不安感、風の流れによる冷えや照明不足による安全性の低下なども体育館型の避難所では問題となる。

我々は 2010 年の秋から段階的に寒期に移行し、冬期避難所の生活環境について実証研究を進めている。自治体のほとんどが想定しているブルーシート敷設による避難所は床の冷気を容易に通し、雑魚寝による睡眠は不可能である^{1), 2)}。既存体育施設（バレーボールコートや卓球台等）を構造体として保温エアキャップシートでカバーし、床面にアルミ断熱マットを敷き詰める検証を実施しシェルター内の温度は設営後 30 分で約 15℃まで上げることはできたもの、アルミマットを敷設しても床面からの冷気が睡眠の妨げになった³⁾。

本研究では新たに開発した既設型のシェルターシステムとジェットヒーターの組み合わせによる暖房効果について、設置手順・方法や安全性についてのハード的な側面と、温かさ・快適性に加えて血压や冷感などの避難者視点の側面を検証し、冬期避難所としての有用性を考察した。

2. 厳冬期災害演習 2016 における性能評価

(1) 実施概要

本演習は防災に関わる関係者のみとし、参加は自由意思で途中中断を可とした。演習は A 大学体育館（720 m²）を会場とし、1 月中旬の午後 1 時を開始時間とし、避難所展開、炊事ならびに宿泊を演習内容として終了時間は翌日の午後 2 時までとした。医療スタッフを常駐するとともに、参加者の健康、安全性の確保に十分留意した。参加者には事前に避難所生活に必要な物品を任意で準備させ、寝袋ならびに懐中電灯は必須とした。

シェルターは 2 種類展開した。一つ（シェルター A）は横 9 メートル×奥行 5 メートル×高さ 3 メートルのボックス状で、すべての幕地は橙色の舞台幕を縫製した構造体とし体育館のキャットウォークにロープを這わせて構造体を懸垂した（図 1）。二つ目のシェルター（シェルター B）は横 12 メートル×奥行 12 メートル×高さ 3 メートルのボックス状で、すべての幕地は建築用ビニールシートを加工した半透明状の構造体と



図1 シェルターAの懸垂部



図2 シェルターBの内部

し、このシェルターはキャットウォーク上に設置した4台のウィンチによって巻き上げて懸垂した(図2, 3)。なおこれらのシェルターの素材はすべて防炎性能を有している。シェルターの内部には段ボールベッド(Jパックス社製)を設置し、床面はそのままとした。

ジェットヒーターはSH-175EX(ナカトミ社製)を3台使用した。本ヒーターは約6時間の持続運転が可能であり、1台当たりの熱出力は18.1kWと小火力である。停電想定のため、電源はディープサイクルバッテリー(115Ah)をインバーターにて変換して使用した。これらの装備について、気温(屋外、体育館内、シェルター内、段ボールベッド上)、湿度、一酸化炭素、二酸化炭素濃度を測定するとともに、参加者の血圧、脈拍数を測定し、居住性についてのアンケートを実施した。

本研究は日本赤十字北海道看護大学研究倫理委員会の承認後に実施した(承認番号27-230)。

(2) 検証結果

演習の参加者は109名であり、そのうち36名が血圧等の検証に参画した。参加者の年齢は18歳から78歳であった。期間中の外気温の最高は演習開始直後のマイナス6.8℃、最低はマイナス17.5℃であった(図4)。曇天の天候であったため放射冷却は起こりにくく翌朝にかけて徐々に上昇したが、昼前までマイナス10℃以下で推移した。同時に測定した体育館内の気温は、演習開始時点が最も



図3 シェルター2種類の外観

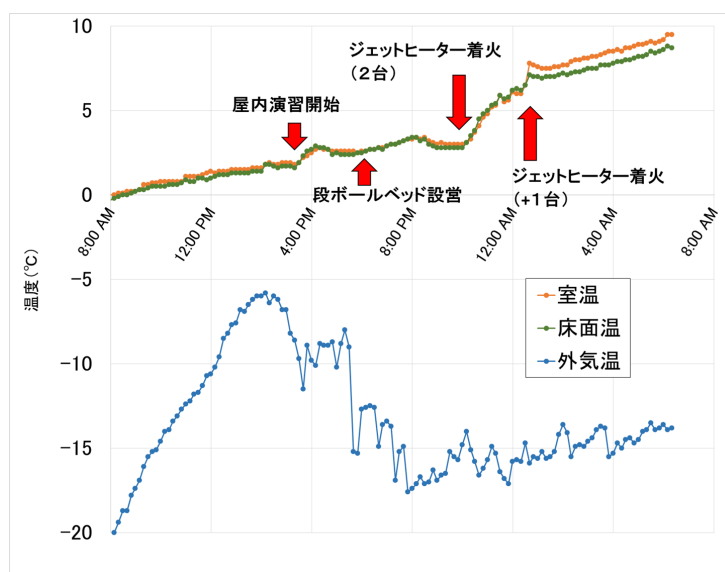


図4 屋外、体育館内気温ならびに体育館床面温

低く 2.1℃であり，無暖房の体育館内は全員で炊き出し等を実施しても 3℃までしか上がらなかった．ジェットヒーターを稼働することで体育館全体の気温も緩やかに上昇したが，一晩明けた朝 7 時においても 9.5℃までしか上がらなかった．床面の温度は気温とほぼ同じ温度で推移した（図 4）．

シェルター内をジェットヒーターで加温し，段ボールベッドを設置した場合の温度変化を図 6 に示す．シェルター内の気温は就寝時に 15℃となり，明け方までほぼ同じ温度を保った．段ボールベッド上はさらに 1℃以上高い温度で推移し，シェルターを使用しない床面と比べて約 10℃高い寝床を確保することができた（図 5，6）．



図 5 段ボールベッドの設置

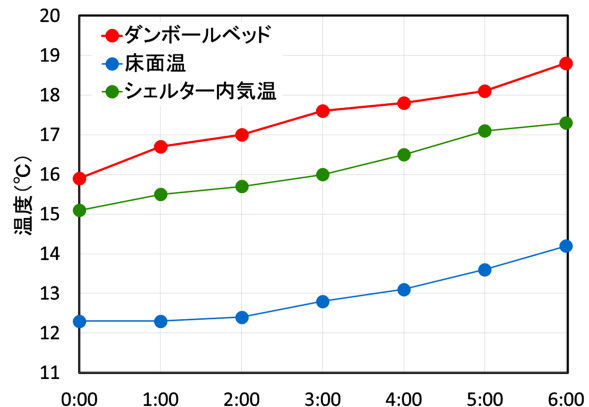


図 6 シェルター内，段ボールベッドの温度

図 7 に参加者の冷感の変化，図 8 に収縮期血圧の変化を示す．演習開始前の室内で冷感を感じている参加者はほとんどいなかったが，暖房なしの体育館での演習を通して就寝前には冷感を強く感じる参加者が増加した．それと同じように，参加者の収縮期血圧は，就寝前に平均で 10mmHg ほどの上昇が見られ，寒さが循環器系に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった．暖房を稼働し，段ボールベッド上で就寝することによって冷感ならびに血圧とも演習開始前のレベルまで戻った．これらのデータを裏付けるように，参加者の 9 割はある程度以上睡眠ができたとし，そのうち 2 割は熟睡できたと返答した．

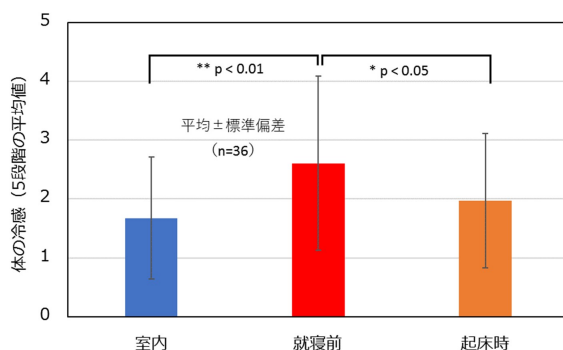


図 7 参加者の冷感の変化

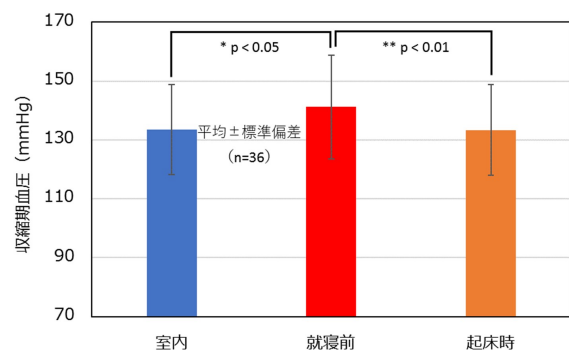


図 8 収縮期血圧の変化

3. 考察と今後の課題

〈シェルターについて〉

我々がこれまで進めてきた検証では体育館内にテント状の構造物を安全にかつ短時

間に展開することが困難であった^{2),3)}。本検証で実証したシェルターシステムは A, B とも 30 分程度で展開が可能であり, 防災性能を有する幕地のため安全性も担保できる。全体で 200 m²ほどの面積となるため, 約 120 名の就寝場所を確保し, 両シェルターとも光を透過する幕地のため, 体育館全体への投光で就寝場所の明るさを提供し治安の維持も確保できる。さらに段ボールベッドの 35cm の高さで段ボール自身の保温性能によって, 就寝時には床面に雑魚寝するよりも 10℃以上の体感温度を上げることに寄与し, 避難者の安眠の確保につながったと考える。シェルターで大きな空間を区分することで, 男女別の安全な空間とすることや, インフルエンザ等の罹患者の区分けにも使用できる。しかしながら, わずか 54kW のジェットヒーターによって著しい二酸化炭素濃度の上昇が確認された。ぜんそくなど呼吸器系の疾患がある方に安全に提供できるとは言えず, 安全に加温する新たな手法の開発が急務である。シェルターは既設型ではあるが技術者の指導を要するため, システムの簡易化も進めなければならない。

〈参加者の血圧等の変化について〉

本演習の就寝前までの体育館内の室温は 5℃前後で, すべての参加者は厚着をし, 防寒着を着用していた。さらに 20 時前後には夕食の炊き出しによって温かいうどんなど約 400kcal ほどのエネルギーを摂取している。にもかかわらずほとんどの参加者が寒さを訴えており, かつ収縮期血圧は平均 141mmHg に上昇した。拡張期血圧も上昇しており, 平時であれば高血圧と診断されるレベルである。このことは冬の寒さを伴う避難所では, 寒冷ストレスによって循環器系疾患の発症・増悪に十分留意しなければならないことを意味する。シェルターや段ボールベッドの使用で冷感を軽減することが安眠にいい影響を及ぼし, 血圧を落ち着かせることにつながると考えると, 冬の避難所運営マニュアル上で採暖室の設定だけでは不十分であり, 就寝空間を安全に加温することが避難者の命を護ることにもつながる。

〈今後に向けて〉

マイナス 15℃以下という厳寒の環境下で完全停電の設定においても約 120 名の就寝を可能とする空間を創り上げた。二酸化炭素等の課題もあるが, シェルターと段ボールベッドの併用は日本の冬の避難所において提案できる資機材と考えられる。熊本地震では余震の恐れから避難所に入ることをためらう避難者が多くあり, これが車中泊につながった。シェルターを体育館内に設置することは, 天井からの落下物を防護する役割も期待でき, 避難者の心理的な軽減につながる。震災関連死を減らすための減災を推進するべく, 今後も厳寒地のフィールドを用いた検証を継続する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15K12493 の助成を受けたものです。

【引用文献】

- 1) 根本昌宏, 尾山とし子, 高橋修平(2013): 寒冷地の冬期被災を想定した実証的災害対策への取り組み, 北海道の雪氷, 32, 74-77.
- 2) 根本昌宏, 尾山とし子(2014): 冬期被災を想定した体育館型避難所演習の実践内容に関する考察, 寒地技術論文・報告集, 30, 122-127.
- 3) 根本昌宏, 尾山とし子(2015): 暴風雪の停電下に暖房避難所を展開するための実践的検証, 寒地技術論文・報告集, 31, 17-22.