素材、フィット性の異なる革靴の靴内気候と足部の温熱的快適性

生活システム系教育専攻 03A７０９２
発表者　　朴　　善花
指導教員　　薩本　弥生

１．実験目的：

日本人が靴着用の生活を始めてから約 1 世紀が経過し、この間、全生活時間中で靴を着用している時間が増加し、着用中の靴内環境が身体に及ぼす影響が注目されている。靴を着用したとき、足はほぼ密閉状態に置かれる。皮膚からは常に発熱環境や運動時には発汗が生じ、緊張すると足裏からのストレスの発汗量も多くなる。また、歩行中の生理的な発熱・発汗により、靴内の気候は運動停止直後に急激に高温多湿となる。夏には靴の内部温度は 30～36 度、相対湿度は 80～95％にも達する。そのため、汗の除去が円滑に行われなければ、足の蒸れ感を生じ、足の衛生上また健康上にもさまざまな問題を生じると考えられる。そこで、本研究では足部の快適性を保つことを目的とし、素材やフィァト性の異なる靴による熱、・水分移動、歩行運動時に大きさが異なる革靴に与える圧力の比較をした。

２．研究方法：

実験革靴の特性：被験者 1 名の足部の必要寸法を計測した上で、天然皮革で、被験者最適サイズ（２E）を中心に足長は同じで足囲が 1 ピッチ大きめサイズ（３E)、１ピッチ小さめサイズ（１E）の 3 種類、および適正サイズ（２E）で人工皮革の靴を専門家に作成してもらった。裏皮は全て同じ皮に統一した。靴型は足の被覆率が大きい短靴にした。(図１)

天然皮革靴(1E)　天然皮革靴(2E)　天然皮革靴(3E)　人工皮革靴(2E-S)

図１　　実　験　用　靴

実験方法：実験は 30℃65%RH の人工気候室で行った。被験者は右足にセンサーを装着してから革靴を履いて、表 1 のスケジュールでトレッドミル上で速度

が 4km/hr の条件で歩行運動をし、その時、図２の靴内の５ヶ所（親指、小指、土踏まず、踵、甲部）で靴内気候測定、踝付近の靴の開口部周りの８ヶ所（図の①～⑧）で微風速を測定し、歩行時の踵部、趾根部の床面接触圧と靴アッパー部圧を同期して測定した。一方、被験者の足形から模擬足を作成し、循環恒温水槽で一定温度の水を循環させ、電子天秤で重量変化を測定した（図８）。そして、人工皮革靴と天然皮革靴の水分蒸発挙動から違う素材による熱・水分移動性を検討する。また、ふいご作用を増幅させ、効果的に使用して靴内水分を換気するために換気中敷（図３）を試作して導入することを試みた。

表１　実験のスケジュール

時間	１０分間	２０分間	２０分間	１０分間
状況	安静	運動	安静	運動

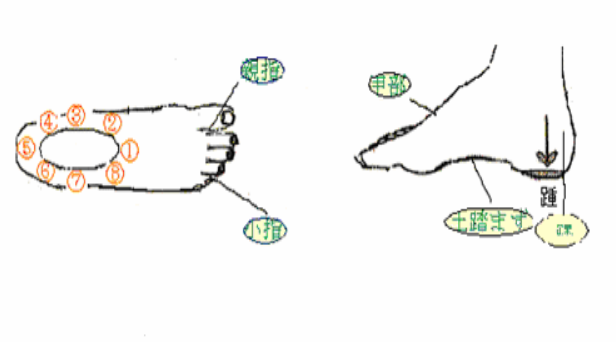

図２　センサー付け部位

図３　換気中敷

３．実験結果および考察

（１）靴内環境の測定（図４）：５ヶ所の靴内湿度の分布から一番蒸れる部位が親指であること、足裏は運動前から発汗しており、実験によるストレス性発汗が生じていたこと、甲部、踵部は運動開始後１０分以内に発汗を開始しており運動性発汗が生じていること、土踏まず部は歩行運動時に顕著にふいご作用による湿度低下があることがあきらかになった。異なる素材による靴内絶対湿度の比較の実験結果（図 5）から今回、実験に使用した人工皮革靴の水分移動性は天然皮革靴より悪いことがわかった。

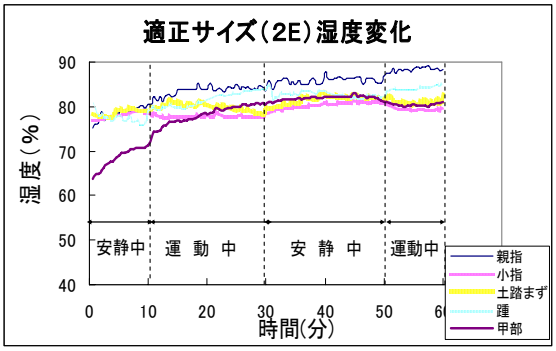

図４　革靴内湿度測定結果

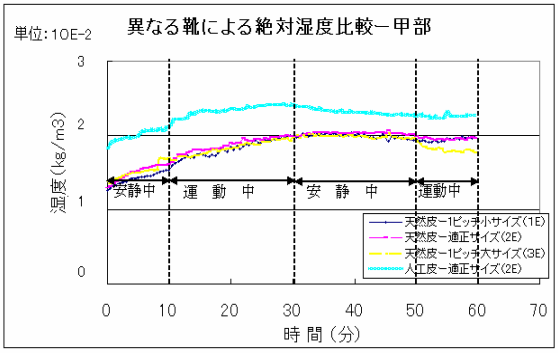

図５　異なる素材による靴内絶対湿度測定

（２）風速の測定（図６）ではフィット性が高い靴ほど風速が大きかったが、靴内と環境との差圧が大きくなるため、換気量が大きくなると考えられる。その結果から換気中敷試作品を作ったが、靴内換気に効果があった（図７）。

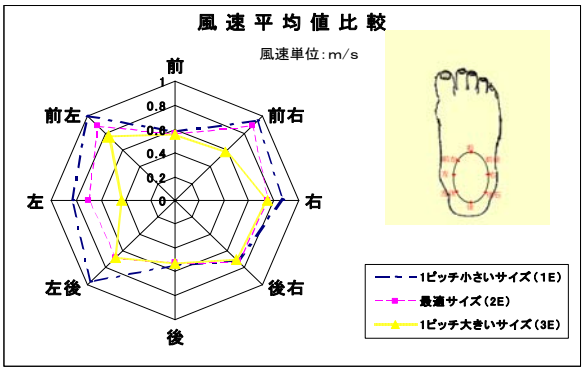

図６　靴開口部の換気量

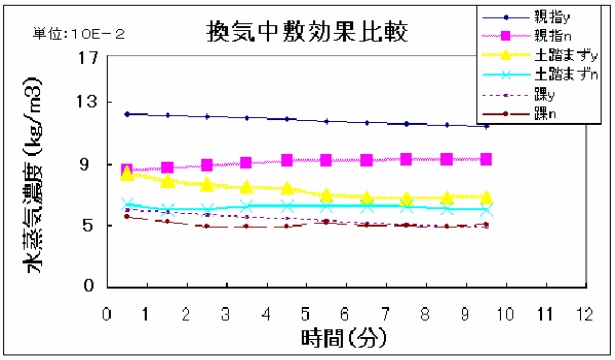

図７　試作品換気中敷の効果比較

（３）模擬足の実験（図８）では熱。水分供給量が同一にもかかわらず、図９で示すように人工皮革靴の重量増加が大きかった。従って、人工皮革靴よりも天然皮革靴の方が、水分移動性が高いといえる。

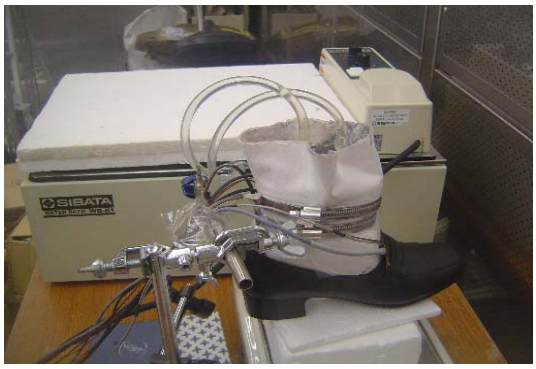

図８　模擬足実験風景写真

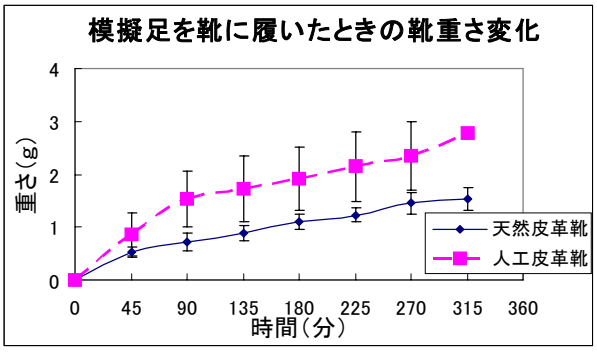

図９　靴の重さ変化グラフ

（４）接触圧の測定：踵部（図 10）、趾根部圧力は最適サイズが一番大きくて、次に足囲が１ピッチ大きめサイズ、足囲が１ピッチ小さめサイズだった。従って歩行運動の踵の制動と趾根部での推進が最適サイズで最も円滑に行われると考えられる。アッパー部の圧力測定（図 11）では足外側の圧力が一番多くて、次に甲部、土踏まずで、サイズが小さいほど拘束力が大きい結果となった。主観的申告も同様の傾向であった。歩行性能と拘束感の結果から適正サイズ（２E）が歩行運動に一番良いと考えられる。

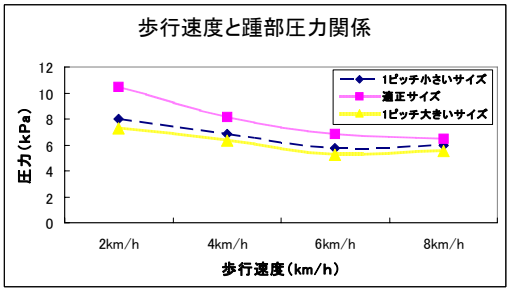

図 10　歩行速度と踵部圧力関係

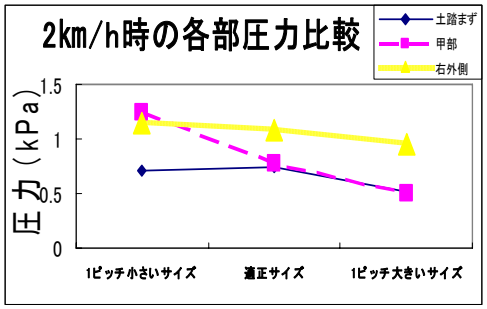

図 11　革靴の各部圧力比較

4、まとめと今後の課題

（1）まとめ

忙しい現代社会人には便利で快適で衛生的な状態を保持できるものは歓迎されると思う。そして靴を選ぶときには、人工皮革がかなり性能が向上したとはいえ、本研究で検討したものでは天然皮革靴の方が水分移動性が良かった。足とのフィット性はゆるい方が換気がしやすいと思いがちであるが、ふいご作用による換気効果はフィット性が高い靴の方が良かった。一方、拘束感はフィット性が高いほど高く、歩行性能は適正サイズが最も良かった。以上の結果から天然皮革で適正サイズ（2E）が足の温熱的快適性および運動機能の面から一番良いと考えられる。さらにふいご作用を効果的に生じさせるためには本研究で試作した換気中敷は換気増幅に効果があった。

（2）今後の課題

(A) 靴内換気用試作品の換気中敷は効果があったが、歩行性能や足へのフィット性に問題が残る。また、現在、ふいご作用を利用した換気靴が市販されているが、本研究での試作品した換気中敷と市販換気靴との性能評価の比較をして、もっと改善する必要があると思う。

(B) 今回、試作した模擬足で靴素材の熱・水分移動性に関して実験したが皮膚温度条件を変え、水分移動速度条件を変えて実験をさらに進める必要がある。また、今回試作した模擬足は形態的に変形しやすく足の形を十分に模擬できていないため、模擬足の改良をして靴のフィットの温湿度に関して今後研究する必要があると思う。