

### 3.9.2.a 革靴のシューズリフレッシャーの開発

薩本弥生、朴善花、竹内正顯\*  
( 横浜国立大学、桐蔭横浜大学\*)

#### Development of shoes refresher of leather shoes

\*Yayoi Satsumoto, Shanhua Piao, Masaaki Takeuchi\*  
(Yokohama National University, Toin University of Yokohama\*)

**Abstract:** In this study, to improve the thermal comfort in the microclimate of leather shoes, it was evaluated that the effect of constructive factor like size of foot measurement (1E, 2E, 3E) and material factor of leather shoes like water vapor permeability (artificial leather vs. natural leather) on heat and water vapor transfer in the shoes microclimate. It was found that bellows action during walking affected heat and water vapor transfer. The smaller the foot measurement was, the larger the magnitude of velocity near opening of shoe and thus effect of bellows action was. A ventilation accelerated mat was made experimentally. It was shown the above mat improve the vapor transfer in microclimate in the leather shoes.

**Key Words:** bellows action, thermal comfort, shoes microclimate, heat and water vapor transfer

#### 1. はじめに

日本人が靴着用の生活を始めてから約 1 世紀が経過し、欧米の模倣で始まった日本の靴文化も今日では成熟し、履き心地の良い快適な靴の需要が高まりつつある。しかし、若い女性を中心に快適性よりもファッション性を優先してしまう傾向が見られ、温熱的な快適性に絞ると冬場に流行するブーツ等、閉塞性が高い靴の場合、不快な靴内環境となる場合がある。また、出張の多いサラリーマンも出張中、同じ靴を履き続けるため蒸れた靴内環境になる。特に革靴の場合、素材の透湿抵抗が高いため革靴の温熱的な快適性には改善の余地があると考えられる。着用中の靴内環境が身体に及ぼす影響に注目すると靴を着用した時、足はほぼ密閉状態になる。皮膚からは常に不感蒸散があり暑熱環境や運動時には発汗も生じ現代のようなストレス社会では足裏からのストレス性発汗量も多い。そのため、水分の除去が円滑に行われなければ、足に蒸れ感を生じ、足の衛生上また健康上にもさまざまな問題が生じると考えられる。従来靴の温熱的快適性に関する研究を調べたところ靴素材による靴内環境比較に関しての論文はあるが、靴のサイズが靴内環境に及ぼす影響に関しての論文は見当たらなかった。そこで、本研究では足部の快適性を保つことを目的とし、素材やフィット性の異なる靴の熱、水分移動性、歩行時の運動機能性について検討した。また換気中敷を試作して蒸れている靴内環境をどのくらい改善できるか検討した。快適な靴内環境を保ちながら歩行と健康に良い靴を選ぶことを目的とし研究を遂行した。

#### 2. 実験

##### 2.1 靴内気候の実態把握

##### 2.1.1 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、および最適サイズ(2E)で人工皮革の靴をシューズフィッター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。

##### 2.1.2 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 のスケジュールにしたがいトレッドミル上で速度が 4km/hr の歩行運動をした。その時、革靴内の 5 ヶ所(親指、小指、くるぶし、甲部、土踏まず)(図 1 参照)にセンサーを装着して靴内気候を測定した。また、靴開口部周りの 8 ヶ所(図 1 の ~ )に微風速計センサーを貼付し、風速は 1 秒毎に 1 回測定し、歩行時のふいご作用による換気挙動を測定した。

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

##### 2.2.1 実験革靴の特性

実験材料としては 2.1.1 で説明した素材要因としての天然皮革靴(適正サイズ 2E) 人工皮革靴(適正サイズ 2E-S)を使用した。

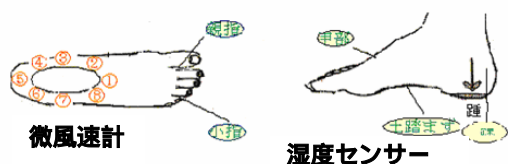


図1 微風速計と湿度センサーの取り付け部位

### 3. 結果と考察

#### 3.1 靴内気候の実態把握

##### 3.1.1 靴内温湿度の分布

適正サイズで天然皮革の場合の実験結果を図2に示す。靴内で蒸れやすい部位が親指周辺部であることを特定できた。靴の構造上、靴の爪先部分が開口部から離れているため、最も換気しにくい部位と考えられ、合理的な結果といえる。また、土踏まず部は運動によって湿度が下がったことから靴のふいご作用による靴内空気環境への換気効果がみられた。

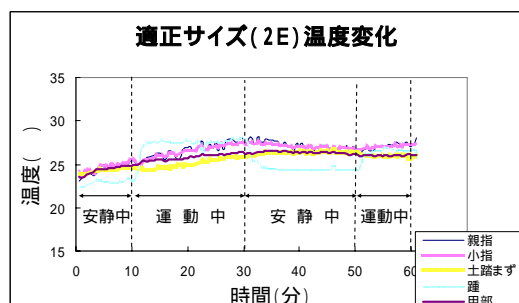


図2 革靴内温度測定結果(2E天然皮革)

##### 3.1.2 ふいご作用による換気量の測定

足に対するフィット性が異なる3種の靴着用時のふいご作用による換気量を図3に示す。

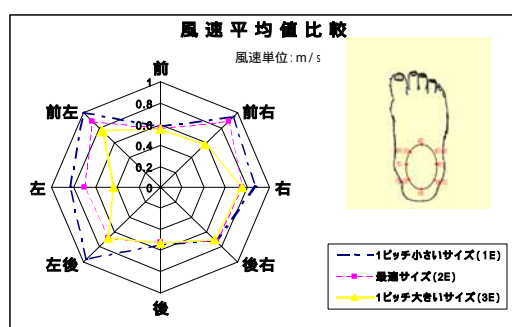


図3 靴開口部の換気量

換気量はフィット性が高い靴ほど、大きい傾向が見られた。風速は1ピッチ小さいサイズ靴(1E)が一番大きくて、次に適正サイズ(2E)、1ピッチ大きいサイズ(3E)が一番小さかった。土踏まず部のふいご作用による換気効果が高かった。土踏まず部のアーチに空気が貯まる空間があるために歩行時の踏み込みによる圧力で空気が押し出されて換気されたと考えられる。本研究の先行研究による[1,2]と、ふいご作用による風速は間隙寸法に反比例することが明らかになっている。今度の実験結果から見ると、狭い間隙ほど、環境との差圧が大きくなるためふい

ご作用が生じ易くなり、換気量が大きくなると考えられる。このことは換気を効果的に行い蒸れないようにするためには靴と足とのフィット性は高い方がよいということを意味する。

ふいご作用の換気効果が靴内の湿気を逃がすのに有用であることが明らかになったため、その効果を増幅させるため、図4に示す換気中敷を試作



図4 試作換気中敷

した。中敷き内のクッション素材は網状で適度の弾力性のある中空シートで歩行時に足が地面から離れる際、逆流防止弁を設けて逆流防止してあるチューブで踵部から外気がクッション素材内に導入されるため中敷き内に空気が貯まり、接地して踏み込んだ時に排出口を設けた爪先部に中敷き内の空気が吐き出され換気を促進する機構となっている。試作品を使って被験者実験したところ、図5のように効果があることが明らかとなった。

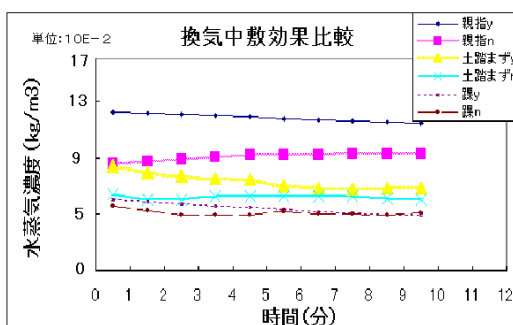


図5 試作換気中敷の効果

本研究で開発した換気中敷きは、特別なバッテリーを必要とせず、人の歩行動作そのものを利用して蒸れやすい靴内の換気を促すような仕組みを盛り込んであるところがメリットである。また、取り外すことが出来るため、洗濯など衛生面の管理にメリットがあり、使い捨てにすることも可能である。踵部に空気流入部を設け、蒸れが最も大きい爪先部に排出口を設けたため、蒸れ防止に効果的である。

#### 参考文献

- 1) 薩本弥生, 王 海華, 長谷部ヤエ, 石川欽造, 竹内正顯, Bellows action(ふいご作用)の着衣の放熱性能への影響 第1報 衣服下間隙寸法と通気性の効果 56巻(11号)524 - 536(2000)
- 2) 薩本弥生, 伊藤幸子, 長谷部ヤエ, 竹内正顯, Bellows action(ふいご作用)の着衣の放熱性能への影響 第2報 開口部の開口条件の効果 59巻(1号)22 - 29(2003)