

## 冬期の避難所における段ボールベッドの防寒・保温効果の評価

### Evaluation of thermal effects by cardboard-bed at winter evacuation shelter

水谷嘉浩 (京都工芸繊維大学, J パックス株式会社), 根本昌宏 (日本赤十字北海道看護大学)

Yoshihiro Mizutani and Masahiro Nemoto

#### 1. はじめに

2010年9月より, 日本赤十字北海道看護大学において寒冷地における避難所運営の研究が始まった<sup>1)</sup>. 北海道を始めとする寒冷地域や高地では, 冬期の停電だけで低体温症の発症や凍死者が出る危険性があるが, 寒冷環境に置ける防災対策は未だ手薄であると言える. 北海道北見市に所在する, 日本赤十字北海道看護大学の体育館で実際に冬期の避難所演習を行い, 冬期被災の問題を明らかにすることで, 寒冷地の防災対策に活かす試みが継続されている. プログラムには宿泊訓練も組み込まれており, 当初はブルーシートやアルミマットといった標準的な防災備蓄品が使用されたが, ジェットヒーターなどの暖房で気温を上昇させても, 床からの冷えが厳しく, 眠ることは不可能であった(図1)<sup>2,3)</sup>. その後も毎年演習は続けられたが, 2016年1月の第7回目の演習で, 初めて床に段ボールベッドを設置したところ, 著しく温熱環境が改善して, 90%の参加者が眠れた上に20%の参加者が熟睡できたという(図2). 更に翌2017年1月の演習では, 外気温がマイナス22°Cまで下がる環境下で, 初めて暖房を使用せずに宿泊したが, 同じように多くの参加者が眠る事ができた.



図1 ブルーシート上での雑魚寝演習



図2 段ボールベッドを使用した就寝演習

東日本大震災発生から2週間後に考案された段ボールベッドは, 低体温症を始めエコノミークラス症候群や廃用症候群など二次健康被害の予防や, 避難生活の質の向上を目的として, これまで様々な災害の避難所に提供されてきた. また平成28年4月の熊本地震では, 約5,300床が提供され, 5年間に提供した累計が10,000床を超えた. 平成28年4月に, 内閣府防災担当が公表した『避難所運営ガイドライン』に, 段ボールベッドを推奨することが記載されたことや, 行政と企業が協力する『災害時の段ボールベッドに関する防災協定』の締結が, 全国の半数に迫る21都道府県を数えたことで, 少しずつ普及が進んできた. その結果, 避難所の環境が改善され, 寒さ対策としての期待も広がってきている. 段ボールベッドを使用した多くの避難者からは, 「温かい」や「よく眠れるようになった」などの感想が聞こえてはいるが, 段ボールベッドの温熱効果を検証・評価した研究はない. そこで本研究は, 冬期避難所における段ボールベッドの防寒・保温効果を明らかにし, 避難所での有用性を評価する事を目的として行った.

## 2. 実験方法

北海道北見市に所在する日本赤十字北海道看護大学の体育館にて、2017年3月1日～3日にかけて実験を行った。天気は晴れ。実験期間中の最低気温は $-3.3^{\circ}\text{C}$ 、最高気温は $5.8^{\circ}\text{C}$ であった。段ボールベッドの温熱効果の評価は、ヒトの体温に見立て $40^{\circ}\text{C}$ の温水を入れた20Lポリタンク2個を使用し、一方は体育館の床に直接雑魚寝をする状態を想定してブルーシートを敷いた床の上で、もう一方は段ボールベッドの上に置いて約20時間の温水の温度変化を継続的に計測した(図3, 4)。また、今回はポリタンクを避難所で使用することが想定されている寝袋に包み、ヒトが実際の避難所に寝ている状態に近づけた。この寝袋は、札幌市の災害救助用備蓄品と同じものを使用した。ブルーシート群と段ボールベッド群を、1日目に2例、2日目に2例のそれぞれ合計4例ずつ計測した。計測器は、1台で4ヶ所の温度測定ができる温度計である、株式会社佐藤商事が取り扱うデータロガー温度計TM-947SDを使用した。この計測器の4本あるK熱電対センサーを、ブルーシート群は、①床面、②床面とブルーシート間、③ブルーシートと寝袋間、④寝袋とポリタンク間、の4ヶ所、段ボールベッド群は、①床面と段ボールベッド間、②段ボールベッド内部、③段ボールベッドと寝袋間、④寝袋とポリタンク間にそれぞれ設置して約20時間温度を計測した。また、床からの冷えが厳しく寒さで眠れないのは風による影響も考えられる。体育館のような建物の内部では、上下で自然な風の対流を生じていることや、入り口など外からの風を遮断することができずに風が流れている可能性がある。そこで、床面と高さ35cmの段ボールベッド上の風を、微小風速計 Hot Wire Anemometer で計測した。



図3 ブルーシート上に設置した寝袋とタンク 図4 段ボールベッド上に設置した寝袋とタンク

## 3. 結果

ブルーシートならびに段ボールベッドに設置した4つの測定点のうち、資材下(②)、寝袋直下(③)ならびにタンク下(④)の3点をまとめたものを図5ならびに図6に、同時時点の段ボールベッドの温度をブルーシートの温度で減じた温度差を図7に示した。これらの測定点のうち寝袋直下の温度が、避難者が実際に感じる背中の中の冷感や温感に相当する。その寝袋直下の温度は段ボールベッド群で、約90分後に最高温度 $24^{\circ}\text{C}$ まで上昇し、その後緩やかに低下した。ブルーシート群は3時間しても $17^{\circ}\text{C}$ までしか上がらなかった。実験開始から30分後にブルーシートと段ボールベッドの温度差が最大の $9.2^{\circ}\text{C}$ となり、その後緩やかに低下したものの、実験終了まで $4^{\circ}\text{C}$ ほど段ボールベッドが高く推移した。ヒト自身の温度と想定されるタンク下の温度についても、段ボールベッド群の方が、実験開始後2時間から実験終了時まで、約 $2^{\circ}\text{C}$ ほど高い値を示した。逆に床との接点となる資材下の温度は、ブルーシートの方がすべての時間点で高い値であり、寝袋直下の温度とほぼ同じ値で推移した。それに対し段ボールベッドは温熱を床にほとんど伝えておらず、資材下の温度は低く推移した。

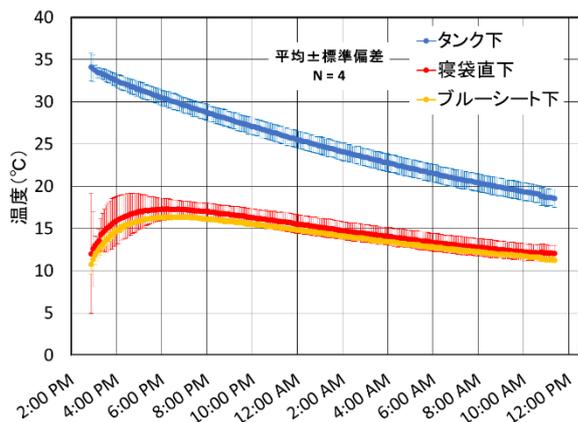


図5 ブルーシートの温度推移

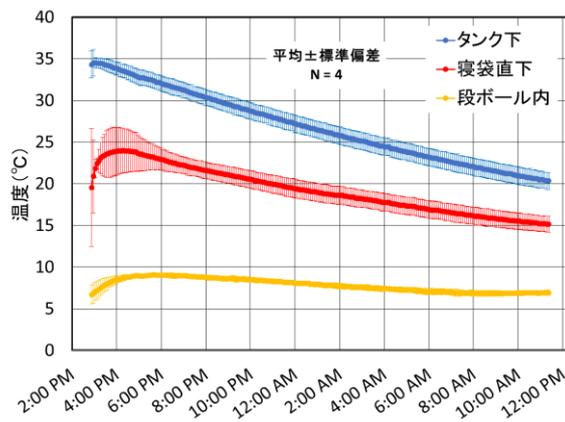


図6 段ボールベッドの温度推移

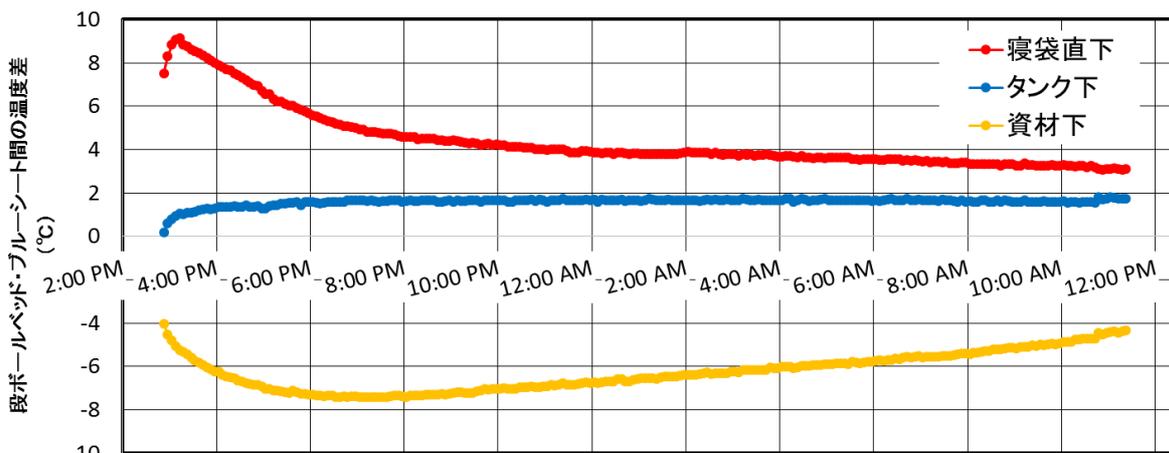


図7 段ボールベッドとブルーシートの温度差 (段ボールベッドーブルーシート)

空気の流れをそれぞれ4回計測した数値を平均して図8に示した。床面は0.15m/s、段ボールベッド上は0.03m/sであった。その差異は、継続的に約0.12m/sほどあり、床面はダンボールベッド上に比べて、約4.5倍速い風速を観測した。

#### 4. 考察

体育館にブルーシートで雑魚寝した場合と段ボールベッドの場合の温度差は、実際に避難生活が始まれば、非常に大きな差で避難者の健康に影響を与える可能性がある事がわかった。就寝した際に、直接冷気を感じる部位は背中であり、

本実験では「寝袋直下」に該当する。この部位の温度差は最大で9.2°Cも段ボールベッドが高くなり、差は冬季や寒冷地での避難生活において、低体温症や凍死の予防の一助になるかもしれない。段ボールベッドの寝袋直下の温度が高く推移した要因は、以下のように考えられる。資材下のデータからわかるように、ブルーシートは断熱作用を持たないことから、温熱を床に直接伝えてしまうことと同時に床の冷気を寝袋へ伝えてしまう。反対に段ボールベッドは、資材下の温度が低いことから温熱の放散が少なく、かつ床からの冷気の伝導を遮断していることで、寝袋直下の温度が高く推移したと考えられる。段ボールベッドは床面から数えると、大小5層

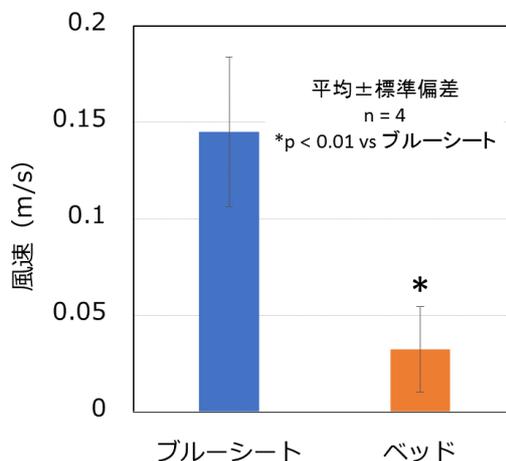


図8 ブルーシート上とベッド上の風速

の空気層を有する。これに加え紙の熱を保持する作用が相加的に作用して、防寒保温効果を示したと推察される。実際に、実験開始 20 時間後のブルーシート上ならびに段ボールベッド上の熱画像を撮影すると、段ボールベッド上では、明らかに広範囲に温かさを保持していることが確認されている (図 9, 10)。

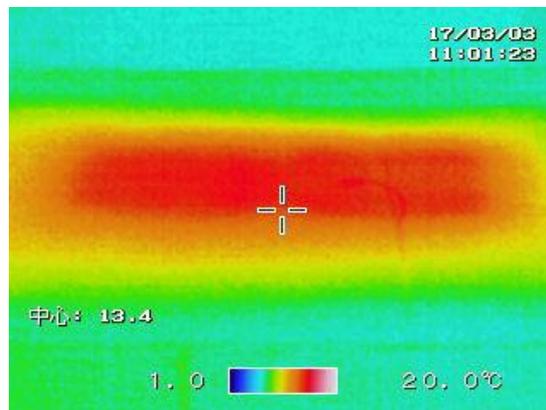
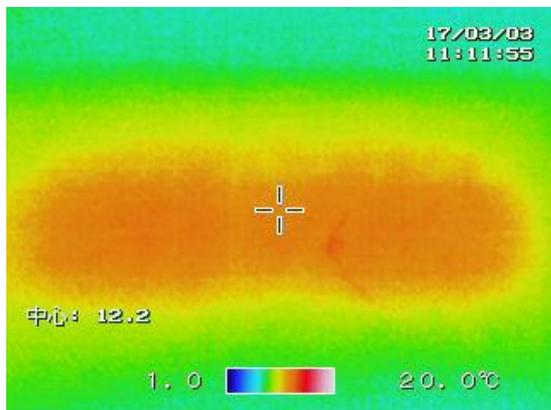


図 9 実験終了直後のブルーシート上の熱画像 図 10 実験終了直後の段ボールベッド上の熱画像

また床面は、35cm の高さがある段ボールベッドに比べて、空気の流れが 4.5 倍も早く、実際の睡眠時であっても、首筋や顔面など表出している部位では寒さを感じる可能性がある。さらに、風が少なくなることで、冷気だけではなく埃を吸引する可能性も低下する。冬期の避難では、寒さの他にインフルエンザやぜんそくなどへの対策が不可欠であり、段ボールベッドはこれらの予防にもつながる可能性がある。

以上の結果、冬季や寒冷地でも、寝袋や防寒具と段ボールベッドの組み合わせができれば、万が一暖房が無くてもある程度の睡眠環境を作れる事や、条件によっては十分に低体温症や凍死の予防ができる可能性がある。平成 23 年 9 月の紀伊半島豪雨災害において、和歌山県那智勝浦町の中学校の体育館避難所に段ボールベッドを持ち込んだ。避難をしていた高齢の女性に話を聞いたが、本州最南端の紀伊半島潮岬近くの那智勝浦町ですら、9 月中頃を過ぎると体育館の床に雑魚寝するのは大変寒いということであった。すなわち、沖縄を除く日本全体で、初秋から初夏に及ぶ年間の大部分で、寒さを感じる可能性が十分にあることになる。とりわけ、寒冷地や高地で積雪もあるような地方ではなおさらである。

段ボールベッドは、起き上がりのしやすさによるエコノミークラス症候群の予防、床の歩く音の軽減による安眠、平面耐荷重 7 トンの強度、段ボール 12 個分の貴重品や着替え等の私物の保管など、他の簡易ベッドでは実現不可能な性能を有している。いざという時に、段ボールベッドを使用できる環境を準備しておくことが、厳しい避難所での生活を改善させ、ひいては災害関連死・関連疾患の予防につながることを期待される。

#### 【引用文献】

- 1) 根本昌宏, 尾山とし子, 高橋修平: 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, 2014.
- 2) 根本昌宏, 尾山とし子, 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, 2014.
- 3) 根本昌宏, 尾山とし子, 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, 2015.