
靴のフィッティング問題について（1）

東京都立皮革技術センター台東支所 中 島 健

シンデレラだけが履ける魔法のかかったガラスの靴でも、脱げてしまうのはフィッティングの難しさを物語っている。靴が片足立ちでぴったりならば、足を浮かせると簡単に脱げてしまう。また、浮かせた足にピッタリの靴ならば、片足立ちでは締め付けが強すぎて歩行することは出来ない。このような難しさがフィッティングにはつきまとう。したがって、今日に於いても完全な誂え靴が作れないことから、未だに履き慣らしが欠かせないのが現状である。

また、フィッティング問題は全身の機能にも影響するとして、理想の靴を求めて多くの研究者や技術者が長い間努力している難しい課題でもある。

しかしながら、イギリスの最近の足調査では80%が間違ったサイズの靴を着用していると指摘している。また、ドイツの靴関連研究機関の足調査によると82%が正しくない靴を着用していると報告している。そのため多くの人が足に変形をきたしていると言う。

そのフィッティング問題の実態について、問題点を明らかにし整理して改善の手立てにつなげたいと考えた。そのためには、次の事項について整理する必要がある。

足と靴型の関係

靴型と靴の関係

靴と足の関係

である。

足と靴型の関係

1) サイズをシステム化

靴を大量に生産することが出来なかった時代では、足を測るという行為は全て誂え靴を作ることが前提であった。それは測る人と靴を作る人は同一であることでもあった。そのことはインチやセンチなどの決められた単位で測る必要はない。足の外形を描いておいて、太さを測る位置を紐などで周囲長を印しておけばよい。その目印に合わせた靴型を使えば足にあった靴が作れる理屈になる。そのうえ誂え品は顧客に直接手渡せることで、若干の調整もできた。精度もこの程度で事足りていた時代でもあった。

靴の大量生産ができる時代になると、店頭に並べておく既成靴方式が主流になり、このことで靴の大きさはきちんと定めておく必要が出てきた。万遍なく既成靴を行き渡らせて且つ快適な適合度と在庫量などの経済的理由からサイズシステムの方法は重要になったことは当然である。特に、ある大きさから次の大きさの間隔（ピッチ）を如何ほどにするかは、その利便性から国などの地域全体でサイズシステムとして統一されていることが不可欠になる。

我が国では足長を5mm等差に規格化されているし、フランスやドイツでは7mmに、イギリス、アメリカでは8mmである。この足長のサイズ揃えだけを細かくすれば

適合度が向上するのではなく、如何に太さ（足囲）を考慮するかが認識されるようになってきた。それを合理的に割り出しするには対象者の足データを正確に把握しておきシステム化して、在庫のサイズ揃えをすることが必要である。

その基準を作るには誰が測っても一定な測定値が得られるようにしなければならないが、対象となる足は柔らかい上に、様々な場面で大きさや形が変化してしまう。したがって足に関わるそれらの問題を把握しておき、測定位置と測定する条件を定めて統一しておくことが必要である。これがフィッティング問題を考える一歩でもある。

2) 足の測定の難しさ

足の容積変化は、エコノミー症候群として知られている特別な状態だけでなく、日常生活においても変化している。健康体の人でも、足部の体積が4～8%以上にも変化することが報告されている。これは、厚めの靴下を着用した以上の膨張であり足囲が1cm大きくなることでもある。

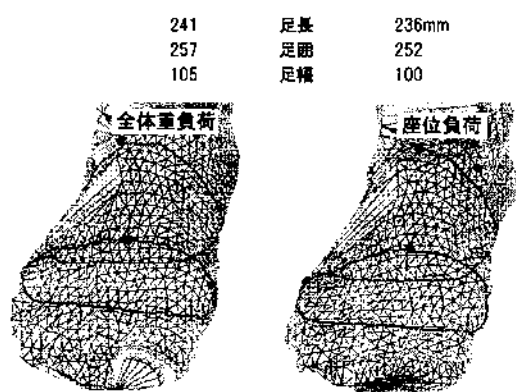


図1

また、足に体重をかけるか否かで足の形・寸法が変化することは簡単に実感できることである。靴の購入時に適合具合を試着して調べる時に、立ち上がり且つ爪先に体重をかけて、足への圧迫感を判断するだろう。足が一番大きい状態で靴の締め付け程度を

調べていることになる。これは体積が変化するのではなく、周囲長が変化するためである。

これは何れの状態で足を測るかを定めなければならないということである。このことは昭和10年に業界から発行の「製靴読本」には既に記載されている。その中で、測定は立位で体重を両足に平均にかけた状態で測定することとしている。それ以来、我が国で測定する条件は立位が常とう手段となっている。

図1はレーザー光線利用の足計測機で測定した無負荷時と全体重を足に加えた時のボール部（足囲）断面を表したものである。無負荷では高さが高く丸みを帯びている形状であるのに対して体重を掛けると断面は横に広がり高さが低くなる。この変化で重要なことは断面積が変化しないのに周囲の寸法が大きくなることである。このことがシンデレラの靴が脱げてしまった原因でもある。

表1は座位と立位の足の変化を示したデータである。この変化は平均値であり個々に異なることから、座位と立位の寸法を変換するのは危険であるとしている。

表1 座位と立位の足寸法変化

測定部位	座位	立位	差
足長	260.1	263.1	3.0
70°足囲	245.7	249.4	3.7
70°足幅	99.1	101.2	2.1

※フランス人成人男子500人の平均値

米国における足の調査では（PFA処方靴協会）では無負荷から立位での足の広がりや左右で異なっていて、その差は半サイズ（4.2mm）から1サイズ（8.4mm）にも及んでいたという。どちらの足が大きくなるかは個人で異なる事から、左右の靴を同時に試着してサイズは決定すべきであるとしている。

また、このことから足の測定は立位で測定すべきであると結論している。しかしながら、同じ米国の規格（ASTM F539）での測定条件ではいまだに座位で測定するように指示されているのが現状であり統一されていない矛盾がある。歴史的に長い間、座位で測定してきた欧米にとって、習慣を変えるのは容易なことではなく混乱が続いていると言える。

最近の測定では光線による精度の高い機器が開発されている。その機器による足の形寸法のデータはCAMによって足形が削り出しで再現できる。しかしそれを靴型として靴を作ってもフィッティングの良い靴が作れないことが指摘されている。これはその足形が最も大きな時に測定したことで締め代が全く考慮されていないためである。

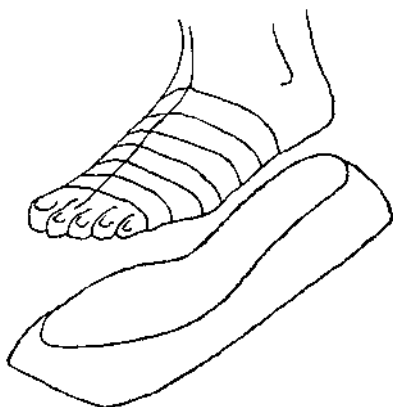


図2

すなわち新しい計測器が靴を保持するための締め代を全く考慮していないことと、足に加わる体重の配分を限定していないことが実用に至らない原因である。さらに両足を開いた状態で測定しなければならないことも自然体でなく着用状態と異なるとの指摘さえある。

着用状態に合わせた足を測定して誂え靴を作ろうと開発されたシステムが我が国にはある。「かがみ式靴設計法」である。これは測定台をヒールのつけた靴の高さに作り、その上に立って足を輪切り状に周囲長

さを締め付けながら測定する。図2は靴の着用状態で測定する方法である。

表2

年齢	男 性 (191人)			女 性 (166人)		
	19~23	24~30	30以上	19~23	24~30	30以上
平均値	6.06	5.25	5.52	7.11	6.95	7.02
標準偏差	2.312	2.505	2.306	2.950	2.499	2.907

因みに、平面での立位を巻尺で強く圧迫（500gf）して測定して締め代を割り出そうとの試みたこともある。表2の平均値とは巻尺の張りを通常どおりで測定した値から圧迫して測定した値を差し引いた値であり、男女別、年代別のデータである。

この測定から女性の足は男性の足より柔らかく締め付けることで変形しやすいことが確認できた。このことはフィッティングの許容範囲が大きいということでもある。

我が国には足を若干締め付けて合わせようとする考え方があった。以前に制定（1962年）された日本標準規格（JIS）の革靴のサイズ方式では、足長を5mm等差で区切ることは現在と変わらないが、太さ（足囲）に締め付け程度を示すために足寸法に対して靴型寸法を小さくした値で決めていた。そしてその足寸法と靴型寸法の関係は成人男女では靴型の方が10mm～12mmほど小さく規定された。この規定から靴型が小さい分だけ足を締め付ける寸法であるとして、「ころし」と呼んでいた。逆に子供靴ではゆとりが必要であるとして靴型の方が大きくなっていった。この靴型でサイズを表示するのは、柔らかく変形しやすい足の大きさの基準を表示するのではなく、形が変わらない靴型の大きさをサイズを表示しようとする考え方である。このことは、以前は多くの国で採用していた考えでもあった。

また、足指を曲げることにより足の寸法変化が起きることも重要である。

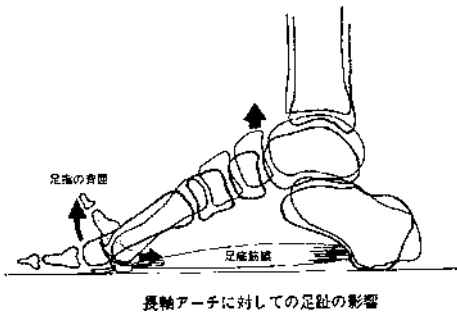


図3

歩行などで踏み切る際に足の指が曲げられると足の変形は起きる。図3のように上方（背屈）に曲げると足底筋膜群は足指に巻き上げられ甲が高くなる。

ヒールによって踵を4cm上げると甲の高さ（インステップ部）は7mm押し上げられたという報告もある。このことで踏まずの距離（ボール・ヒール距離）は縮む。甲が高くなることでブーツなどの甲全体を包むタイプ靴では足踵部が靴後部に押し付けられて靴擦れになることがある。

また、足指が背屈されると、踏まず部は短くなるものの、ボール部関節の動きで足底面の長さが増加する。このことが、靴につま先余裕を付けなければならない理由である。この様にこれらの伸び縮みは左右で異なることがフィッティング問題は複雑であると言われる所以である。

3) 足の測定と分類

測定箇所

足の大きさは長さ（足長）、幅（足幅、

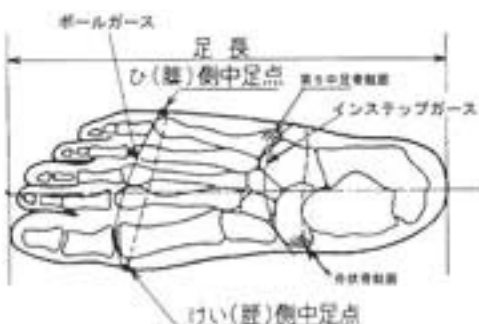


図4

足囲)、高さ（甲高）を代表値として測られて表わされる。

- ・足長は踵の後端からつま先先端までの直線距離を測定する。

- ・足幅はボール部を直線距離を測定した値とその位置の周囲長さを測り足囲として表わされる。この足囲は足長に近い値を示すことから足の太さを示す値として用いられてきた。

- ・足高さは舟状骨の高い個所を定められている。ここはインステップガース（図4参照）の基点でもある。この舟状骨上面は腱や筋肉によって触手で確認できないことから、舟状骨粗面（舟状骨の内側即ち、けい骨側に出っ張っていて容易に判断できる）を探りあてて上部を判断して床面からの高さを測定して足高としている。また、インステップガースはこの足高位置と舟状骨粗面を通り第五中足骨粗面（ここも触手で確認が容易）を経た周囲長さで測定する。

この他に内外の踏まず長さ、踝高さなど数箇所寸法を測定する。これらのデータを基に男女や子供大人などに区分けしてサイズ分類して作りおく数量を予測して揃える。

この骨格を基準としている事は合理的に思えるが、舟状骨前面は探り当てることは不可能なことから、今では足長の $\frac{1}{2}$ の位置を計測することが多い。

足の測定値を分類 作り揃えておく既製靴方式では、顧客の選択を合理的に予測することが重要となる。それは流行などの嗜好に重きを置く以上に、顧客の足に合う靴を取り揃えておくことである。顧客に合う形・大きさの靴（各サイズ）を要求される人数分を取り揃えておくことで在庫量を最低限に保ち、販売の機会を逃さないことが経済的に欠かせない条件である。

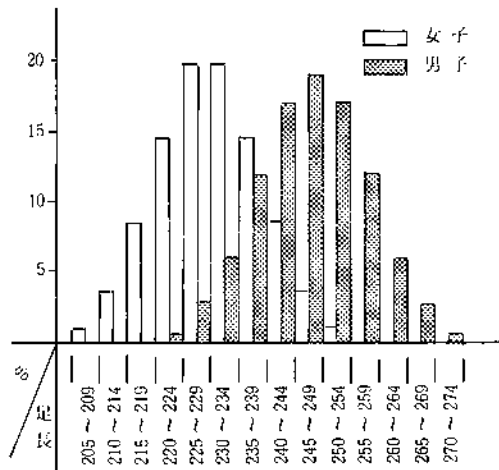


図5

足の形・寸法は大きさの違いによって一定の割合でプロポーションが変化するのでなく様々な形になっている。千差万別であることから、前記した様々な多くの個所を測定して比較する必要があることになる。それらを分類するには先ず最も変化が大きい測定項目の分布を調べ、次に大きな変化の項目で分布を調べる。足長だけの分布では図5のような分布になるが、次に足長と同じ程度にばらついている足囲で再分類すると図6のようになる。これは、1979年に調査した日本人の成人男性のデータである。

図の中の数字は足長と足囲が同じような人が1,000人中に何人いるかを示している。平均値に近い足長が245mmで足囲が245mmの人が1,000人中に44.5人がいたことを示している。区切った5mm等差で靴を作っても5%以下しか適合できないことを表している。

この他に足高を加味すると更に適合者が少なくなる。とても作り置くことは出来ない。従って、現実の許容範囲が5mmではなく、それよりも大きいことが想像できる。それを探ることがフィッティングの解決につながる。

図7は前述した昭和10年発行の「製靴読本」に掲載されていたグラフである。掲載

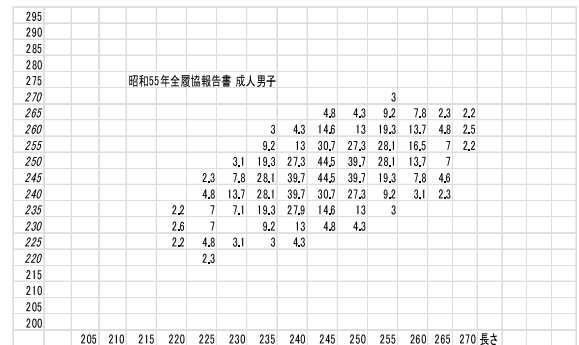


図6

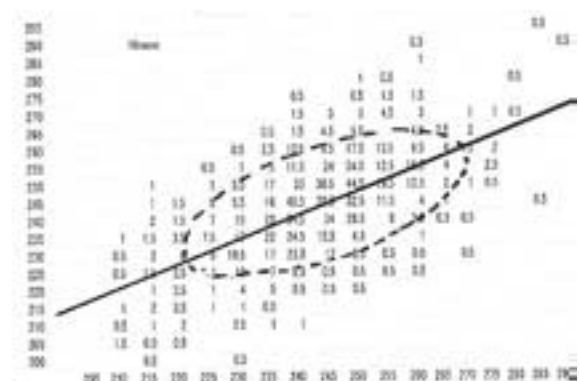


図7

されているデータは一人で全国に赴き、成人男子2,000人を計測したものである。図中の楕円の点線は図6の昭和53年度のデータの出現範囲を示したものである。当時は足の大きい人と小さい人、太さもばらばらであって靴作りが容易でなかったことが伺える。これは一般的に靴の着用が少なかったことや栄養状態の不均一だったことが想像できる貴重な資料でもある。

このグラフの作成と足の計測者は不明であるが貴重な統計処理を残したといえる。欄外には「足が大きいと細長い形になっていることを発見した」と書かれていて、プロポーションが変わるアロメトリ現象の発見である。図中の直線は現在のJISのサイズ表示で足囲EEを示すラインである。ラインに近い人は市販されている一般的な太さの靴に適合しやすい足である。昭和10年では適合できる人は少なく、多くの人が辛い思いをしていたであろう。

甲の高さもサイズ分類に入れないと不都合が生じる人が出てくるので、ブーツなどの靴種によっては分類項目に入れる必要がある。幅でさえ規格があるものの店頭には同種の靴で二種の幅が見られないのが現実であり、これ以上の項目を設けることが出来ない。誂え靴での対応が合理的と考えられている。

両グラフとも5mm等差で区切られているが、如何ほどで区切るかは統計学的な見地ではなく、足を痛めることもなく、経済的に有利であるかは関係者が研究しなければならない課題である。何れにしてもイギリスやドイツの足調査で「適合しない靴を履いている」結果が80%とは衝撃であり内容の確認をしたいところである。

参考文献

- 1) Monika Richler、既製靴の底面Fussbettungen im Konfektion Schuh Schuh – Technik 12/97 (足問題が全身に)
- 2) N. Breyer Fussfutteral箱靴 Orthopadieschuhtechnik 10/2008戦争有利
- 3) 編集部 スキャン技術；足から靴型へ Orthopadieschuhtechnik 10/2007
- 4) W・Schreier 靴型職人の緊張 Orthopadieschuhtechnik 09/2007
- 5) 石塚忠雄 新しい靴と足の医学 金原出版株 7/H7
- 6) W・Schreier Der Weg zum passenden Schuh (フィットする靴への道) Orthopadieschuhtechnik 10・2010
- 7) Nike Breyer Leben auf krummem Fuss (曲がった足) Orthopadieschuh 10/2009
- 8) 東京靴同業組合刊 製靴読本 6/S10
- 9) Wilfried Diebschlag Volumenschwankungen im Bereich der Fusse (足の容積変化) DASLEDER 1/1972
- 10) M. Bernard Chaussant et Analyse de la population (足の計測) Technicuir 4/1979
- 11) ASTM F539 運動靴のフィッティング (全身に影響)
- 12) Jivka Ovtcharova Schuh fur dus 21. Jahrhundert (誂え靴) Schuh-Tech 1997
- 13) Dulio Mass Customisation For Footwear World.Footwear 4-2006
- 14) Bill Tppit Size Gamble World Footwear 6/2007
- 15) W・シュライアー Leistensohlekostruktion (靴型の底) 10・2009
- 16) 大塚斌 はきごこち 築地書館 12/1991
- 17) 山崎信寿 足の事典 朝倉書店12/1999
- 18) W・Schreier Schuhtechnik 3-08 1812旋盤
- 19) EUROShoe Project ユーロ靴プロジェクトWorld.Footwear 12/2004
- 20) Bill Tippit If the shoe fits 6-06 WF(内外同形大量生産)
- 21) N. Breyer Zeigt her eure Fusse足を見よう Orthopadieschuhtechnik 8-2010
- 22) 菅野英二郎 東京都皮革技術委託研究報告 平成3年度
- 23) 全日本履物団体協議会 靴型規準作成の調査研究報告書 4・1978
- 24) Laurie Lawlor Where will this shoe take you? Walker and Company 1996