

# 各個人の足底形状に自ら適合していく中底 (オートフィット・インソール) の開発 Auto-fit-insole : Development of the insole fitting automatically to individuals

<sup>1)</sup> 慶應義塾大学医学部総合医科学研究センター・整形外科

<sup>2)</sup> 慶應義塾大学整形外科

<sup>3)</sup> オカモト シューズ事業部 ドクターアッシー課

<sup>1)</sup> Orthopaedic Surgery, Center for Integrated Medical Science, School of Medicine, Keio University

<sup>2)</sup> Dept. of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

<sup>3)</sup> Dev. of Dr. Assy, Dept. of Shoe, Okamoto Ltd.

井口 傑<sup>1)</sup>, 須田 康文<sup>2)</sup>, 黒谷 保彦<sup>3)</sup>

Suguru Inokuchi<sup>1)</sup>, Yasuhumi Suda<sup>2)</sup>, Yasuhiko Kurotani<sup>3)</sup>

**Key words** : 靴 (shoe), 中底 (insole), 足アーチ (foot arch), 採型 (casting), 自動 (automatically)

## 要 旨

人間の本质とも言える直立2足歩行は、足のアーチ構造に依るところが大きい。ところが、中高年におけるアーチの維持は、初めから靴を履いて育った世代の高齢化に伴い、困難となる恐れが強い。そこで、市販靴にアーチ保持機能を持たせるために、履いている間に中底が各個人の足底形状にフィットする靴を開発した。10名の成人男子に、数種の厚さの発泡ポリエチレン積層材で作製した中底の靴を履かせ、形状の変化を計測した。その結果、踵、母趾球、小趾球部で20%、中足骨パッド部で40%、アーチ頂点で70%の厚さであった。従って、基底に2mm、支持部に8mmの初期厚の中底が望ましい。

## はじめに

常時直立2足歩行は、前足を手に変え、唸りを言葉に変えた人間が人間である所以とも言える。人類が直立2足歩行を初めて300万年とも600万年とも言われているが、数億年に渡って4足歩行をしてきた陸上動物の歴史から言えば極短い期間であり、進化に十分な期間だったとは言い難い。人類と類人猿の最も異なる足の特徴はアーチの形成であり、一つの足に前足と後足の機能を持たせ、2足歩行を可能としている。

一方、日本人の寿命が40才を越えたのは明治の後期であり、80才を越える長寿は自然に人類に備わった物ではない。ローマ・東京と2度もオリンピックのマラソンで優勝したアベベの例を引くまでもなく、裸足で鍛えた足の能力は驚異的な物であるが、現代の長寿社会で一般人に当てはまることではない。従って、40の坂を越えると、足底腱膜炎や踵骨棘など、足のアーチの破綻による変性疾患が激増する。この傾向は歩き初めから

(2006/01/11 受付)

連絡先：井口 傑 〒160-8582 東京都新宿区信濃町35 慶應義塾大学医学部総合医科学研究センター  
TEL 03-5363-3812 FAX 03-3353-6597

靴を履き、舗装道路の上で人生を過ごした年代が老年期を迎え、特に著明となるであろう。

これを防止するためには、アベベの如く幼児期から裸足で原野を走り回せることかもしれないが、望むべくもない。その為、今回、一般の市販靴にアーチの破綻を防止すべく、アーチサポートと中足骨パッドを備えた中底の開発を試みた。

アーチサポートや中足骨パッドを備えたと称する市販靴は現存する。しかしながら、医療用の足底板の経験から、数ミリの違いでも効果が逆効果になる事から、その効果は疑問である。しかし、医療用の足底板が主に型どりから調節までの人件費により3万円以上のコストがかかることから、市販靴に応用するのは難しい。その為、各個人の足底形状に自ら適合していく中底の開発が必要に

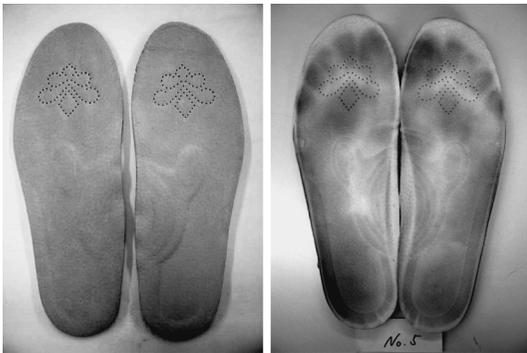


図1. 左：実験用中底 右：1週間後

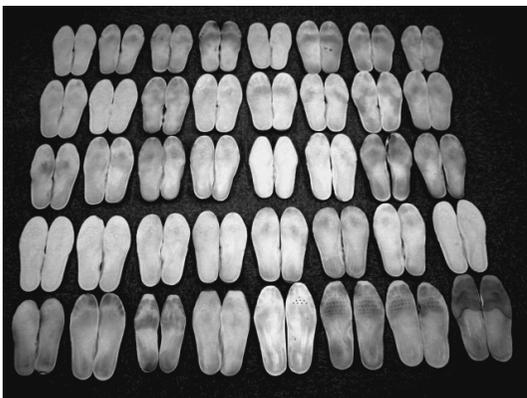


図2. 10名に施行した4種の実験用中底

なった。

### 対象と方法

対象は全て健康で特別な足の疾患や障害を持たない男性であり、年齢は26歳から60歳、平均は36.5歳である。靴のサイズは24.5cmから27cm、2Eから4Eの通常はいている靴に、各対象に合わせて裁断した中敷きを入れて調査した。

方法は、対象群に、発泡ポリエチレンの薄層を積層構造とした中底の靴を履かせて測定した。比較した中底は、中底全体を覆い基盤となる基底層に2種類（2mm、4mm）、中足骨パッド部とアーチサポート部でアーチを支持する支持層に2種類（4mm、8mm）の厚みを持つ計4種類（6mm、8mm、10mm、12mm）である。測定は、5分後、1時間後、半日後、1日後、2日後、3日後、5日後、1週間後に行い、踵、母趾球、小趾球、アーチ頂点、中足骨パッド部の5ヶ所で、ノギスを使用して厚みの変化を計測した。（図1、2）

### 結 果

半日から3日後の間に厚みは一定化した。最終的な厚みは踵、母趾球、小趾球部では平均して初期の約20%に厚みを減じた。それに対して中足骨パッド部では約40%の厚みを残し、アーチの最も厚い部分の平均では70%の厚みを残した。

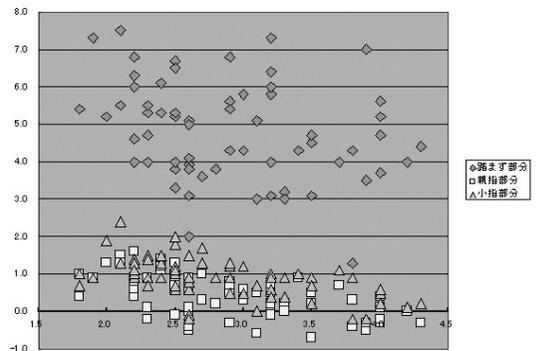


図3. X軸：踵部の厚み Y軸：◇土踏まず □母趾球 △小趾球  
踵部の厚みを基準とした土踏まず、母趾球、小趾球の厚み

踵部の厚みを基準として母趾球，小趾球，アーチ頂点の厚みをグラフにプロットすると，母趾球，小趾球では踵部の厚みに関わらずやや厚い厚みで一定であった．これに対して，アーチ頂点の厚みは，母趾球や小趾球部の厚みの分布に比してバラツキが大きかったが，踵部の厚みによる差は認められなかった．(図3)

### 考 察

各個人にあった足底板を作製するには，ギプスなどで型を取り，荷重・非荷重，起立・歩行などの条件を加味して一つ一つ作製し，装着後数回に渡って調整・フィッティングする事が理想である．しかし，市販靴では各個人に合わせ作ることも，歩行後に調節する事も不可能である．

今回の実験は，作製した積層素材による中敷きだが，どの位の時間経過で，どの程度沈み込み，各人の形状を転写しうるかを知るために行った．その結果，半日から3日で形状が安定することが判明した．この時間が市販靴に適當か否かは実際に市場に出してみなければ不明であるが，長ければ長いほどその間に積分された平均値の情報に写し込まれ，精度は向上する．しかし，それまで顧客が我慢して履いてくれるかどうか不安となる．今回の半日から3日と言う期間は，根拠はないものの初期値としては適切と考える．

最も沈んだ部分でも最終的に20%の厚みを残していたことから，基底層の初期の厚みは2mmで十分と判断した．厚いところでも最終的に70%の厚みを残し，踵からの差が7mm内外であったことから，トータルで10mmで十分と判断し，基底層を2mmとして支持層は8mmを適當と判断した．これも，厚ければ厚いほど適應範囲が広がるが，逆に薄ければ薄ほど安定までの期間が

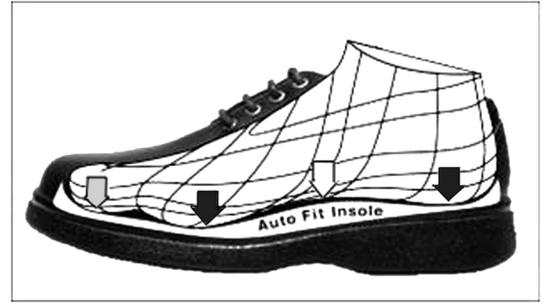


図4. 踵，母趾球，小趾球，趾尖部など各部位に応じた圧力により，中底が適應した厚みに変化し，アーチを支持する

短くなり，靴の作製も容易となる．

踵部の厚みは体重や加重のかけ方などにより変化すると思われるが，これに対して踵部の厚みに関わらず，母趾球や小趾球部の厚みが一定で関連が強かったのに，アーチ部の厚みはバラバラで関連性が無かった．これは，体重や歩き方が変わっても本人のアーチ高に応じた厚みの中底が形成されることを示す．

医療用の足底板とは異なり，アーチの積極的な再形成を目指す物ではなく，アーチの低下を防止しないしは緩徐にすることを目的にした物なので，アーチ高に応じた厚みが形成されることは目的に適當している．これは，中底自体が自動的に履く人のアーチ高に合わせて厚みを減じ合わせることであり，オートフィット・インソールの概念を満足する物と言える．(図4)

### 結 論

拡大実験に供する中底の仕様は，基底層2mm，支持層8mmの10mm厚の層構造とすることが決定できた．体重や歩き方に関わらず，各人のアーチ高に対応した中底の厚みの形成が得られた．