

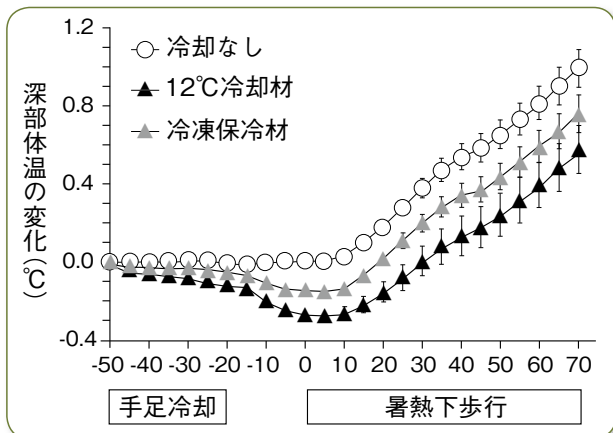
# 異分野技術を活用した新しい熱中症予防対策

独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 人間工学研究グループ ● 時澤 健

労働者の熱中症による死傷者数は2010年の656人以降400人から500人を推移している。暑さ指数の情報提供や様々な注意喚起は重要であり、引き続き実施する必要はあるものの、新しい対策が求められている。当研究所では、これまでにない「身体冷却技術」と「ウェアラブル体温計」の研究から予防対策に取り組んでいる。

身体を冷やすというと、氷嚢や冷凍した保冷材を用いるイメージが強いが、過度の冷刺激は皮膚血管を収縮させてしまい、血液を効率よく冷やすことができない（熱中症発症時は除く）。また何より冷たすぎて不快に感じる。したがって“適度な冷却材”が必要であったが、高い液晶技術をもつ、シャープ(株)材料・エネルギー技術研究所と共同研究を行い、適温冷却材の効果検証を実施した。冷却部位として手と足が有効であることは検証済みであったため、融解温度が12℃となる冷却材を手足に巻いて冷やした後、人工環境室(室温37℃・相対湿度50%)において1時間歩行したときの深部体温(直腸温)を測定した。図1の通り、冷却しない場合や冷凍保冷材と比べて深部体温の上昇を抑える効果は大きかった。この適温冷却材は冷蔵庫やクーラーボックスで凝固するため現場向きであり、休憩中に繰り返し使用できるというメリットもある。

図1. 深部体温(直腸温)の変化 データは平均値±標準誤差で示す



最近、様々なウェアラブル機器が開発され、労働現場にも導入されるようになった。熱中症の発症予知の観点から、生体情報を簡便にリアルタイムモニターできることは有用であるものの、熱中症と関わりの大きい「深部体温」を正確に測定できるウェアラブル機器は現在のところない。実験的に正確な測定方法としては、食道や直腸で侵襲的に測られる。舌下(口腔)や腋下(わき)は非侵襲的であるものの値は低く見積もられ、鼓膜は外耳道の個人差が大きいためばらつきが出る。現場では作業に支障がない範囲で測定されることが前提であり、真にウェアラブルであることが求められる。当研究所は、(株)村田製作所と共同で、パッチ型センサによる深部体温計測の研究を行い、皮膚表面における深部からの熱流束データを利用して推定アルゴリズムを作成した。人工環境室において食道温と直腸温、そしてパッチ型センサの測定を同時に行い、その精度を検証した結果、誤差±0.2℃の範囲におさまった。このセンサは鎖骨下数センチの部分に貼り付けられ(図2)、データはスマートフォンなどに転送され、アプリを通じて高体温になればアラームを鳴らすことができる。今後、環境温度や体格などの影響を加味してより精度の高いアルゴリズムを作成し、現場適用を検討している。

図2. パッチ型のウェアラブル体温計のイメージ

