暑熱環境下における肌着の熱水分移動と温熱的快適性について

はじめに

暑熱環境下、肌着の快適性のためには、衣服内を低湿に保つことが重要である。そのため、一般的に肌着は、吸水･吸湿性に優れ、手入れも容易で安価であるという理由から、木綿が良いとされてきた。
図1のように人体からは発汗していなくても不感蒸散により水分が出ていて、木綿をはじめとする天然繊維や再生繊維は吸湿性があるため、蒸れにくいとされている。しかし、木綿は放湿性に乏しく、ぬれた後のべたつきなどの不快感や、冷環境で体温を奪ってしまうということもある。一方、最近では、吸水･速乾性を高めたポリエステル（以下PETと略す）などの合成繊維（以下合繊と略す）が、暑熱下の肌着として出回り始めた。そこで、これまで本研究では暑熱環境下で運動した時に水分が外に逃げにくい温熱的に不快な状態を想定し、肌着の吸湿性が不快感をやわらげるバッファー効果があるか否かを調べる為、上着として不通気･不透湿性のカッパを着用した極端な環境で被験者実験を行った。さらに発汗サーマルマネキン（以下マネキンと略す）によるモデル実験を行い、素材要因および着衣の構成要因が着衣の熱水分移動性に及ぼす影響に関して明らかにすることを目的とした。

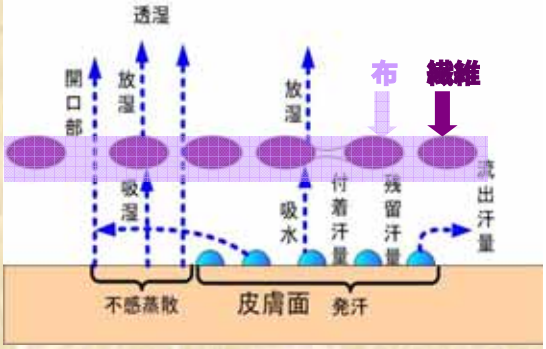

図1　着衣の熱水分移動の模式図

被験者実験

実験試料として図2のPET100%、PET85%吸湿合繊15%、PET70%吸湿合繊30%、綿100%の4素材(以下、PET100, PET85, PET70, 綿100と略す）を用いた。

図2　実験素材の組成

被験者実験（昨年度）は温度30℃･湿度65%に設定した人工気候室で行い、温湿度センサー等のセンサーを装着し、図3のように肌着･カッパを着用して、熱水分移動に関するデータを測定した。被験者実験では、個人差が大きく、再現性が低かったためか、図4のグラフのように、初期発汗時の吸湿効果で、吸湿性の高い素材着用時に衣服内湿度の上昇が抑えられる傾向が見られた。しかし、有意な差は見られなかった。

図3　被験者

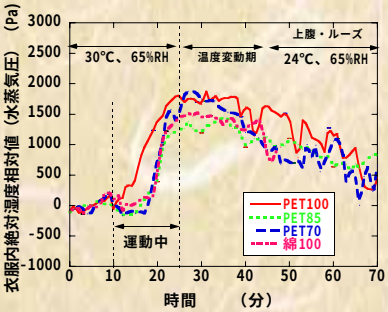

図4　衣服内湿度

モデル実験（発汗マネキン）

今年度は再現性を求め、表面温度や発汗量、発熱量を部位（18箇所）毎に制御することのできる図4の発汗マネキン（京都電子工業（株）社製）を用い、モデル実験を行った。実験の目的に合わせて発汗量と表面温度、または発汗量と供給熱量が一定になるように設定し、カッパを装着させオーブン乾燥した肌着着用直後カッパを引き抜いた。
また、熱水分移動に関するデータ（皮膚温･衣内温湿度3点、発汗量、供給熱量、環境温湿度、風速など）を測定し、4種類の素材による差がどの程度、衣服内環境に影響があるのか検討した。

図4　発汗マネキン

図5は、発汗マネキンによる実験の際、吸湿発熱の現象をサーモグラフィー（日本ｱﾋﾞｵﾆｸｽ（株）製）により、可視化したものである。左はカッパを引き抜いた直後、右は30分後の画像である。また、図6は図5の実験の際の衣服内湿度の相対変化量をグラフにて表したものである。吸湿が良いとされる綿100%は素早く吸湿し衣服内湿度が急激に低下するが、飽和してしまうのが早く、PET 70は綿ほど素早くは吸湿しないが、飽和するまでの時間が約40分と長く、衣服内を長く低湿に保っていた。PET85は、PET70と比較すると、水分率に比例して1/2程度しか吸湿がなく、飽和するのも早かった。また、PET100では一時的な湿度低下は見られるものの、他の3素材のような吸湿効果は生じなかった。

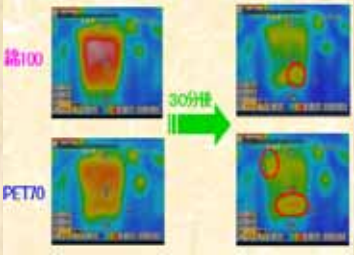

図5　発熱の様子

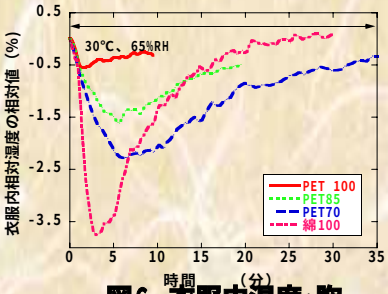

図6　衣服内湿度･胸

問い合わせ：教育人間科学部　薩本研究室
E-mail：satumoto@ynu.ac.jp
TEL/FAX：045-339-3307