
フィッティング問題の解決のために

東京都立皮革技術センター台東支所 中 島 健

1 はじめに

靴作りが機械化されて大量生産できるようになるまでは、すべて依頼された人の足に合わせて作るビスポークやカスタムメイドと呼ばれる誂え靴であった。しかしその時代でも、依頼者の足を測定して作る靴であっても、左右が同じ形の靴しか作れなかった。このことから新品の靴を履き慣らすのに長期間要して、靴擦れや腱膜瘤等の足障害に悩まされていたという。この履き慣らしを我慢しなければならない時代が長く続いたことで、ナポレオン時代の戦争や南北戦争では靴の良し悪しが戦果に影響したとする逸話を残しているほどである。

その足障害治療のために18世紀末にはドイツ、オーストリアなどで足病医が現れて、足病治療所が数多く開設されている。

19世紀になって、チューリッヒ大学の解剖学教授のH.G.Meyerが靴による足の障害を防ぐために左右が対の靴を考案して改善が始まった。その原理を基にスイス軍が初めに採用した。つづいてドイツ軍も改善を始めたという。それが民間の靴まで左右対の靴が広がっていったという。

その左右が同じ形式の靴が倅い旋盤を発明したアメリカに伝えられ、片足標準の靴型から左右別々の靴型と拡大縮小してサイズ分けした靴型が作れるように改善された。それは、サイズ分けした既成品靴が店

頭で販売できるようになったことでもある。

サイズ分類された当初は、メーカーごとや靴種ごとに区別するためだけであって、信頼できる統一されたサイズシステムではなかった。したがってアメリカにおいても足を傷める人が増えて足専門の治療所が開設（1840）されている。

フランスにおいても足病学の専門書が出版（1762）されていて足治療も同じ経過をたどっている。

このことから、靴を履く時代が長くても未だに足に靴を合わせることで苦勞している現状と取り組んできた方法を紹介し、分析して解決の手立てを探らなければと考えた。

2 フィッティング技術の現状

未だに解決されていないフィッティング問題について、靴の技術雑誌の記事から解決の糸口を探る必要があるだろう。

- ・イギリスの靴研究所SATRAが行なった足調査（2016）で、男性の55%、女性の45%が自分の足長に合っていない靴を履いているという。間違った靴を履いて足を傷めている人が多数いることを指摘している。【2018/12】

※【 】は、発行年月を示している。

- ・イギリスの足病医カレッジの調査（2014）では男性が34%、女性が46%合

わない靴を履いていたという報告がある。そして62%が横幅サイズの存在を知らなかったという。【2014/12】

- ・男性は37%が大きい靴のサイズを選ぶ傾向があり、女性は27%が足より小さな靴を選んでいて。2012調査【2016/1】
- ・ドイツの靴研究所PFIの2009年の調査では82%が足に合わない靴を履いていたという。【2009/10】
- ・ロンドンのHomerton病院の報告ではロンドン人の80%が外反母趾を持ち、その78%が誤った小さい靴を履いていたと言う。【2009/10】
- ・欧州でもこれらフィッティングに関わる問題が未だに指摘され、そして足病医が活躍している現実がある。足を保護すべき靴の役割がフィッティングの不具合で足を傷めてしまうことがある。このことから多くの国では靴研究所を作って解決に努めている。

そこで従来の既成靴方式だけでは全ての人に満身に適合した靴が得られないとして20年ほど前からイタリアの靴機械メーカーを中心にマス・カスタマーゼーションとして開発検討してきている。この方式をユーロシューと名づけて機械の改善や技術者の養成まで行い、受注してから3日程度で引き渡せる方式を完成させたという。【2006/4】

- ・また、イギリスのブリストルでは足にフィットするための形状寸法の評価研究を靴製造者のクラーク社と、靴のCAD/CAMの開発会社シューマスターINとブリストル大学等で共同研究が始められている。【2009/6】
- ・また、フランスでは靴の内部測定機を開発して足と靴の適合度を調べる研究が始められている。【2007/8】
- ・医療用CT装置を使って靴の内部を計測

したところ、靴型の寸法と異なっていた。【2005/12】

これらの雑誌に寄せられた靴研究者の報告では、合わない靴を履いていて足を傷めたという人が驚くほど多かった。

これらの記事で「合わない靴」と判断した内容を精査することがフィッティング問題の解決には欠かせないことであろう。

3 足の測定

足に合わせた靴を作ったり、既製品より適合する靴を探し出したりするには、足を測定して、形、大きさを知る必要がある。

30年ほど前までの足測定ではサイズステックという足測定具で足長や足幅や甲高を挟んで長さを計り、巻尺で周囲長を計っていた。この簡単な測定方法でも測定者が熟練の靴職人であったり、熟練販売員であったり、そして対面販売であることで信頼できるフィッティング対応ができていた。特に対面しての受注や販売では、足の変形や胼胝（たこ）等の他に加味した調整や履き慣らし等のアドバイスが的確であったり、信頼が得られていた。柔軟性や強靱性なども加味することができた。

このサイズステックによる測定では座位で計測することが一般的であった。(ASTM F 539)

最近では足の外形をレーザー光により3Dデータとして記録するタイプの足型測定機（3Dフットスキャナー）が開発されて使用されている。しかし、レーザーによる新しい測定機では外周を血管の膨らみさえも読み込んでしまう正確さがある。逆にそのことが靴を保持するための骨や腱などの硬部や弾力が測れないことになり、フィッティングに必要とする締め付け部やゆとり

などの十分な情報が得られないことにもなった。このためストレッチ靴下を着用して測定を薦めるメーカーもあり工夫が必要である。

今では様々な測定機が開発されて、簡便で短時間に測定できるようになったが、測定対象の足は条件によって変形や変化するために次の注意が必要である。

まず、測るための姿勢が重要である。立位時と座位での測定では1～2サイズ異なる結果を示すことがある。特に立位では重心の加え方によってボール部の周囲長が5～10mm測定値が変わってしまうことがある。同時に足幅値も変化する。これらの注意を怠ると足の左右差の有無なども明確に捉えられないことになる。

また、朝晩で1～2サイズ（数ミリ）異なることや運動の有無で変化するエコノミー症候群といわれるうっ血等の足の膨潤のことも注意が必要である。

これら足測定時の足の変形についての注意事項として測定要領が定められることが一般的である。例えば(ASTM F 539)や(BS 5943)で規定している。

実際の測定では、足形状のプロポーシオンは個人ごとに異なることから特徴を示す測定項目を決めて比較する必要がある。

まず足の長さ（足長）と幅を示す足幅を計ることにより足全体の大きさを把握できる。足幅を測った部分の周囲を測ることで厚みと容積を知ることができる。足囲と呼ぶ。この足幅と足囲を測る方向は足長に対して90度などの一定角度で測るのでなく、足長方向とボール方向の交わる角度(74～80度)で測定するために、太さを厳格に表せない。

次に日本人の甲高はイタリア人と共に足

形状の特徴として靴技術誌に例示されているほどである。甲高の足に合わせる靴は靴紐やジッパーでの調整だけでなくアーチの高さと深さが異なるなどで靴設計では注意が必要である。その甲高の程度を知る測定点は判断し難いことから次のように定められている。足の内側甲部にある舟状骨疎面と外側に第5中足骨疎面を結んだ周囲線上の最高点を足高としている。レーザー光による足測定機では測定点の割り出しが困難なことから足長の2分の1点の甲部最高点と定めている。

踝の位置と高さは内側と外側は別々に測る。特に外踝の高さと位置はトップラインの位置と深さを決定する。

足幅を測定した角度、踵の突出点などが測られる。これらの測定値に基づいて靴は設計されて作られる。

4 サイズ方式とフィッティング

最も早く作り出されたサイズ方式はイギリスで1324年といわれている。このサイズ方式を決める時には多くの人の足を測定した。その結果、最大の足は13インチであったという。この最大の足が履く靴の大きさをサイズ13とギルド内で決めたという。次に一段階小さいサイズを12として1/3インチ(8.47mm)小さく作られた。順次1/3インチずつ小さくしてサイズ11, 10, 9, 8...としたサイズ方式とした。

次いで作られたサイズシステムはフランス方式で2/3センチ(6.6mm)の間隔で0からサイズがはじめられる。コンチネンタル式と呼ばれている。

この2方式が作られた時代では靴は左右が同形しか作れていない時代であった。しかも靴は依頼に応じて作り始めることから職人が顧客に応じて長さ太さなど調整するために厳格なサイズシステムは必要でな

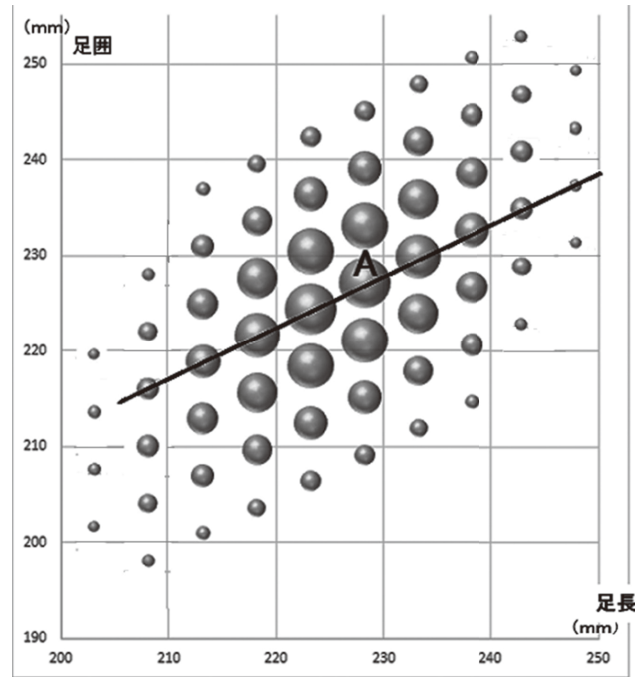


図1. 足長・足囲測定結果

かった。

既成靴を店頭販売するようになると、いかなる大きさをいかに少しずつ作り置きするかは、在庫管理面からもサイズシステムが正確でなければならなくなった。

そのことで各国とも自国消費者の足を測定して合理的なサイズシステムのあり方を研究している。わが国においても既に昭和初期には1万人の足を測り分析している実績がある。図1は、昭和63年に測定したデータ（成人女子）であるが、足長と足囲の分布の広がりが大でばらついていることがわかる。グラフの中に示した頻度は足長が5mm刻みで足囲は6mm刻みで区分けした中に入った人数である。

楕円形の中央部分（A）に分布した人数の割合は全体の5%しか存在しない。この中央部分（ライン上）に足に合わせた靴を作り置きしたのでは22%程度しか適合する人がいないという。ベルトや靴紐で調整できる靴でも41%程度に増えるだけである。

この適合する範囲を広げる工夫として敷

き革の厚みで調整したり、柔軟な甲材料に変えたり、履き口のスポンジなどで許容範囲を広げる工夫があったが、繊細さが求められるコートシューやバルモラルタイプでは受け入れられない変更である。まして、ドイツ子供靴WMSのように三種類の靴幅を作るとしたら異なった形の三種類のデザインを作る覚悟をしなければならない。三倍の部品と工具は、工程の煩雑さと三倍の在庫も覚悟しなければならないことになる。

サイズを選択を容易にするためにはサイズ間隔を狭めれば解決するとして、わが国が採用しているセンチメートル方式を推奨されたこともあった。わが国の0.5センチ刻みをさらに細かな0.25センチ刻みでサイズ割をしてフィッティング向上を図ろうとして話題になったことはあったが広まることはなかった。

全ての足にヒットさせるにはマス・カスタマーゼーションということになる。それは、欧州でのユーロシューでありブリストル方式で、「3日で届く」は魅力である。

5 靴の製法とフィッティング

皮革を主体として作る靴は食肉後の皮の処理問題のためだけでなく、使用時の耐久性や安全性、快適性等の理由から最適材料として使われてきた。何にも増して高級感がある材料と「使いこなす」ことで風格が出るといった使用感から愛好者が減ることがなく増え続けている。

そのことは高価格にもかかわらず供給量が不足する事態となっていて代替品が開発されてきた。そこで多くの国で靴の研究所を設けて合理的な皮革の靴への利用と代替品との性能差を見極めて活用を模索している。

その代替材料である素材は織布タイプや不織布タイプあるいは樹脂シートタイプなど様々であるが、強度等の性能が均一であることに加え、総じて成形性が優れていることや接着性が良好なことから省力化や自動化が図られた。自動化するには、靴型は精密な切削加工で作るために高額な設備費が必要であり僅かな変更もできない。

また、そのモールドに射出する樹脂の色や材質の変更も可能であるが射出するノズルやモールド内の清浄には手間がかかり、カスタムメイドや小ロットの生産には対応できない。そのため大量に消費される日常靴（カジュアル）タイプで使われる製法である。

また、この製法では発泡材（スポンジでなくセルラー）が多用されて軽量化が図れると共に緩いやきついの圧迫感が微妙に緩和される。このことで伸び縮みの少ない皮革よりフィッティングでは許容範囲が大きく有利である。

これに対して皮革材料は複雑な靴型表面に密着させるために2次元の型紙は甲部全体を皺なく被えるように分割してダーツを入れるなどして癖とりの工夫が必要であ

る。この切り分けたラインの接合部（縫い目）は硬化してしまうことから、歩行時の屈曲で足を圧迫しないことや屈曲切れを起こさない位置や方向にしなければならない。如何に合理的なラインで切り分けるかが設計の重要な課題となる。既に使われているデザインのバルモラル（内羽根）、ブラッチャー（外羽根）、モカシンなどは合理的なラインであるとして長年にわたって使われている確立された基本デザインである。

そのために、合理的に作られた基本スタイルの甲部であっても靴型に密着成形するには図2のように底面に引っ張り込んで、釣り込みで成形する。この引き込む力や方向はメーカーにより特長があり、独特のラインが生まれてくる。

したがって靴の内容積を計る研究が生まれることになる。フィッティングが変わってしまう要素として材料特性があり、適合した靴を探すことの難しさを示している。

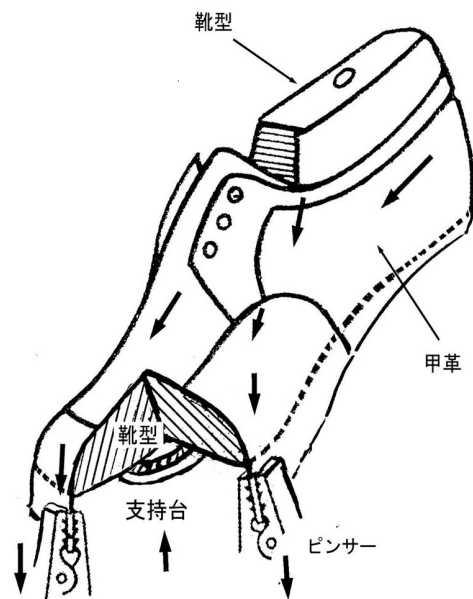


図2. 釣り込みによるパーツへの力のかかり方

6 おわりに

消費者にとっては自分の好みと「正しいサイズ」を選ぶことは難しいことである。自分好みの色を色見本から選び出して満足することは至難の業である。

「自分に適合した靴」を選び出すことも然りである。靴を作る基本である靴型の設計製作は購買意欲を刺激するためにターゲットを決めて、つま先形状やヒール高が決められる。それらの着用者にぴったり合う形状が作られる。そのためブランドにより故意に底面の反りを変えたり、フェザーラインを変えたりする市場を勝ち抜く手立てを加えている。サイズ体系がメーカーや販売店ごとに微妙に異なり、それ自体がノウハウであるために統一システムにならない。

足寸法の分布グラフ（図1）の楕円中心付近に最多数が集まっている。そこから足の代表者を数名選び出し、その人たちの着用試験でサイズが決定される。その代表者がエジプト型であったり、ギリシャ型であったり、方形型であったりするタイプ別に分けるべきであるとの提案がある。

大量に足を測定して足型を分析してサイズシステムを作り上げようとした研究もある。足の測定結果から3型に分けられるという独Tuebingen大学の報告がある。

I型：指が短く、ボール角度が大で、ボール部と踵幅広い

II型：指が長く、ボール角度は大で、ボール部と踵幅は中程度

III型：指の長さは中程度、ボール角度は中程度、ボールと踵の幅は細い

何れの型式でも25%～45%に収まるといふ。

フィッティングについて様々な研究や提案がされてきたが解決の糸口は遠い。レントゲンで靴を履いた状態を撮影して適合度評価をしようとした時代があったが、それでも緩いきつい判断できなかった。

履き慣らしで最適靴を探さなければならぬのだろうか。履き慣らすことで最適靴が得られるレベルまでフィッティング技術を高めたい。

参考文献

- ・Lavrie Lawlor, Where will this shoe take you? 1996
- ・Zach, Armitage, SATRA World Footwear Vol.32 2018/12
- ・Editor World Footwear. Vol.28, 2014/12
- ・Mike, Wilson SATRA World Footwear Vol.30 2016/1
- ・N, Breyer O.P 2009/10
- ・Sergio Dulio, World Footwear 2006/4
- ・Ian, Paris World Footwear Vol.33 No.3, 2019
- ・Editor World Footwear 2007/8 Measuring interior of footwear
- ・W. Schreier, Orthopadieschuhtechnik 2007/9
- ・M, Bremers Orthopadieschuhtechnik 2008/4