

申請者	学科名	スポーツシステム工	職名	助教	氏名	島崎 康弘	印
調査研究課題	発汗量および体内水分量に着目した暑熱環境下における人体温熱状態の実験的解明						
交付決定額	400千円						
調査研究組織	氏名		所属・職	専門分野	役割分担		
	代表	島崎康弘	スポーツシステム工学 科・助教	生体熱工学	研究統括		
	分担者	吉田篤正 山本貴則	大阪府立大学大学院工 学研究科・教授 大阪府立産業技術総合 研究所・主任研究員	建築熱工学  生活科学	環境情報解析  被験者実験		
調査研究実績 の概要	<p><b>【背景と目的】</b>          温熱環境の悪化から、夏季暑熱障害（熱中症など）の発生件数は増加しており社会問題となっている。気象庁の採用する現状の熱中症予測 WBGT 指標は、気温、湿度、放射温度のみに着目したものであり、人体情報が欠如している。生活習慣等により個人差が大きくなる生理情報を温熱状態や暑熱障害予測に導入する意味は大きい。</p> <p>これまで申請者らは、人体からの放熱および人体への受熱のバランスに着目した人体温熱状態予測モデルの構築を行ってきており、おかれた人体の温熱状態を一定精度で把握することができる。しかしながら、人体の温熱生理反応の制御則は解明されておらず、被験者実験ベースの検証がいまなお必要である。</p> <p>本研究では、放熱にかかわる生理反応を解明することを目的に、その中でとくに影響の大きい発汗に着目する。環境中での受熱、歩行運動による熱負荷に対して、どのタイミングでどの程度の発汗が起こるかを明らかにする。</p> <p><b>【方法】</b>          環境要素として、気温および相対湿度、グローブ温度（放射温度）、風速、短波放射量および長波放射量の測定を行った。人体要素として、皮膚温をHardy-Duboisの平均皮膚温算出にならない、前額、上腕、手甲、腹、大腿、下腿、足甲の7点、体内温度としては口腔温、足甲を除く皮膚温測定と同様の6点の発汗量、心拍数、代謝量換算のために酸素摂取量および二酸化炭素産生量をそれぞれ測定した。実験前後には精密体組成計にて体重変化も測定した。心理的反応として、ASHRAEの方法にならない全身温冷感（-3：寒い～3：暑い）、</p>						

快適感 (-2:不快~2:快適), 口渴感 (0:渴いていない~2:渴いている), 発汗感 (0:かいていない~2:かいている) を申告してもらった。

【結果】

2013年夏季に、陸上競技場(総社北公園), サッカーコート(岡山県立大学), テニスコート(岡山県立大学), アスファルト路面(岡山県立大学)および体育館(岡山県立大学)にて実験を行った。述べ30名の男性被験者(平均年齢21.1歳)がそれぞれの場所で立位静止, 歩行(55 m/min), 走行の運動(167 m/min)を30分間行った。どの運動状況においても, その前後は, 準備期, 回復期として10分間の立位静止状態とした。実験時の気温は平均31.0℃, 湿度は平均53.9%, 短波放射量は平均704 W/m<sup>2</sup>(屋外時), 長波放射量は平均522 W/m<sup>2</sup>(屋外時), 風速は平均0.9 m/sであった。

屋外歩行時の被験者群の平均の平均皮膚温と発汗反応の関係を比較したものが図1である。なお, 屋外歩行時の平均代謝量は125 W/m<sup>2</sup>である。屋外での発汗量は, 歩行を開始した10分から24分まで2.9 g/min増加し, その後一定となっている。運動開始し, 発汗量が増加した際に, 皮膚温が下降していないことが分かる。また, 運動終了後, 発汗量は一定だが, 皮膚温は上昇している。運動時の代謝量増加によって産み出された熱の増加分を放出しなくてはならないが, 本実験環境では, 皮膚温と環境温との差がほぼなく対流による顕熱損失が見込めないため, 発汗によって放熱したと考えられる。

次に, 走行条件時の部位ごとの発汗量の経時変化を図2に示す。なお, 屋外走行時の平均代謝量は419 W/m<sup>2</sup>である。足甲ではほとんど発汗していない。額と手以外は全身発汗量と同じように, 安静開始時, 運動開始時, 運動終了時の3つのタイミングで発汗量が増加している。額と手は環境に露出しており直接風の影響を受けるため, 対流による放熱が促され, 発汗量が増加しなかったと考えられる。

調査研究実績の概要

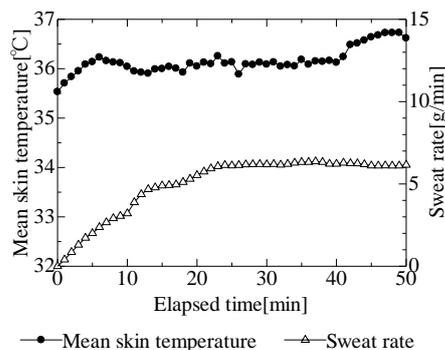


図1 屋外歩行時の平均皮膚温と発汗量

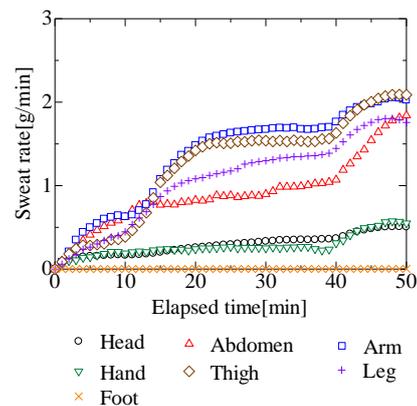


図2 屋外走行時の発汗量部位差

心理申告に関して, 温冷感と快適感には負の相関関係がみられ, 温冷感が「暑い」に近づくにつれ, 快適感が損なわれた。また, 発汗感と口渴感のあいだには正の相関関係がみられ, 発汗感が増加するにつれ口渴感も増加した。

今後は身体的部位差に加えて, 着衣の有無や局所的な風環境などを考慮した人体熱モデルとして, 環境解析に生かせるようにしてゆく。

成果資料目録

島崎康弘, 橋本直之, 柏木衿香, 異なる運動状況における発汗様相, 第37回人間-生活環境系シンポジウム, 神戸, pp.195-196, 2013.

竹谷翔平, 島崎康弘, 野津滋, 異なる運動状況における人体温熱状態の把握, 第37回人間-生活環境系シンポジウム, 神戸, pp.143-144, 2013.

(現在, 学術論文誌に投稿準備中)