

暑熱障害発症リスクに及ぼす温熱性発汗の個人差の影響

北海道大学 乗原 浩平
(共同研究者) 同 窪田 英樹
同 濱田 靖弘
同 中村 真人

Influence of Individual Difference of Thermal Sweating on Risk of Disorder due to Hot Environment

by

Kouhei Kuwabara, Hideki Kubota,
Yasuhiro Hamada, Makoto Nakamura
*Graduate School of Engineering,
Hokkaido University*

ABSTRACT

The authors have proposed a simple model of predicting mean skin and core temperatures for protecting disorder due to hot indoor and outdoor conditions. The purpose of this paper is to analyze individual variability of human sweating rate and to evaluate a risk of disorder due to humid hot environment using the model based on the individual variability. Nine male subjects carried out a cycle ergometer exercise test in indoor and outdoor environments. Coefficient k_{adp} which was defined as individual properties of thermal sweating in humans was calculated from weight loss by sweating and respiration. The subjects approximately had a normal property of sweating response ($k_{adp} = 0.85 \pm 0.19$; mean \pm SD) against average sweating capacity ($k_{adp} = 1$) in this model. k_{adp} changed over the range from 0.4 to 1.2. The variation of k_{adp} was caused by not only interindividual variability but intraindividual variability. Those who showed half k_{adp} (=

0.5) of average humans existed in approximately 5 %. Equal mean skin temperature lines of 36 degrees C based on the variation of k_{adp} were described using the model on psychrometric chart. As a result, on 50% relative humidity line, air temperature at which mean skin temperature became 36 degrees C was 32.5 and 27.5 degrees C for 1.0 and 0.4 of k_{adp} , respectively. Therefore, it is significant for a risk evaluation of heat disorder to evaluate both respects of physiology such as body temperature and of the event probability.

要 旨

著者らは、屋内外における熱中症等の暑熱障害を予防することを目的として、平均皮膚温・体内温予測モデル（以下、予測モデル）を提案している。本研究は、発汗特性の個人差に着目して、その特性を分析して予測モデルに適用することにより、任意の環境における平均皮膚温・体内温の発現を確率分布の形で表しリスク評価に寄与することを課題としている。

本研究では、屋内外において90～120分間の自転車エルゴメーター運動（代謝量3.8met, 着衣量0.4clo）を行わせる被験者実験を実施した。体重減少から被験者の発汗量を計測して、温熱性の発汗特性を表す係数（個人差係数と仮称） k_{adp} を算出した。本研究に参加した被験者の発汗特性は、予測モデルにおける平均的発汗能（ $k_{adp} = 1$ ）と比較して $k_{adp} = 0.85$ （ $\pm 0.19SD$ ）であり、おおむね平均的な被験者とみなすことができる。実験の結果、個人差係数 k_{adp} は0.4～1.2の範囲で分布し、個人差のみならず、被験者自身の発汗特性も日により大きく変動することが示された。暑熱障害発症リスクを判定する体温については今後十分な検討を要するが、本研究では平均皮膚温36℃を適用した。この平均皮膚温は、この温度を超える辺りで体内温度が皮膚温とほぼ同じ割合で上昇し始める臨界温度であり、『非常に暑い』と感じる状態である。予測モデルを用いて、平均皮膚温が36℃となる気温と湿度の組合せを個人差係数 k_{adp}

の変動幅に対応させて算定し、湿り空気線図上に図示した。その結果、例えば相対湿度50%の場合、平均皮膚温が36℃に達する気温は平均的な人（ $k_{adp} = 1.0$ ）が32.5℃であるのに対して、 $k_{adp} = 0.4$ の人は5℃近くも低温の28℃であることが示された。このことから、暑熱環境の障害発生リスク評価は、体温という生理学的な観点からとその発生確率の両面から評価する必要性のあることが示された。