

氏名	中山 憲太郎			
学位の種類	博士（保健学）			
学位記番号	甲第33号			
学位授与の日付	2017年3月14日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
学位論文題目	<b>Establishing reference sizes for the rear portion of the foot for use in designing lasts for women's shoes</b> <b>靴型設計時における成人女子用後足部基準値表の作成</b>			
論文審査員	主査	新潟医療福祉大学	教授	阿部 薫
	副査	新潟医療福祉大学	教授	江原 義弘
	副査	新潟医療福祉大学	教授	真柄 彰

## 論文内容の要旨

日本で唯一の靴の規格である JIS S5037規格（以下 JIS 規格）は足長と足囲、もしくは足長と足幅の計測数値を表に当てはめ、その表記の付いた靴が自分の足に適合しやすいという目安になるものである。基準値表は三種類あり、成人男子用（12歳以上）、成人女子用（12歳以上）、子供用（11歳以下の男女）に分かれている。また、靴の世界基準である ISO 9407 SHOES SIZES では足長と足幅で規定しているため日本の JIS 規格とも整合している。しかし、これらの規格も足長と前足部のみの基準であり後足部に基準はない。これは、靴メーカーが多くの靴型を保持できないこと、後足部製作はヒール等による靴型底面の影響を受けやすいことなどの製作者側の都合による理由が考えられる。靴消費者は後足部の適合性に関して要求度は高く、特に女性の多くが踵部に靴ずれなどのトラブル経験があると報告されており問題となっている。このため本研究では高い適合性の靴製作のため現状の靴のヒールカーブ最突出高と足の踵最突出高の違いを分析し、さらに今回の研究データから JIS 規格に連動する成人女子用後足部基準値表を作成することを目的とした。

現状のヒールカーブ最突出高と踵最突出高の違いを分析するために、対象靴は一般的に市販されている日本製革靴でインソールが取り外せないものとした。また、対象靴のサイズは235mm 表示の靴とした。ヒール高は25mm とし、別々のメーカーで製作され、床に置いた時にぐらつかず安定した靴、12足とした。デザインは、スリポンタイプデザインの靴だけとした。

また、足の計測は中山靴店に来店し足型計測を希望した女性健常者473名、計946足を対象とした。被験者は JIS 規格に基づき195mm～270mm サイズ、ウィズ A～F の範囲内とし、年齢は JIS 規格の成人女子用表の基準に基づき12歳以上とした。

靴の測定方法は専用の計測器具を開発して使用し、靴の内側からヒールカーブ最突出高を計測した。また、メジャーを使用し靴の内側から靴長を計測した。

足の測定方法は三次元足型計測機（DREAM GP 社 JMS-2100Cu）の制御 BOX に片足ずつ足を入れ自然立位にて計測した。計測項目は足長、足囲、足高、足高角、踵最突出高とし、足高は足長の55%の位置断面の最高点の高さとした。

結果は予想していた通り、靴12足のヒールカーブ最突出高は平均17.6 (±3.5) mm で標準偏差が大きく統一性はなかった。235mm 表示の靴でも、デザイン的な理由により靴毎に靴長は異なる。そのためヒールカーブ最突出高と靴長との関係性を検証したが  $r = 0.32$  で相関はなかった。

靴と足のヒールカーブ形状の適合性を見るために、ヒールカーブ最突出高と踵最突出高の高さを同サイズで比較したが  $r = 0.17$  で相関はなく、足の形状が靴のヒールカーブに反映されていないことが判明した。これは靴型のヒールカーブ製作に明確な基準がないため各メーカーが持っている独自データや、技術者の勘と経験で製作されているためであると考えられた。また靴型のつま先部がデザインに大きく影響するため、新しい靴型を開発するよりも販売実績の高い現状の靴型をベースとして後足部は変更せず、つま先部のみを変更した方がコスト削減になるためと思われる。やはり踵にトラブルの起こりにくい靴型を製作するためには後足部の基準値表が必要だと考えられた。

踵最突出高とそれぞれの関係性は足長が  $r = 0.54$ , 足囲は  $r = 0.51$ , 足高は  $r = 0.44$  であった。踵最突出高と足長に  $r = 0.54$  で相関が最も高く JIS 規格における同サイズの隣り合うウィズ変化には有意差がなかったことから、靴型のヒールカーブ最突出高はサイズに比例して変えなければならないと考えられた。踵最突出高は踵骨のアライメント変異が影響しているのではないかと考え、踵骨隆起後端上面部の前後傾を足甲角から検証したが  $r = 0.13$  で相関はなかった。これにより内側縦アーチの高低は踵最突出高に影響しないと考えられた。これまで靴型後足部に関しては先行研究も乏しく、基準になるものが無かったがために女性靴消費者の踵部に多くにトラブルが発生していたが、本研究により今まで経験と勘により製作されてきた靴型後足部に一つの基準を作る事が可能となった。

今回の実験により足長と踵最突出高に高い関係性があることが判明した。つまり、足長が長い人ほど踵最突出高は高く、足長が短い人ほど踵最突出高は低くなるという予想外の結果であった。現状の靴の後足部にはこのような事が反映されていないことも分かり、基準を作る必要性が示唆された。

これまでは足長と踵最突出高の関係が不明であったため統一基準が存在しなかったが、本研究において比例特性も明らかになったことから JIS 規格に連動する成人女子用後足部基準値表を提案した。今後は、この数値に基づいた靴型から靴を製作し適合性の研究をする予定である。

キーワード：靴型 (Shoe last)；靴計測システム (Shoe sizing system)；踵形状 (Heel curve)；後足部 (Rear portion of the foot)；足囲 (Ball girth)；足幅 (Ball width)

## 論文審査結果の要旨

本論文は、靴型設計時における成人女子用後足部基準値表の作成に関する研究である。

日本の靴の歴史は浅く約150年前から一部の人々に履かれ、1950年代から靴を履く習慣が一般に普及した。1977年には履物実態の把握や靴型基準作成の調査研究のため全日本履物団体協議会が設立され1983年に一般歩行用の靴の規格 JIS-S5037が制定された。この JIS 規格は1994年に改訂され現在のよう足長と足囲、足長と足幅で表記するように改められた。日本で唯一の靴の規格である JIS 規格は足長と足囲、もしくは足長と足幅の計測数値を表に当てはめ、その表記の付いた靴が自分の足に適合しやすいという目安になるものである。また、靴の世界基準である ISO 9407 SHOES SIZES では足長と足幅で規定しているため日本の JIS 規格とも整合している。

靴の規格は各国独自に存在し、ドイツでは子供靴の規格としてつくられた WMS システムがある。このシステムは各サイズに対して足幅を（広い）（普通）（狭い）の 3 種類に規定したもので幅だけでなく、つま先の高さ、つま先の長さ、ボールジョイントの位置も規定している。日本以外のアジアの国でも靴の規格は存在しており、台湾では日本と同じ足長と足囲、足長と足幅で表記するシステム CNS4800 があり、中国では ISO 9407 と同じ足長と足幅を表記する GB/T3293 がある。

しかし、どの規格も足長と前足部のみの基準であり後足部に基準はない。これは靴メーカーが多く靴型を保持できないこと、後足部製作はヒール等による靴型底面の影響を受けやすいことなどの製作者側の都合による理由が考えられる。

靴消費者は後足部の適合性に関して要求度は高く、特に女性の多くが踵部に靴ずれなどのトラブル経験があると報告されており問題となっている。それにもかかわらず足囲、足幅の研究や靴型の研究、3D スキャナーを使った足の分析研究など前足部についての研究は多く報告されているが、後足部、特に踵の形状についての研究は非常に少ない。

本研究の独創性は、高い適合性の靴製作のため現状の靴のヒールカーブ最突出高と足の踵最突出高の違いを分析し、さらに今回の研究データから JIS 規格に連動する成人女子用後足部基準値表を作成したことである。

対象は中山靴店に来店し足型計測を希望した12歳以上の女性健常者473人、計946足を対象とした。被験者は JIS 規格に基づき19.5~27.0cm サイズ、ウィズ A~F の範囲内とした。一般的に市販されている日本製革靴でインソールが取り外せないものとした。サイズは235mm、ヒール高は25mm とし、それぞれ別のメーカーの靴12足とした。足の計測方法は、三次元足型計測機（DREAM GP 社 JMS-2100Cu）を用い、計測項目は足長、足囲、足高、足高角、踵最突出高とした。足高は足長の55%の位置断面の最高点の高さとした。靴については、専用の計測器具を開発して使用し、靴の内側からヒールカーブ最突出高を計測した。

結果として、靴のヒールカーブ最突出高は平均 $17.6 \pm 3.5$ mm で標準偏差が大きいことから、靴によって様々であり統一性はなかった。踵最突出高の実数値は実験対象の靴と同じサイズ、足長235mm で踵最突出高 $16.8 \pm 2.5$ mm であった。この同サイズにおけるヒールカーブ最突出高と踵最突出高は  $r = 0.17$  で相関はなかった。

踵最突出高とそれぞれの関係性は足長が  $r = 0.54$  で最も高い相関が示され、足囲は  $r = 0.51$ 、足高は  $r = 0.44$  であった。足高にもある程度の相関があったことから足高角を算出し踵最突出高との関係性を検証したが  $r = 0.13$ （半角）で相関は示されなかった。さらに、同サイズに隣接するウィズ毎の踵最突出高の変化を検証したが、ウィズが一つ変わっても踵最突出高に有意差はなかった。

足長と踵最突出高に高い相関が認められたことから、現状の JIS 規格に踵最突出高を加えることが可能となった。これまでは足長と踵最突出高の関係が不明であったため、統一基準が存在しなかったが、本研究において比例特性も明らかになったことから JIS 規格に連動する成人女子用後足部基準値表を提案することができた。

今後の研究展開の中で取り組まれるべき課題として、この数値に基づいた靴型から靴を製作し、実際の適合性に関して追及していくことが望まれる。

以上のことから、審査委員会は本論文を博士論文に相応しいと認める。