着衣の換気性能に素材の物性やデザインが及ぼす効果

教育デザインコース・家政領域

11AW198　　劉　雨

指導教官　　薩本弥生

１．研究の目的

手足の揺動による着衣のふいご作用による換気は、人体からの熱移動性を促進させるため環境の風の効果以上に着衣の温熱快適性向上に重要であるが、現状では、きちんとした定量法が規定されていない状況である。

そこで、本研究では、熱中症予防に効果的

な着衣の条件を検討するため被験者実験および、発汗歩行サーマルマネキンとトレーサガス法を用いて着衣の換気速度や熱水分移動性能に着衣の素材やデザイン、歩行、環境の風速等がどのように影響するかを明らかにすることを目的とする。

特に本研究では、暑熱環境でも風雨からの防御のため、被覆面積が大きく蒸れやすいレインコートを着衣として取り上げ、暑熱環境時の作業用レインコートとして熱中症予防に効果的な着衣デザインをデータエビデンスに基づいて提案したい。

さらに、熱通過率と換気速度評価を同期して行い、両者を比較することで、着衣の熱移動性に着衣・動作・環境の因子が及ぼす効果を検討する評価法としての妥当性を検証することを第2の目的とする。

２．研究の方法

ａ．被験者実験：実験は26℃、65%RHの人工気候室で、レインコートの透湿性、換気口の開口、歩行のそれぞれの有無がどのように換気性能に影響するかを明らかにするため、トレーサガス法を用いて換気性能を評価した。

ｂ．モデル実験：発汗・歩行動作マネキンを用いて、被験者実験と同様のトレーサガス法で換気計測をするのと同期してマネキンの皮膚温、環境温、放熱量、蒸発速度等を計測し、熱通過率、(発汗条件では蒸発熱伝達率) 等を算出した。実験条件は素材の透湿性3段階：HP,MP,IM)、換気口の開口の有無、歩行の有無（歩行速度 1m/s（4 km/hr))、風速の有無（有風時 1m/s）の24条件とし、3回の繰り返しを行い、全72回の実験を行った。

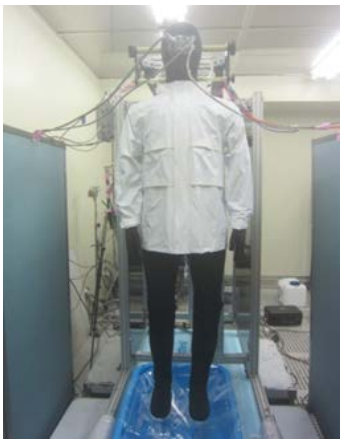

図１　モデル実験の様子

３．結果と考察

ａ．被験者実験の結果：換気口が無いと透湿性の有無が顕著に換気速度に影響し、安静時には透湿性があると1.5倍、歩行時では1.8倍、換気速度が向上した。

一方、換気口があると透湿が無くても透湿素材と遜色ない換気速度が得られた。今回使用したレインコートは、雨が衣服内に入り込むのを防止するために開口部に３次元構造網布の配置や構造、縫製等の設計を工夫したが、実験により外部からの雨水の流入を防止しつつ、人体から排出される水分の換気口からの換気が阻害されないように上手く設計されていることが確かめられた。

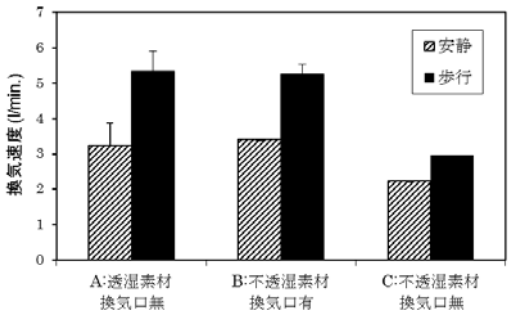

図２　透湿性や換気口の換気速度への効果

ｂ．モデル実験の結果：非発汗（乾性放熱）条件では、着衣デザインや環境の風速、歩行などが熱通過率に及ぼす効果を定量化することができた。暑熱環境でのレインコートとしては、換気口の配置は、無風・安静時には有効でなく、歩行動作をすることで初めて有効であることが明らかとなった。歩行と風の有無の効果に関しては、熱移動を増幅する効果があった。無風閉鎖条件での歩行は、風よりも放熱効果が小さかった。しかし、開口すれば、有風開口と遜色ない放熱効果があることがわかった。

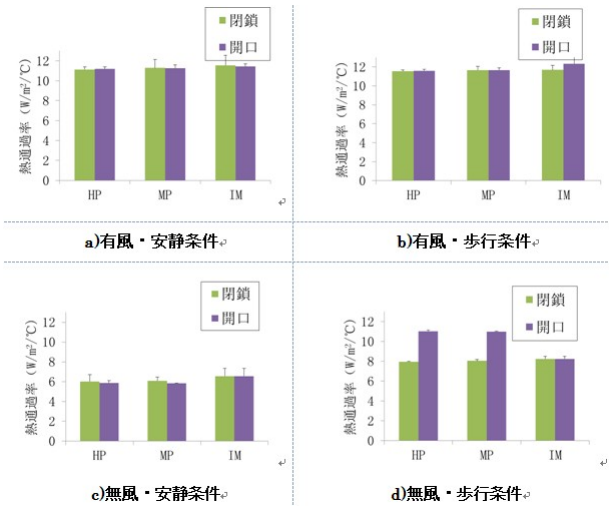

図３　熱通過率に開口条件が及ぼす効果図

換気速度と熱通過率には正の相関があり（r=0.8）換気速度により熱通過率の代用ができる可能性が示唆された。しかし、着衣の熱移動性に着衣・動作・環境の因子が及ぼす効果に関して細かく見てみると、両評価法で異なる傾向がみられたところもあった。熱通過率では素材の効果はあまり大きくなかったが換気速度に関しては素材の差が有意にみられた。理由として炭酸ガスが素材を拡散するレベルは水蒸気(蒸発した汗)が素材を関するレベルと相関があるためと思われる。

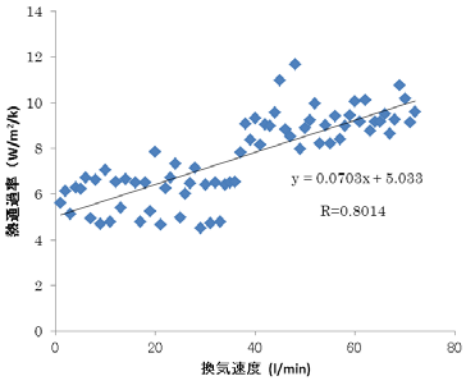

図４　換気速度と熱通過率の関係図

４．まとめ

着衣デザインや環境の風速、歩行などが熱通過率に及ぼす効果を定量化することができた。暑熱環境でのレインコートとしては、換気口の配置は、無風・安静時には有効でなく、歩行動作をすることで初めて有効であることが明らかとなった。歩行と風の有無の効果に関しては、無風閉鎖条件での歩行は、風よりも放熱効果が小さかった。しかし、開口すれば、有風開口と遜色ない放熱効果があることがわかった。熱通過率と換気速度の比較により、着衣の熱移動性に着衣・動作・環境の因子が及ぼす効果を検討する評価法として両者で相関があり、概ね一致した。