身近な物を活用した温度低下の抑制方法

ー避難所での睡眠時における体温維持に向けてー

小林怜奈、大坂谷詩織

要旨

身近にある物を活用して空気の量や材質の種類による断熱効果・保温効果の違いを比較し、どの材質と空気の量の組み合わせが最も温度低下を抑制できるかを調べた。断熱効果を調べるために 40 ℃の湯で満たした 20 Lポリタンクを、断熱材(段ボール、ブルーシート、気泡緩衝材(大、小)、新聞紙)の上に乗せて静置し、ワイヤレス温度計を用いて 15 時間継続的に温度変化を観察した。また、保温効果を調べるためにポリタンクの周りに保温材(新聞紙、気泡緩衝材(大、小)、ポリ袋)を巻いて、同様に温度変化を観察した。本研究によって、断熱材は空気の量や材質には依存しないことと、保温材は空気の量には依存せず、材質に依存することがわかった。新聞紙がもっとも保温効果が高かったことから、避難所で布団がない場合に寝具として利用するのは新聞紙が最も適していることがわかった。

キーワード：断熱、保温、空気、材質

Ⅰ. はじめに

都築・鍋島ら (2018)によると，避難所の温熱環境の実態については、冬季の場合、夜間の体育館内室温は 5 ℃前後まで低下し、低温な環境であることが確認されている。また，ストーブはほとんどの避難所に無く、災害救助用毛布は避難所一ヶ所当たりおよそ 12～13 枚であることが報告されており、これらのことから避難所は体温維持が困難な環境であることが推測される。人は夜間に良質な睡眠をとるか否かで日中の生活の質が大きく変わってくるため，被災者の精神衛生や復興の観点から、良質な睡眠を取ることできる環境が提供されることが望ましいと考えられる。

水谷(2017)によると、寒冷地や高地の災害時における避難所では、暖房を使って室温を上昇させても、床からの冷えによって寝ることが困難であるということが報告されている。これは具体的には，段ボールベッドの保温効果が高いということを、40 ℃の温水を入れて寝袋に包んだ 20 L ポリタンク 2 個を使用し、一方は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 時間温度を計測したという実験から明らかになった。段ボールベッドは大小 5 層の空気層を有していることと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上げたと考えられている。

また、楠(2011)によると、空気は熱伝導率が低いため、避難所においては体の周りに動かない空気層を作ることや敷布団を厚くすることが保温性を高めることになると報告されている。

しかし、これらの研究では、空気の量や材質の種類による断熱効果の違いを比較したり、上に何かを被せたりして保温性を高めるというところまでは明らかにされていなかった。

そこで、本実験では空気の量や材質による断熱効果や保温効果の違いを比較し、身近にあるものを活用して温度低下を抑制する方法を調べる。そして、本実験で得られた結果をもとに、避難所で毛布などの寝具が不足している場合に体温維持のための道具として有用な物を明らかにすることを目的とした。

Ⅱ. 手法

本実験において、「断熱材」とはポリタンク内の湯から床に伝わる熱を遮り湯の温度変化を抑制するもの、「保温材」とはポリタンク内の湯の温度を保ち、温度低下を抑制するものと定義する。

実験 1 ポリタンクの下の断熱材についての実験

1-1 断熱材の空気の量による保温効果の違いを調べる実験

40 ℃の湯を溢れるほど入れた 20 L ポリタンクを 3 つ用意し、蒸発熱の発生による温度の低下を防ぐためにラップを被せる。1 つは対照実験として床に直接置き(a)、ほかの 2 つは下にそれぞれ気泡緩衝材(小・大)(以後、気泡緩衝材(小)を、一粒が直径 1.00 cm,厚さ 0.400 cm の円状のもの、気泡緩衝材(大)を、縦 16.2 cm,横 10.8 cm の長方形を厚さ 5.50 cm になるまで空気を入れて膨らませたものとする)を静置する(図 1・図 2)。気泡緩衝材小の上に静置したものを(b)、気泡緩衝材大の上に静置したものを(c)とする。温度計を使ってポリタンク内の湯の温度を約 15 時間継続的に測定する(図 2)。空気の量によってどのくらい温度変化に影響が出るかを調べる。

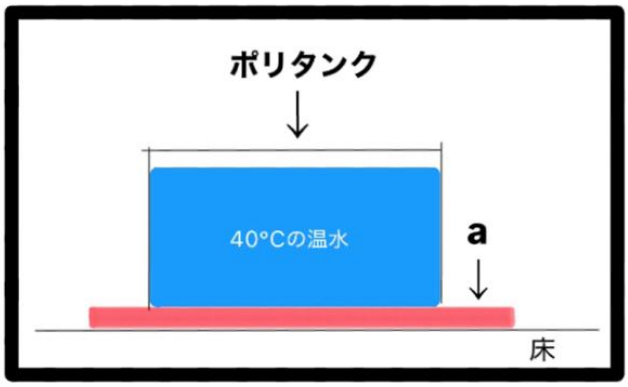


図 1　実験 1



図 2 実験 1-1

左から(a),(b),(c)

1-2 下に敷く断熱材の種類による保温効果の違いを調べる実験

実験 1-1 と同様に、40 ℃の湯を溢れるほど入れた 20 L ポリタンクを 5 つ用意し、蒸発熱の発生による温度の低下を防ぐためにラップを被せる。1 つは対照実験として床に直接置き(d)、ほかの 4 つは下にそれぞれ段ボール(e)、ブルーシート(f)、新聞紙(g)、気泡緩衝材(大)(h)、を敷いて静置する(図 1・図 2)。温度計を使ってポリタンク内の湯の温度を約 15 時間継続的に測定する(図 3)。



図 3 実験 1-2

左から順に(d),(e),(f),(g),(h)

実験 2 ポリタンクに被せる保温材についての実験

2-1　保温材の空気の量による保温効果の違いを調べる実験

1-1 と同様に、40 ℃の湯を溢れるほど入れた 20 L ポリタンクを 3 つ用意し、蒸発熱の発生による温度の低下を防ぐためにラップを被せる。また、ポリタンクの下に気泡緩衝材(大)を敷く。1 つは対照実験として何も被せず(i)、他の 2 つはそれぞれ上に保温剤(図 4－b)として気泡緩衝材(小・大)をポリタンクとの間に空気ができるだけ入らないように被せて、温度計を使ってポリタンク内の湯の温度を約 15 時間継続的に測定する(図 5)。気泡緩衝材小を巻いたものを(j)、気泡緩衝材大を巻いたものを(k)とする。

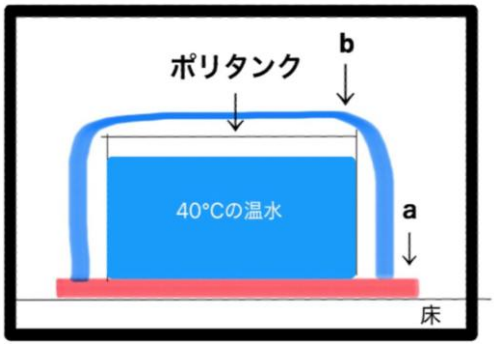


図 4 実験 2



図 5 実験 2-1
左から順に(i),(j),(k)

2-2　上に被せる保温材の種類による保温効果の違いを調べる実験

2-1 と同様に 40 ℃の湯を溢れるほど入れた 20 L ポリタンクを 4 つ用意し、蒸発熱の発生による温度の低下を防ぐためにラップを被せる。また、ポリタンクの下に気泡緩衝材(小)を敷く。1 つは対照実験として何も被せず(l)、他の 3 つはそれぞれ上に保温材(図 4 の b)として新聞紙(m)、ポリ袋(n)、気泡緩衝材(小)(o)を被せて、温度計を使ってポリタンク内の湯の温度を約 15 時間継続的に測定する(図 6)。



図 6 実験 2-2
左から順に(l),(m),(n),(o)

III. 結果

実験 1-1 では、結果は図 7 のようになった。最終的な温度は全て室温と等しい 24 ℃になった。断熱材のないもの、気泡緩衝材(小)、気泡緩衝材(大)に大きな差はなかった。

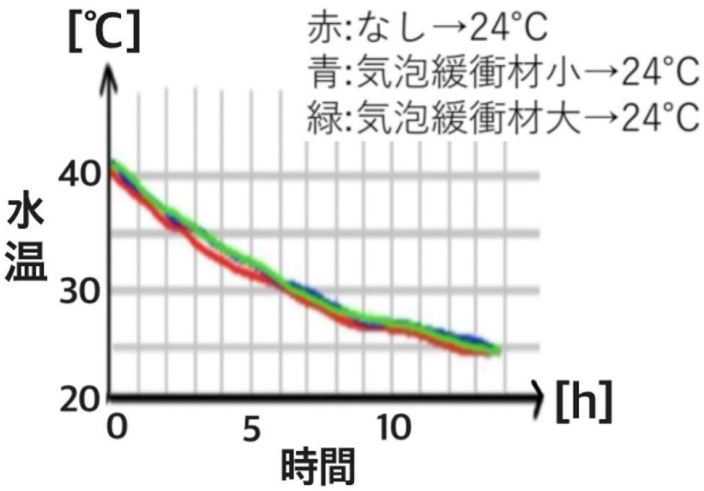


図 7 断熱材の空気の量による温度変化

実験 1-2 では、結果は図 8 のようになった。すべて 18 ℃まで下がり、温度変化の仕方に大きな差はなかった。

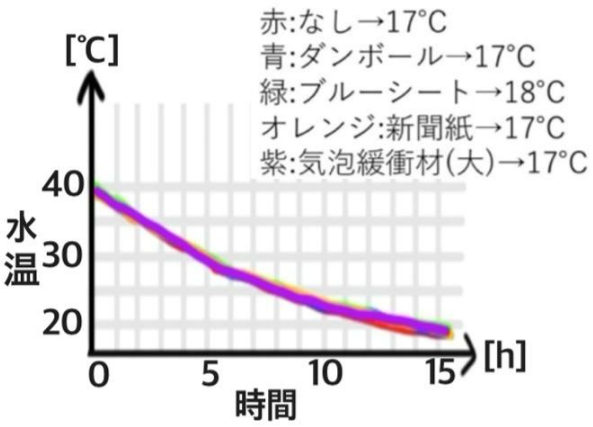


図 8 断熱材の材質による温度変化

実験 2-1 では、結果は図 9 のようになった。保温材なし、気泡緩衝材(小・大)で大きな差は見られなかった。初めの温度は 40 ℃とし、ほぼ変わらないものとする。

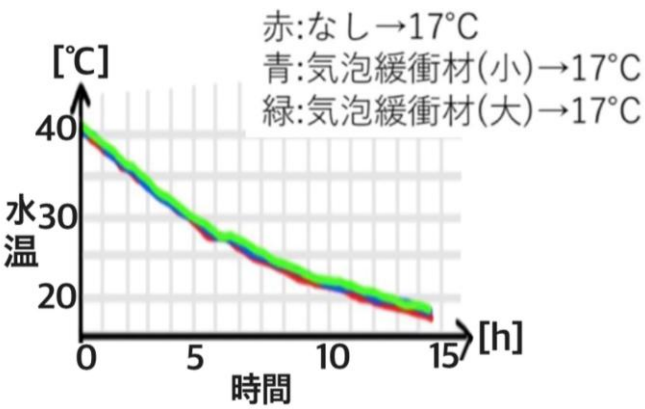


図 9 保温剤の空気の量による温度変化

実験 2-2 では、図 10 のようになった。保温材なしが最も温度が低下し、次いで気泡緩衝材(小)、ポリ袋、新聞紙の順で温度が低下していた。気泡緩衝材(小)とポリ袋にほとんど差はなく、新聞紙が最も保温効果を示していた。新聞紙を被せたものが 15 時間後のポリタンク内の水は 31 ℃と、最も高かった。

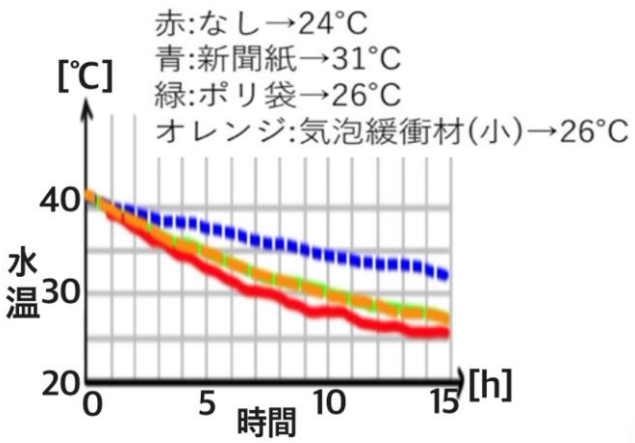


図 10 保温剤の材質による温度変化

IV. 考察

図 7 より、断熱材としては気泡緩衝材(小)も(大)も 24 度まで下がったため、空気の量に依存しないと考えられる。また、図 8 より、どれも温度変化に大きな差は見られなかったことから、断熱材は材質にも依存しないと考えられる。

保温材については、図 9 より、気泡緩衝材(小・大)で温度変化に大きな差が見られなかったことから、保温効果は空気の量には依存しないと考えられる。図 10 より、材質の違いによって 15 時間後の温度に差が出たことから、保温効果は材質に依存すると考えられる。新聞紙、ポリ袋、気泡緩衝材の中で新聞紙が最も高い温度を保ったため、この中だと保温材には新聞紙が最も適しているといえる。

V. 結論

考察より、身近にあるものを使用して温度低下を抑制する際には、新聞紙を周りに巻くことが優れた方法である。災害時に布団が不足している場合に代わりに寝具として使用するには新聞紙が最も適している。

謝辞

本研究は、市川学園による私学助成を得て行われた。越後谷先生、飯高先生に有益なご助言をいただきました。深く感謝いたします。

文献

都築和代・鍋島佑基・前田和毅・望月要佑(2018):冬季の避難所を想定した睡眠環境が人の生理反応に及ぼす影響に関する実験.日本建築学会環境系論文集,83,465－472.

水谷嘉浩・根本昌宏(2017):冬季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. 北海道の
雪氷, 36,101－104.

楠幹江(2011):震災を経験して、改めて、寝具の問題を考える.大震災を受けて－衣服のちから,55,27—30.