運動発汗時の肌着の熱水分移動への素材要因・構成要因の効果

発表者　　吉田美穂
指導教員　薩本弥生

１、研究の目的

肌着はこれまで、一般的には木綿がよいとされてきた。これは、木綿が、吸水・吸湿性に優れていること、手入れが容易であること、安価であることなどが理由として考えられる。しかし、木綿は吸湿性が高いがゆえに繊維内部まで水分を吸収し、放湿性に乏しく、一度ぬれるとべたつきなどの不快感を引き起こし、さらにそのまま冷環境へ移動すると、ぬれた肌着が体温を奪ってしまうと言われている。一方、最近では、吸水・速乾性を高めたポリエステルなどの合繊に、高い吸水性だけでなく、吸湿性も付与した素材の肌着が商品として出回り始めた。

そこで本研究では、木綿と吸水・速乾性を高めたポリエステル、及びポリエステルに吸湿性合成繊維であるエクスを混紡し、その混紡率の異なる２種の計４種類の素材を用い、さらに着衣の構成要因、すなわち身体へのフィット性の違いの寄与を見るためにルーズ・タイトの２つの形態で肌着を作成した。材料実験や被験者実験を行い、温熱特性の差や快適性の違いを検討し、夏場の肌着として適切な着衣への素材要因、構成要因の寄与を検討することを目的とした。

２、材料実験・被験者実験

（１）材料実験の試料としてポリエステル 100%、ポリエステル 85%エクス 15%、ポリエステル 70%エクスエクス 30%、綿 100%（以下、各々の素材を TIS231～TIS234 と呼ぶ）を用いた。実験項目は吸水性・透湿抵抗・水分吸着量・充填率・熱伝導率・ぬれ広がり性である。

（２）被験者は健康な成人女子３名である。被験者実験の試料は TIS231～TIS234 を用いた。実験は、前室・主室の２室連結型の人工気候室において行われ、前室の温度は 30℃、湿度 65%、風速 0.1m/s に、主室の温度 24℃、湿度 65%、風速 0.1m/s に保たれた。

2-1)被験者は図１に示すようにセンサーを装着し、肌着を着用し、前室で 10 分間安静を保った後 15 分間のトレッドミル歩行運動を行った。その後、主室の冷房環境で 45 分間安静を保った。

2-2)実験中は 8 点の皮膚温（うち 4 点で平均皮膚温を算出）と、3 点の衣内温湿度、体重減少量、心拍数、皮膚血流量、発汗量を測定した。また、温冷感、湿潤感、快適感について主観申告のアンケートを行った。

図１　被験者実験

３、結果・考察

被験者実験結果は３名の平均と標準偏差で示している。平均皮膚温については、肌着の素材、フィット性に関わらず、実験開始から運動終了まで徐々に上がり、冷房環境に移動後下がる傾向を示した。また、冷房環境移動後 15 分後頃から TIS231、TIS232、TIS233 では皮膚温が回復し始めるのに対し、TIS234 では皮膚温が下がり続

けるという傾向が見られた。これは綿の優れた吸湿性と、図２に示す材料実験におけるぬれ広がり性の実験で明らかとなった綿の乏しい吸水速度及び放湿性が寄与し、繊維内部まで吸収され、放湿できず繊維内に残った水分を伝って熱が奪われ、冷房環境移動後、皮膚温が低下し続けたと考えられる。図２において、TIS233 は綿と同様の吸湿性があるにも関わらず、吸水速乾性の合成繊維が混紡されているため乾燥速度が綿よりも速い。吸湿性を持つことの欠陥が若干改善されている。

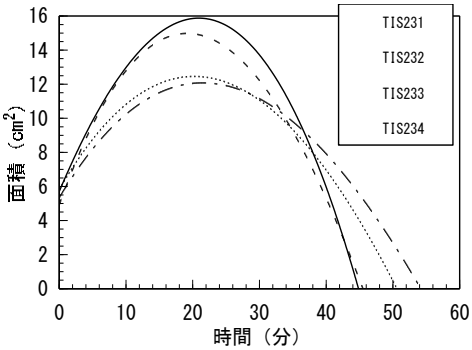

図２　ぬれ広がり面積

衣内湿度については、全体的に運動開始後から上がり、実験終了時には実験開始時とほぼ同じくらいか、またはそれよりも低くなる傾向を示した。運動中の絶対湿度は、材料実験で明らかとなった吸湿性のよい素材から TIS234,TIS233,TIS232,TIS231 の順で高くなっていた。このことから、ポリエステルは吸水・速乾性が寄与し、汗を素早く吸収・放散することで衣内湿度を低く保ち、綿などの吸湿性の高い素材は繊維内部まで吸収した水分が放湿されず、衣内湿度が高くなるのではないかと考えられる。

心拍数、皮膚血流量、発汗量について、これらの項目では、素材・フィット性による違いは殆どみられなかった。

主観申告については、本実験では運動負荷がそれほど大きくなく、汗をかくといっても見た目にはわからない程度だったため、素材、フィット性間に有意差はほぼ見られなかった。運動を始めると、皮膚温・衣内湿度ともに上がり始めるのに伴い、温冷感・湿潤間も急激に上がる傾向を示した。また、快適感では不快を示している。これらのことから、ヒトは運動をすると産熱し、発汗により放熱を促進するため、皮膚血管が拡張し、皮膚温の上昇・血流量が増加すると考えられる。一方で、皮膚や布に水分が残っていることにより湿潤感を感じ、不快感を与えていると考えられる。

４、まとめ

本実験では、運動負荷が小さかったためか、被験者による個人差が大きく、素材・フィット性による有意差や、主観的申告での有意差も見られなかった。しかし、材料実験におけるぬれ広がり性の実験から、肌着がびっしょり濡れてしまう環境を想定すると、吸湿性が高く、吸水・速乾でない綿などの素材は乾きが遅いことが明らかとなっており、多量の汗をかくような状況では吸湿性よりも吸水・速乾性に優れた肌着の素材が有用であると考えられる。また、重ね着などをして水分が出にくい環境でのバッファー効果として吸湿性を必要とする場合でも、綿よりも吸湿性合繊に吸水速乾性の合成繊維を混紡することで乾燥性が改善できる可能性が見出された。