

# 防護服（具）：クールベストの有効性の検討

上野 哲\*1

## 1 目的

消防士は、過酷な環境の中で救急・消防等身体的に負荷が大きい作業を要求される。作業中は外界からの熱を防ぐため、数層の生地からなる重い防火服や呼吸装置を着用する。防火服はフル装備で20kgを越え、動きが妨げられ身体負荷が高まる。激しい身体活動により作られた代謝熱は、熱伝達性・透湿性・通気性が悪い防火服により熱や汗の発散が押さえられ、衣服の内側に蓄積される。そのため消防士は、作業中に深部体温が上昇し、心拍数が最大レベルに達する状態が長時間続く。米国では消防士の死因の46%が心臓発作であるという報告もある。身体で作られた熱を積極的に取り除くため、数種類の身体冷却装置が考案されている。その中で冷媒が相転移を起こして溶ける時に奪う潜熱を利用して体を冷やすクールベストは、携帯性が優れ、動きを要求される消防士にとっては適した装置であると考えられる。このクールベストの冷却能力は、冷媒の特性や形状等によって決まると思われ、その最適化が望まれる。本研究の目的は、クールベストに入れる新しく開発された安価な冷媒Bと既に市場で流通している高価な冷媒Aの性能を評価することである。

## 2 方法

クールベストの冷却効果を数値で評価するために、次の手順で実験を行った。ゆとり型防火服と作業服(Tシャツ+半ズボン)をマネキンに付け、マネキン表面温度を34度に固定し、5時間以上おいて、熱平衡状態に達したことを供給熱量の変化から確認した。その後、防火服を脱がせて5℃に冷蔵庫で冷却しておいたクールベストを付けた後、直ちに脱がせた防火服を着せて、マネキンからの供給熱量が一定になるまで実験を続けた。腹部のマネキン表面温度、Tシャツ上の温度、冷媒両面の表面温度、クールベスト上の温度も同時に計測した。また、腹部内の表面温度数点、冷媒両面の温度を計測した。冷媒Aと冷媒Bの2種類をそれぞれクールベストに入れて、測定した(表1)。

## 3 結果

5℃に冷やしたクールベストを表面温度34℃で定常に達した体幹部に着けると、表面温度の低下とマネキンからの単位時間あたりの供給熱量の顕著な増加が見られた。

1時間ごとのマネキンからの熱供給量を図1に示す。冷媒Bが冷媒Aに比べ、最初の3時間の熱吸収量が大きく、4時間以降は冷媒Aの熱吸収量が大きかった。最初の1時間にマネキンが冷媒に吸収される熱量は、冷媒A、冷媒Bでそれぞれ全体の27%、46%であった。

表1 冷却剤の構成

	冷媒 A	冷媒 B
冷却剤	パラフィン系	パラフィン系水分散型
大きさ	76×122×6mm	68×123×18mm
成分	100%パラフィン	50%パラフィン-50%水
1パック量	80g/パック	90g/パック
16パック量	1.28kg/セット	1.44kg/セット
5→31℃に必要な熱量		
1パック	4243cal/パック	3558cal/パック
16パック	67.9Kcal/セット	56.9Kcal/セット

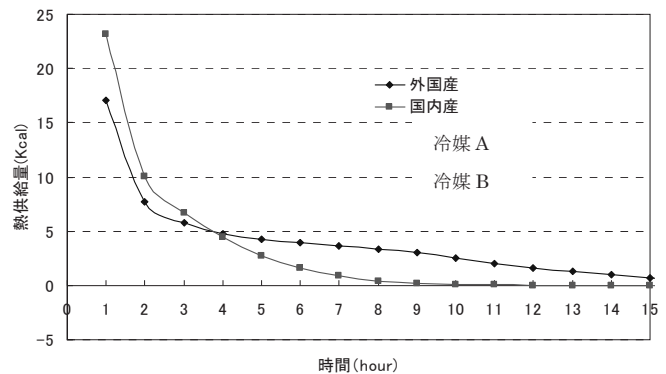


図1 1時間ごとの各クールベストへのマネキンからの熱供給量

## 4 結論

消防士は、作業時間が短いため着用後短時間の冷却効果が問われる。冷媒Bは冷媒Aよりも着用後1時間の冷却効果は、1個の冷媒当たり491cal(43%)改善した。3時間までは冷媒Bが冷媒Aよりも冷却効果が大きかった。これは、冷媒Bが冷媒Aよりも柔らかく、マネキン表面との密着性が良かったから、吸熱効果が高かったのだと考えられる。消防士では、冷媒Bが冷媒Aよりも適していると考えられる。

\*本報告は平成19年8月に開催された第12回国際環境人間工学会にて発表された。: Satoru Ueno, Shin-ichi Sawada (2007) Estimation of Cooling Effect of Ice Packs by Thermal Manikin.

\*1 (独)労働安全衛生総合研究所 国際情報・研究振興センター。

連絡先: 〒214-8585 神奈川県川崎市多摩区長尾6-21-1

(独)労働安全衛生総合研究所 国際情報・研究振興センター

上野 哲 E-mail: uenos@h.jniosh.go.jp