

# 靴の医学

---

Volume 32  
No. 2

2018

編集

日本靴医学会

# 第 33 回日本靴医学会学術集会のお知らせ

第 33 回日本靴医学会学術集会を下記の要領にて開催いたします。  
皆様からの多数の演題とご参加をお待ち申し上げております。

## 【開催概要】

会 長：野口昌彦 東京女子医科大学 整形外科客員教授  
至誠会第二病院 整形外科診療部長・足の外科センター長  
会 期：2019 年 11 月 9 日（土）・10 日（日）  
会 場：東京女子医科大学 弥生記念講堂（〒162-8666 東京都新宿区河田町 8-1）

## 【テーマ】

体のバランスは靴選びで決まる

## 【プログラム予定】

- 特別講演：柴 俊夫氏（俳優・こどものための柴基金代表）
- 教育研修講演
- ランチョンセミナー
- ハンズオンセミナー
- 主題（糖尿病，スポーツ，リウマチ，ハイヒール，小児，外反母趾・強剛母趾，扁平足など）
- 一般演題

## 【演題募集期間】

2019 年 6 月 4 日（火）～7 月 25 日（木）

## 【演題登録方法】

演題登録はインターネットからのオンライン登録とさせていただきます。  
詳細は学術集会ホームページ「演題募集」をご確認ください。  
ホームページ：<https://convention.jtbcom.co.jp/kutsu33/>

## 【お問合せ先】

<事務局>  
東京女子医科大学 整形外科学教室  
〒162-8666 東京都新宿区河田町 8-1

<運営事務局>

株式会社 JTB コミュニケーションデザイン

ミーティング & コンベンション事業部

〒105-8335 東京都港区芝 3-23-1 セレスティン芝三井ビルディング 13 階

TEL : 03-5657-0775 FAX : 03-3452-8550

E-mail : kutsu33@jtbcom.co.jp

# 靴の医学

---

Volume 32

No. 2

2018

編集

日本靴医学会



## 原 著

## 靴の基礎 (作成)

デジタルカメラ画像による足型測定システムの開発 —外果端高測定法の開発—	林 政喜ほか	1
立位足底圧の簡易測定法の開発	林 政喜ほか	5
靴型設計時における足高・足囲高基準値表作成のための 基礎的研究	稲岡 千秋ほか	9

## 靴の基礎 (機能)

糖尿病患者の履物の Rigidity と Flexibility に関する 臨床的検討—第3報—	新城 孝道	13
外反母趾による歩行時の症状の軽減のために開発された 鼻緒靴の効果に関する研究—第1報—	宇土 博	19
従来の免荷法から改良した免荷サンダルの試作と 基礎的検討	遠藤 拓ほか	29
靴の適合化による足部形態の変化～小学生と高校生を 対象とした1年間の追跡調査～	小島 聖ほか	35

## 靴の基礎 (横断的研究)

外反母趾術後に使用する シューカバーについての検討 —第2報—	杉澤 千秋ほか	41
小学生と高校生における足と靴の実態調査	二谷 彩ほか	44
大学相当の自衛隊教育機関における 新入生の足のサイズと短靴による痛みの関係	畔柳 裕二ほか	49
足育 (あしいく), 足と靴の健康教育 —学校現場における取組—	濱田 哲ほか	54

## 足の外科

静止立位と歩行の浮き趾の変化に関する検討	横田 裕樹ほか	58
----------------------	---------	----

中学野球選手の足部アーチ機能の 変化が与える影響……………青木 光基ほか……………	63
一般成人における足底感覚と足部形態との関係……………山口 楨介ほか……………	67
Real-time Tissue Elastography による 踵部脂肪褥硬度測定の有用性の検討……………前道 俊宏ほか……………	72
小学生サッカー選手の足部疼痛と活動時間の関係 ～保護者アンケートによる調査～……………坂口 顕ほか……………	77
術前外反母趾角と外反母趾術後の疼痛との 関係について……………杉澤 千秋ほか……………	82

膝

変形性膝関節症に対する足底挿板療法 —第3報：FTA の経年変化に関する検討— ……内田 俊彦ほか……………	87
---	----

シンポジウム

足部の三次元的な形状変化とフィッティングを考える —フルマラソン走破前後での足部の形状変化と その回復について—……………深野 真子 ……	93
パンプスの靴売場動向と正しい靴認識を育てるために 靴医学界に求めたいこと……………大谷 知子 ……	96
ランニングにおけるシューズの運動学的, 生理学的効果とランニング関連障害への影響……………小久保哲郎ほか……………	101

教育講演

ハイヒールの素晴らしさについて ～予防医学に通じる「歩き方」と「靴の履き方」の 重要性について～……………マダム由美子 ……	105
ファッション性と快適性の両立を目指した ハイヒールの検討……………山田 泰之ほか……………	116

---

---

ランチョンセミナー

歩行とランニングのバイオメカニクス

—その時靴は何をしているのか—……………橋本 健史 …… 121

総 説

子ども靴に必要な 10 の機能 ……………塩之谷 香ほか………… 127

コラム

足底挿板は前屈姿勢の

脊椎アライメントを変化させる……………船引 達朗ほか………… 132

木造軸組構法住宅の法改正と

小児靴における安全基準の一考察……………青山 祐美ほか………… 137

# 巻頭言

日本靴医学会理事長 宇佐見則夫

私が理事長に就任して1年3カ月が経過しました。先の第32回靴医学会学術集会で発表の機会を得ることができまして今後の活動方針について述べさせていただきました。ここでは改めてその内容について記したいと思います。全般的な活動については本学会が設立された当時の理念は変わりはなく、それに沿った活動をしたいと思いません。しかし、具体的にはどのように本学会を推し進めていくかについては周知されていないためこの紙面を借りまして説明したいと思います。

まず第1には会員数の増加です。ここ数年の会員数は少しずつ減少傾向にあります。これは整形外科の医師の中でさえも認知度が低いことを反映していると思います。学会として活性化を図るためにも正会員はもちろんのこと、準会員・賛助会員の数を増やしていきたいと考えています。

第2には他学会との交流の活発化です。靴は歩行のためだけでなく足底板も含めて疾患の治療や予防のために使われます。スポーツや足部変形・糖尿病足・関節リウマチ足・スポーツ障害・小児の足の正常な発育のアシストなど装具が必要とする状態は他の学会と深い関係を密にしなければ正しい進歩はできません。昨年はフットケア学会、下肢救済学会において本学会の会員による発表をさせていただきました。今後とも継続させ議論を深めるとともに、他の学会との連携も広げていきたいと思いません。会員の皆様におかれましてはぜひともご協力をお願いするとともに靴医学会の意見を必要とする学会がありましたら積極的に声をかけて下さい。よろしくお願ひします。

第3は各委員会の活動の活発化です。特にフットケア、小児の足、婦人靴、スポーツ靴などは医療関係者だけでなく一般の人々にもかんしんがあることです。こちらから情報を発信させることにより多くの人からの関心と興味を得ることができます。ぜひとも活動を深め本学会の発展につなげたいと思っています。

ただ、これらのことは少数の人たちだけでできることではありません。皆様の協力をえて、初めて成し遂げられることと思いません。皆様と新しい未来を歩んでいきたいと思っています。今後ともよろしくお願ひします。

# デジタルカメラ画像による足型測定システムの開発

## —外果端高測定法の開発—

### Development of the measurement system of the foot size using a digital camera

#### —Measurement method of the sphyrion fibulare height—

<sup>1)</sup>九州産業大学

<sup>2)</sup>アサヒシューズ株式会社

<sup>3)</sup>九州大学

<sup>1)</sup>Kyushu Sangyo University

<sup>2)</sup>ASAHI SHOES, LTD

<sup>3)</sup>Kyushu University

林 政喜<sup>1)</sup>, 隅田 康明<sup>1)</sup>, 泉 貴浩<sup>2)</sup>, 合志 和晃<sup>1)</sup>, 松永 勝也<sup>3)</sup>  
Masaki Hayashi<sup>1)</sup>, Yasuaki Sumida<sup>1)</sup>, Takahiro Izumi<sup>2)</sup>, Kazuaki Goshi<sup>1)</sup>,  
Katsuya Matsunaga<sup>3)</sup>

**Key words :** 外果端高測定法 (measurement method of sphyrion fibulare height), 足型測定器 (measurement system of foot size)

#### 要 旨

外果の位置情報は靴を設計・製造する際に必要な情報である。そこで、瞬間の静止で足長や足背高などを測定可能な足型測定器を用い、外果位置の測定が可能な測定システムの開発を行った。開発したシステムと手計測、正確に外果端高を測定できる器具による測定値との比較を行った結果、本測定器での外果端高の測定精度は、平均差 1.12 ± 0.12mm, 最大差 2.2mm, であった。手計測で

は、最大 3mm, 平均差 0.59 ± 0.16mm であったが、実際に人を測定する場合は、さらにこの精度は低下するものと考えられる。本測定器では、デジタルカメラ方式を取り入れたことにより、一瞬(約 1/30 秒)の静止さえあれば測定が可能であるため、手計測よりも短時間で測定を行え、体動のある子どもの測定も行える利点がある。

#### 緒 言

靴の製造において、外果端高の情報は靴のアップアの腰皮部を設計・製造する際に重要な情報であり、その位置を測定できることは、より履きやすい靴を製造することにつながる。現在、外果端高を含む足型を測定する方法としては手計測が主であるが、手計測は足型の測定においても、体動による誤差や尺の読み取り誤差により高い精度で

(2018/10/30 受付)

連絡先：林 政喜 〒813-8503 福岡県福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学 基礎教育センター  
電話番号：092-673-5417 Fax 番号：092-673-5471  
E-mail アドレス：masaki@ip.kyusan-u.ac.jp

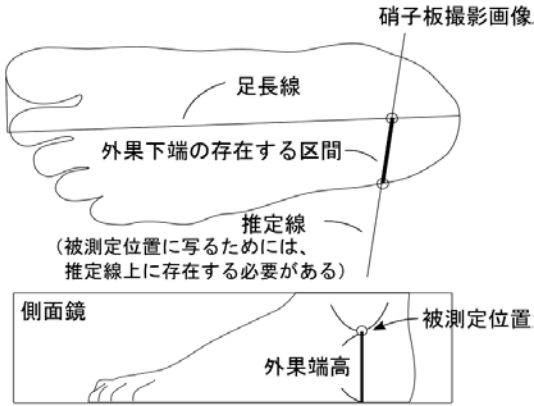


図1. 足底面における外果端位置の推定法

の測定は困難であることが知られている<sup>1)</sup>。また、手計測は機械測定よりも長い時間を必要とする。他の方法としては、藤田ら<sup>2)</sup>はレーザ走査によって三次元的に足首から下を約13秒で測定する三次元足型自動計測機を開発している。しかし、足の周囲を走査するために両足を同時には測定できないことや、全走査にある程度の時間が必要であるために体動による誤差が発生しやすく、体動を抑制できない子どもの測定が難しいことなどの問題点がある。これらの問題を解決するために、筆者らは画像取得時間の短いデジタルカメラ画像を用いた足型測定システムの開発を行っている<sup>3)</sup>。本研究では、その足型測定システムに外果端高の測定機能を追加し、外果端高の測定可能な足型測定システムの開発を行った。

## 方法と対象

### (a) 測定システムの概要

筆者らは、画像取得時間の短いデジタルカメラで撮影を行い、画像解析によって測定を行う方式の足型測定器を開発している<sup>3)</sup>。本測定器は透明な足置き硝子板の下にカメラを配置し、鏡を通して硝子板上に立位した人の足底面を撮影する。また、足側面に斜めに傾けた鏡（以下、側面鏡）を設置することで、足底面と足側面の画像を同時に取得することが可能な構造である。測定器は取得した



図2. 実験に使用した石膏足

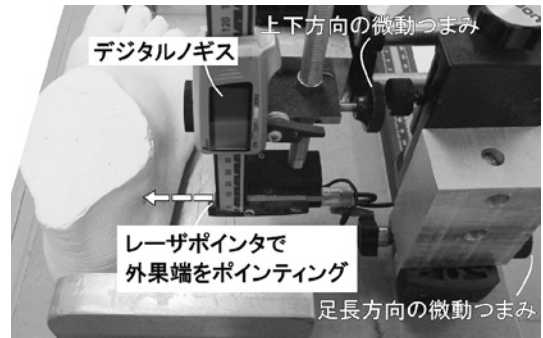


図3. 外果端測定用の精密型手計測器具

画像を解析することで足長、足幅、足背高値を出力することができる。また、画像取得速度が1/30秒程度のカメラを用いることにより、一瞬の静止で測定用の画像を取得し、長い時間静止ができない人であっても測定を行うことが可能となる。

### (b) 解析方法

本測定器で取得した画像の側面鏡に写る物体は、被測定物体とカメラ間の距離、被測定物体の大きさによって側面鏡に写る大きさが変化する。したがって、被測定物体のサイズを測定するためには、被測定物体とカメラとの間の距離と被測定物体の実寸、被測定物体の側面鏡内での位置（画素）の3つの関係を求める必要がある。そこで、足背高の測定においては、既知の寸法の物体を硝子板上の様々な位置に置き、カメラとの距離と画像の側面鏡に写るサイズ（画像空間サイズ）と、実空間でのサイズ（実寸）との関係によってキャリブレーションを行い<sup>3)</sup>、側面鏡に写る被測定物の画像の位置と高さによって、物体の高さの実寸を算出している。

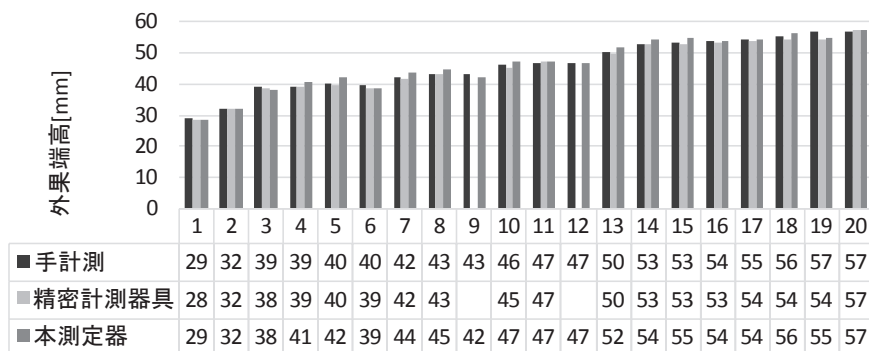


図 4. 手計測と精密型手計測器具, 本測定器による測定結果

被測定物体とカメラ間の距離を求めるためには、足底画像から硝子板上の被測定物体の位置を特定する必要がある。したがって、外果端高を測定するためには、硝子板上の外果端の位置を特定する必要がある。しかし、外果端は、カメラ位置からは足底面に遮られる位置にあるので、撮影できない。そこで、画像の側面鏡に写る外果端の位置から硝子板上の外果端の位置を推定することにした。被測定物を硝子板上に置いたときの側面鏡に写る位置は、カメラと側面鏡と被測定物体の硝子板上の位置によって決定される。カメラと側面鏡の位置と向きは不変であるため、被測定物体の硝子板上の位置は推定可能である。この関係は前述の既知の寸法の物体を硝子板上の様々な位置に置き、撮影したときに取得できる。側面鏡の映像位置から外果端の足底面での2次元位置は特定できないが、外果端は足輪郭線と足型測定基準線と交差した区間の外果位置推定線上に存在する。(図1)この外果端の位置を統計的に求めたデータは存在しないため、予備的な測定実験での解析から、外果端の位置は足輪郭線と足長線間の外果位置推定線の中央とみなすこととした。

### (c) 測定実験の手法

開発した測定システムの測定精度を確認するために、20の石膏足を対象にして測定精度検証実験を行った。石膏足には前もって外果端測定用の青色シールを外果端に貼りつけておき、(図2) 貼り

つけたシールの中央までの高さを、手計測と本研究で開発した精密型手計測器具(図3)による手計測、本研究で開発したシステムによる測定を行った。手計測は、一人の測定熟練者が定規などの手計測器具で目視により石膏足ごとに10回測定し、その平均を求めた。また、精密型手計測器具では高さ方向と足長方向の測定においてノギス(シワ: DIGITAL CALIPER 19979)を微動つまみによって移動させ測定を行った。(図3)ノギスの先端にはレーザーポインタを取り付け、ノギス先端から直進するレーザー光の照射点を外果端に貼り付けたシールの中央までの高さに合わせてことで外果端の高さを正確に測定可能とした。(図3)

## 結 果

図4に手計測と精密型手計測器具、本測定器の測定結果を示す。横軸は、石膏番号となっており、1から20の石膏足を示す。また、縦軸は各測定方法で石膏足を測定した外果端高であり、その測定値を各石膏足の番号下に示している。ただし、実験に使用した石膏足のうち、精密型手計測器具の基台に乗らなかった2つの石膏足の測定値は空欄となっている。手計測と本測定器の間には、最大で2.1mm、平均 $1.01 \pm 0.15\text{mm}$ の絶対差が存在した。また、精密型手計測器具と本測定器との測定結果の絶対差は、最大2.2mm、平均 $1.12 \pm 0.12\text{mm}$ であった。一方、精密型手計測器具での測定と手



計測では、最大 3mm、平均  $0.59 \pm 0.16\text{mm}$  の絶対差が存在した。

### 考 察

精密型手計測器具と本測定器での測定値の間には、最大 2.2mm、平均  $1.12 \pm 0.12\text{mm}$  の絶対差があったが、18 件中 14 件において本測定器での測定値が大きかった。側面鏡に写る被測定物体の大きさが同じ場合には、測定対象の推定位置がカメラに近くなるほど、物体の大きさは小さいものとして処理され、外果端高の測定値も小さいものとなる。このことから、足底面における外果端位置は足輪郭線と足型測定基準線の間の外果端位置推定線の中央よりも外側に存在したと考えることができる。この推定位置を中央よりも外側に変更することで、測定器の精度を改善することができる。

また、精密型手計測器具と手計測での測定値の間には、最大 3mm の差があった。これは、本測定器の 2.2mm よりも大きな値である。手計測における誤差平均は本測定器よりも小さいものであったが、測定対象が固体ではなく人の足を測定する場合には、軟体である人の足にスケールを当てる際の圧迫力の大小などによる位置の変化や体動によって、測定精度は低くなる。測定熟練者が石膏足を測定した場合であっても、大きな誤差となる場合もあることから、外果端高の測定は本システムのような器機によって測定することが望ましい。また、本測定器では、デジタルカメラの画像の解析方式を取り入れたことにより、1/30 秒程度

の静止があれば解析のための画像を取得できるので、手計測では正確な測定が困難な体動のある子ども等の測定も行える利点がある。以上のことより、本測定器は今までに測定不可能であった対象を測定可能とするシステムといえる。

### 結 語

足背高を測定可能な足型測定システムをもとに、外果端高の測定が可能な足型測定システムの開発を行った。外果端高の測定精度は、最大 2.2mm、平均  $1.12 \pm 0.12\text{mm}$  であった。この精度は、足底面における外果端の位置を測定値に基づいて決定することによって、精度を高めることが可能である。また、本測定器は、体動のある子ども等の測定も行えるものであり、外果端高の測定を行うシステムとして、従来よりも広い対象に対して正確な測定を行えるものと考えられる。

今後は、測定精度の向上のために、足底面における外果端の位置を実際の人の足の形状を考慮して決定すること、外果端高のみならず、内果端高の測定手法も確立することを計画している。

### 文 献

- 1) 中尾喜保, 池田敏子, 福島靖夫. 生体計測における誤差. 人間工学 1972; 8: 141-6.
- 2) 藤田日出人, 蚊野 浩, 吉田博明他. 足形状に最適な測定ベッドの移動軌跡を実現した三次元足型自動計測機. 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア 2001; 66: 17-24.
- 3) 林 政喜, 隅田康明, 合志和晃他. デジタルカメラ画像による足型測定システムの開発—足背高測定法の開発—. 靴の医学 2012; 25: 137-41.



## 立位足底圧の簡易測定法の開発

# Development of the plantar pressure distribution measurement system

<sup>1)</sup>九州産業大学

<sup>2)</sup>アサヒシューズ株式会社

<sup>3)</sup>九州大学

<sup>1)</sup>Kyushu Sangyo University

<sup>2)</sup>ASAHI SHOES, LTD

<sup>3)</sup>Kyushu University

林 政喜<sup>1)</sup>, 隅田 康明<sup>1)</sup>, 江西浩一郎<sup>2)</sup>, 泉 貴浩<sup>2)</sup>, 松永 勝也<sup>3)</sup>  
Masaki Hayashi<sup>1)</sup>, Yasuaki Sumida<sup>1)</sup>, Koichiro Enishi<sup>2)</sup>, Takahiro Izumi<sup>2)</sup>,  
Katsuya Matsunaga<sup>3)</sup>

**Key words** : 足底圧 (plantar pressure distribution), 足型測定器 (measurement system of foot size)

### 要 旨

透明硝子板上に裸足で立った状態で、硝子板を通しての撮影画像から足型を測定するカメラ画像解析方式足型測定器の機能を利用して、足型値とともに足底圧を解析できる方法を開発した。本方式では、硝子板上に合成樹脂製のスポンジシートを敷きその上に立った場合の画像を解析するものである。スポンジシートは圧力が高くなるほど、圧縮され、透明硝子板との接触面積が大となる。それに応じて、硝子板内の全反射光が透過し、圧が高いところほど反射光量が大となる。この反射光の輝度から圧力（荷重値）を求めることができる。

### 1. 緒 言

個々人の足底圧を測り専用のインソールを作成することで、個々人の足の形状への適合化や接地時の圧の緩和が可能となると考えられる。

インソールを作成する際には、個々人の足底圧を測定しその圧分布をもとに形状や材質を決定する必要がある。また、靴内でのインソールと足の接触面は、踵や足指などの足の形状の影響もあると考えられるので、足底圧と同時に足の形状も測定する必要がある。これまで、足底圧のみ測定可能なシステムが開発されているが、足の形状も同時に測定可能なシステムは開発されていない<sup>1)~3)</sup>。また、このようなインソールを広く製作できるようにするには、店頭で使用可能な程度の簡易な測定装置である必要がある。そこで、本研究では立位時の足底圧を簡易に測定できる装置の開発を目的とした。

(2018/10/30 受付)

連絡先：林 政喜 〒813-8503 福岡県福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学 基礎教育センター  
電話 092-673-5417 Fax 092-673-5471  
E-mail masaki@ip.kyusan-u.ac.jp

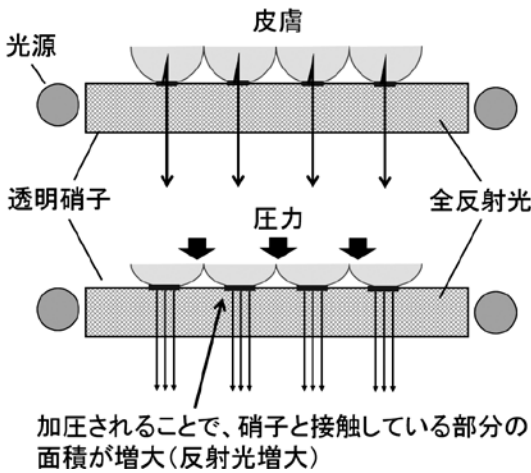


図1. 圧力測定の実理

## 2. 方法と対象

本測定システムは、被測定者は足置き硝子板の上に立ち、足置き硝子板を挟んで足と反対側においたデジタルカメラで足裏画像を取得し、その画像を解析することにより足形を測定できる装置(硝子板とデジタルカメラによる足裏画像解析方式足形測定器)<sup>4)</sup>を利用し、開発することとした。この測定器において、足置き硝子板側面の四方には光源が設置されており、図1の様にこの光源が発する光の一部は硝子板内へ入る。その光の入射角度が空気と硝子板の関係での臨界角未満の場合は、硝子板内で全反射することとなり、硝子板内は全反射光で充足される。この全反射光で満たされた硝子に空気よりも屈折角の大きい皮膚が接触すると、全反射光の一部は皮膚に入射し、皮膚中の透明度の低い物質で反射する。これにより、硝子板と接触した皮膚は乱反射によって発光する。(図1上) また、人の足底には滑り防止のために凹凸があり、凸部分はその部分への圧(加重)が増大するに従い、硝子板との接触面積も増大する。(図1下) それに伴い、接触面の皮膚への入射光量が増大し、また、そのことによって乱反射光量も大きくなるので、圧力の大小に伴って光量は変化

する。この光量を解析・校正することにより足底圧を測定できると考えられる。

図2は足底面を本測定システムで撮影した画像である。硝子板に接地していない皮膚は血液により赤みを帯びており、接地面は緑色に発光している。したがって、足底面にかかる圧力が強い箇所は強く緑色に発光し、足底面にかかる圧力が弱い箇所は弱い緑色の発光となる。また、外光の侵入防止のために、足部は青色の布で覆われており、足底面から撮影した場合の画像背景は青色になっている。足底面から撮影した画像の青色成分が強い箇所は背景として除外した上で、足底面の赤色成分が強い箇所を抽出し Suzuki85 アルゴリズム<sup>5)</sup>を用いて輪郭線を取得することで、足の形状を得ることが出来る。そして、足の輪郭内の緑色成分を抽出し、緑色の光量の強弱を解析することによって、図2右の様に足底面に掛かる圧力の大きさを推定する事が可能となる。

また、本測定システムでは、足の形状を分析することで足長、足幅などを測定することも可能である。

しかしながら、足裏の皮膚が乾燥や角質化などにより硬化した場合は、皮膚の凸部分が潰れ難くなるため荷重値と光量が比例しない。このために、足底圧の正確な測定は困難と考えられる。また、人が裸足で直接、硝子板上に立った場合、足底の光量と荷重値との間には、相対的な関係しか示されない。

そこで、人の皮膚に代わる荷重が大となるに従い硝子板との接触面積の増大するものを硝子板上に敷き、その上に裸足で立つ方式の足底圧測定システムの開発を試みた。圧力が高くなるに従い人間の皮膚と同様に硝子板との接触面積が増加するスポンジを硝子板と足底の間に挟むことによって、皮膚の状態に関わらず足底面にかかる圧力の大きさを光量の強弱によって測ることが可能となると考えた。さらに、スポンジを用いることによって、既知の重量の物体をスポンジ上に置いて測定することで、単位面積当たりの緑色成分の光量と



図2. 撮影画像と足底圧分布変換結果

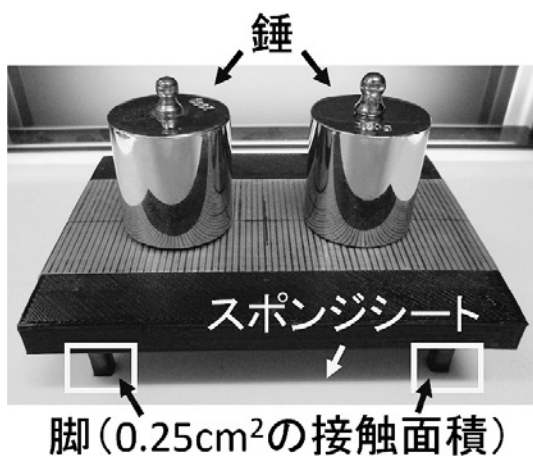


図3. 校正用の錘置き台

実重量との校正を行うことが可能となる。これによって、足底面にかかる圧力を絶対的な値として推定することが出来ると考えられる。そこで、合計 $1\text{cm}^2$  (1脚 $0.25\text{cm}^2 \times 4$ 脚)の接地面積を持つ台(図3)の上に錘を置き、錘の重量と緑色成分の合計を画素数で除した平均光量値との関係を調べ、圧と画像の緑色成分の合計光量値に相関があるのかを解明した。錘の重さは $100\text{g}$ から $2000\text{g}$ まで $200\text{g}$ 間隔のものを用い、それぞれの重さで5回ずつ台の上に置き、30秒後の平均光量値を算出した。30秒としたのは、シート型圧感知センサ方式の装置では、クリープ特性が存在し、安定させる

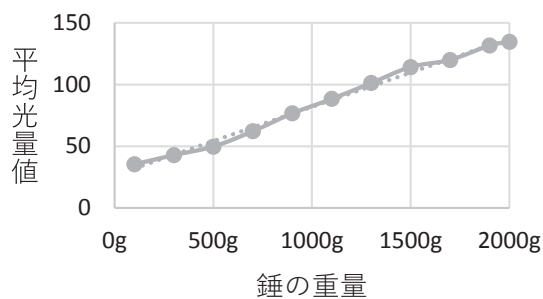


図4. 加圧30秒後の接触面の平均光量値

ために30秒程度の静止が必要<sup>6)</sup>とされるため、同様の時間を用いた。次にスポンジの時間特性を調べるために、スポンジに $500\text{g}/\text{cm}^2$ 、 $1000\text{g}/\text{cm}^2$ 、 $2000\text{g}/\text{cm}^2$ の荷重を継続して1時間置いたときのスポンジ接触面の光量値の変化を調べた。なお、サンプリング間隔は10秒とした。

### 3. 結 果

スポンジへ加圧した場合の荷重値と4脚の平均光量値との関係を図4に示す。荷重値と光量値の間には、線形的な正の相関関係が認められた( $r=0.997$ ,  $p<0.01$ )。したがって、光量値から荷重値を求める線形回帰式によって、光量値から荷重値の絶対値( $\text{g}/\text{cm}^2$ )へ変換することが可能となる。また、スポンジに加圧した場合の時間特性を図5に示す。すべての荷重値で、初めの60秒で

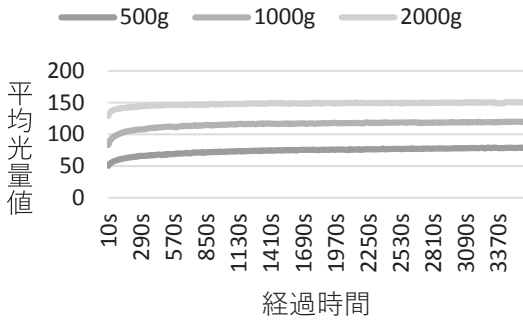


図5. 時間経過に伴う光量の変化

平均光量値に大きな変化があり、その後は緩やかに増加している。これは圧力によってスポンジの接触面積が増大するからであると考えられる。

#### 4. 考 察

加圧後、スポンジの特性により光量値は時間経過に伴い増加するが、加圧から60秒の経過時点以降の変動は緩やかであり、荷重値が異なっても変動はほぼ同様である。裸足では圧の強弱しか判別することができなかったが、スポンジでは時間を決めることで光量値から  $\text{g}/\text{cm}^2$  へ換算することが可能となる利点がある。しかしながらスポンジを硝子板全体に敷くと、足の輪郭を撮影することができなくなる欠点も存在する。これは、スポンジを被測定者の足形状に切断し、それを足の形状に合わせて硝子板との間に敷き足型を撮影することにより、足の輪郭と同時に足圧を解析することが可能になる。本測定器での測定結果からは、足底面の実寸大印刷が可能であるため、まず裸足状態で足底面を撮影する。その撮影画像から足輪郭を取得して実寸大に印刷することにより型紙を作成し、その型紙を使いスポンジを足の輪郭形状に切断した後に、そのスポンジを足と硝子板との間に挟み、足底圧を測定することにより足輪郭と関連した位置に各部の足底圧も表示することが可能と

なる。

#### 5. 結 語

足底圧と同時に足の形状も測定可能な立位時の足底圧システムの開発を行った。本測定システムは、被測定者は硝子板の上に立ち、硝子板とは反対側においたデジタルカメラで足裏画像を取得し、その画像を解析することにより、当該人の足底の部位ごとの圧を測定可能とする。しかし、足裏の皮膚が硬化した場合は測定ができないため、スポンジシートを硝子板と足底の間に入れることによって足底圧を測定可能とした。このスポンジシートに既知の重さの物体を乗せ、その接触面の光量値と荷重値の関係を調べた結果、光量値と荷重値には正の相関があり、光量値を足底面にかかる絶対的な値として推定することが可能である。スポンジを用いることでどのような皮膚状態であっても足底圧を測定可能であり、足の形状と合わせて分析することにより、インソールの制作に不可欠である、測定の部分ごとにかかる荷重値を絶対値として測定することが可能であることを示した。

#### 文 献

- 1) 森 政男, 竹本良美, 城戸恵一. 足圧測定装置及びそれを用いた足圧測定方法. 特開 2014-45885, 2014.
- 2) 前田一之助, 鶴留大介, 柴田哲好. 静電容量型センサ. 特開 2015-7562, 2015.
- 3) 松永勝也, 合志和晃, 林 政喜他. 重心位置解析法. 特許第 5417654 号, 2013.
- 4) 林 政喜, 隅田康明, 合志和晃他. デジタルカメラ画像による足型測定システムの開発—足背高測定法の開発—. 靴の医学 2012; 25: 137-41.
- 5) Suzuki, Satoshi, Abe, Keiichi. Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following. Computer Vision Graphics and Image Processing 1985; 30: 32-46.
- 6) F-スキャン II 取扱説明書. [https://www.nitta.co.jp/resources/images/product/sensor/pdf\\_manual/f\\_scan2.pdf](https://www.nitta.co.jp/resources/images/product/sensor/pdf_manual/f_scan2.pdf).

# 靴型設計時における足高・足囲高基準値表作成のための基礎的研究

## A basic study of the dorsal arch height and foot girth height standard value table for shoe last design

新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

Graduate School of Health and Welfare, Niigata University of Health and Welfare

稲岡 千秋, 阿部 薫

Chiaki Inaoka, Kaoru Abe

**Key words** : 靴型設計 (Shoe last design), 足高 (Dorsal arch height), 足囲高 (foot girth height)

### 要 旨

靴選びにおいて甲部に関する足部愁訴は多い。靴サイズはJIS規格によって足長、足囲、足幅で規定されているが、中足部の基準はない。そこで靴型設計のための基礎的研究として中足部の足囲高、足高とJIS規格に準じた足部計測箇所との関係性を検討した。対象は健常成人女性47名94足とし足部を計測し検討したところ、足囲・足高間には $rs=0.71$ 、足高・舟状骨高間には $rs=0.77$ で高い相関を認めた。MP関節の周囲径である足囲は、立位時の横アーチの高低程度に大きな差はなく、足囲に影響を及ぼす要素は足底の軟部組織厚である。また足高計測部位の軟部組織は薄く、足高を決定するのはアーチを支える踵底部の軟部組織量であり、隣接する舟状骨高の相関も高いと考えられた。

### 緒 言

足と靴の適合の難しさは、靴型設計の難しさにある。それは、靴には体重を支える固定の役割と、足全体を覆いながら靴が曲げられて推進することを同時に担い、足の延長として機能しなければならないという点にある。

その靴の履き心地は、数ミリの寸法の違いに左右される<sup>1)</sup>。実際に靴を量産するためには、マスターとなる靴サイズの型を決定し、他サイズは相似的拡大縮小(グレーディング)によって靴型が決定されており、いわゆる「職人の経験と勘」は加味されていない。土肥ら<sup>2)</sup>によると、足長サイズ220mm以下で足囲サイズが大きい足(EEE~F)は甲が高い傾向にあり、足長250mm以上で足囲サイズが小さい足(B~C)では甲が低い傾向にあるため、靴サイズ22cm以下は甲を高く、25cm以上は甲を低くすることで靴型の種類を増やさずに靴の適合性を向上できると述べている。中間サイズによるマスター靴型の単純なグレーディングは、必然的に最小・最大サイズの信頼性が低下するため、靴内における足のフィット感は22.5cmから24.5cmまでの靴サイズ感覚とは異なる。足・靴間の測定を行った山崎ら<sup>3)</sup>は、圧力の集中は履き心

(2018/11/5 受付)

連絡先: 稲岡 千秋 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町1398 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科  
TEL・FAX 025-257-4525 (研究室直通)  
E-mail hwd17002@nuhw.ac.jp



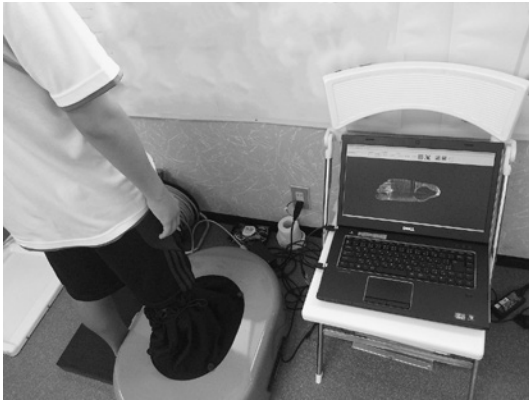


図1. 三次元足型自動計測器を用いた計測の様子

地を悪化させると報告している。歩行に伴う足部寸法の変化は足幅と足高で大きく、履き心地においてボール部、甲部、踵部が足と靴のトラブルにおける好発部位である。また、足部形状の個人差の分類を試みた河内ら<sup>4)</sup>は、標準型に入るのは男子で42%、女子では35%であり、女子は男子よりも個人差が大きかった。男子では足幅が広いタイプが31%、女子では甲が高いタイプが37%と報告しており、足と靴のトラブル箇所と合致する。

一般的に靴サイズはJIS規格で規定され、足長および足囲、足幅で規定されている。足型計測は、長径、周径、幅径、高径、角度が挙げられるが、日本の靴選びの指標JIS規格は、長径(足長)、周径(足囲)、幅径(足幅)のみで規定されている。近年では踵幅基準値表<sup>5)</sup>も注目され、JIS規格の足囲サイズとの関係性から基準値を示したものである。実際に計測通りのサイズ・ウィズに合わせて着用したとしても、足部構造が荷重によって変化し、履き心地が損なわれることは、経験的に誰もが知るところである。より適合する靴型を設計するためには、前足部・後足部だけではなく中足部の目安も必要である。しかし中足部は軟部組織の割合が大きく、単にこれらの周径のみでは靴型のフォルムを決定できない。

そこで本研究では、靴型設計時における中足部の高さ要素に関する基準値表作成のための基礎的

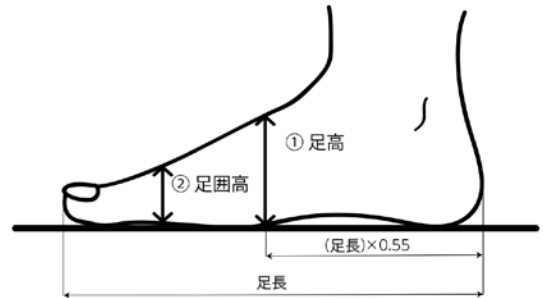


図2. 足高と足囲高(文献8を参考に作図)

研究として、足高、足囲高とJIS規格に準じた足部計測箇所との関係性を明らかにすることを目的とした。

## 対 象

被験者は本研究内容に興味を持ち、被験者協力に志願した健常成人女性47名94足(20~83歳、平均50.0±17.1歳)とし、足部には整形外科の疾患や顕著な変形等がないことを条件とした。

## 方 法

(1) 足型計測は三次元足型自動計測器(CuteドリームGP社)(図1)を用いて、静止立位にて片足を15秒で計測した。計測形式はレーザー光線による光切断方式で、計測ピッチは0.5mm、周波数は30Hzであった。

(2) 計測肢位は、股関節の鉛直上に足関節中心が位置するように両足の間隔を設け、開眼起立とし、前方を注視するよう指示した。

(3) 計測箇所は、足長、足囲、足幅、足高、足囲高、踵幅、踵骨角度、外踏まず長、内踏まず長、舟状骨高とした。足高、足囲高を図2に示した。

(4) スピアマン順位相関分析を用いて、足高、足囲高と、JIS規格に準じた足部計測箇所(足囲、足幅、踵幅、踵骨角度、外踏まず長、内踏まず長、舟状骨高)との関係性を検討した。

(5) 本研究において開示すべきCOI: 株式会社ヤマナミより研究機材の貸与

表 1. 足高, 足囲高と, JIS 規格に準じた足部計測箇所との比較 (相関係数)

rs	足囲	足幅	足高	足囲高	踵幅	踵骨角度	外踏まず長	内踏まず長	舟状骨高
足高	0.71	0.52	—	0.45	0.37	0.10	0.34	0.18	0.77
足囲高	0.43	0.35	0.45	—	0.32	0.02	0.32	0.33	0.27

## 結 果

それぞれの計測箇所の平均は, 足高  $52.6 \pm 4.4$ mm, 足囲高  $41.7 \pm 3.4$ mm, 足長  $232.4 \pm 9.1$ mm, 足囲  $225.4 \pm 11.6$ mm, 足幅  $94.0 \pm 4.4$ mm, 踵幅  $61.7 \pm 3.0$ mm, 踵骨角度外反  $2.2 \pm 3.7$  度, 外踏まず長  $145.4 \pm 6.2$ mm, 内踏まず長  $167.1 \pm 6.7$ mm, 舟状骨高  $37.4 \pm 5.9$ mm であった. スピアマン順位相関分析を用いて, 足高, 足囲高と, JIS 規格に準じた足部計測箇所 (足囲, 足幅, 踵幅, 踵骨角度, 外踏まず長, 内踏まず長, 舟状骨高) と検討した結果を表 1 に示した. 足高・足囲間については,  $rs = 0.71$  の強い相関関係が認められた. また回帰式は,  $\text{足高} = 0.28 \text{足囲} + 10.50$  であった. 足高・舟状骨高間については,  $rs = 0.77$  の強い相関関係が認められた. また回帰式は  $\text{足高} = 0.62 \text{舟状骨高} + 29.63$  であった.

## 考 察

足囲は MP 関節の周径である. 足高・足囲間に正の相関が認められたのは, 立位時に中足骨頭列は平坦な一列となり, 骨格による横アーチの高低程度の比には差がないとは言え, その他に足囲に影響を及ぼす要素は足底の軟部組織厚であると考えられた. 足囲の変化要因には皮下脂肪などの表層軟部組織の弾性と, 骨格韧带系の構造的柔軟性の 2 つがある. 靴の拘束力が小さい範囲は表層, 大きい範囲では構造の変形特性を示す<sup>6)</sup>. そのため裸足では, 表層の軟部組織の弾性に影響されると推察した.

内側・中間楔状骨の接合部である足高の計測部位の軟部組織は薄く, 被験者間の差異は少ない. よって, 足高・舟状骨高間に正の相関が認められ

たのは, 直下の接地面で高さ成分を左右するのは足底部の軟部組織厚である. 足底部で主として荷重を受けるのは踵部・母趾球部・小趾球部の 3 カ所である. 立位時に踵底部には約 6 割の体重負荷を受け, 歩行時の踵接地時には体重の 1.2~1.3 倍の荷重がかかり, 母趾球部と小趾球部を中心とした前足部では立位時に約 4 割の体重負荷と, 歩行時には踵部と同様の荷重がかかる. これらの集中した圧力をより広い部位に分散させるために, 足底には厚さ最大 2cm までの皮下結合組織層で覆われている. 機能的な適応として, この皮下結合組織は蜂巢 (蜂窩) 状の脂肪組織からなり, 衝撃吸収に働くとともに足底の力学的安定性を増強する<sup>9)</sup>. 一方, 足背部にはこれらの機能は不要であり軟部組織層は薄くなっているため, 足底部の軟部組織厚の影響が大きいと推察した. 足高・舟状骨高間については, 足高計測点である楔状骨と隣り合うため, これらの相関は高いはずであり, 被験者は健常足であることから骨格の差異よりも, 骨形態のわずかな差が相関係数に影響していると推察した.

また河内ら<sup>7)</sup>は, 靴着用時の下腿と踵のアライメントから中足部の回外について言及している. この中足部全体の回外は距骨下関節で起こっており, 足高, 舟状骨高にも影響すると考えられる. これは, 足関節の軸の向き自体が距腿関節の底屈によって下腿の外旋をもたらすためであるが, 靴内での踵骨の内反が懸念される. このように, 足高・舟状骨高間はアーチを支える足底部の軟部組織量によって影響されると考えられた.

甲部で起こる足と靴のトラブルは立位時よりも歩行中に増す. 足高は片足支持期 (立脚中期) で最小, つま先離地後で最大となる. 変化率は 15%

と変化量も大きく、個体差も大きい<sup>3)</sup>。しかし、既成靴におけるいわゆる殺し寸法（縮小率）は一定のため、軟部組織の割合が大きい中足部の靴型設計は、周径に加えて、床までの高径である足高・舟状骨高の基準も必要である。

以上のことから、足高・足囲・舟状骨高の3要素2組の相関係数を総合的に勘案すれば、骨格だけではなく軟部組織量が足背のフォルムを決定する大きな要素であると考えられた。

## 結 語

本研究では、靴型設計時における中足部の高さ要素に関する基準値表作成のための基礎的研究として、足高、足囲高とJIS規格による足型計測箇所との関係性を検討した。足高・足囲間、足高・舟状骨高間に強い相関を認めたのは、高さ成分を左右する骨格の差異ではなく軟部組織厚であると考えられた。よって、足囲・足高・舟状骨高の3要素2組の相関係数を総合的に勘案し、靴型設計における足背のフォルムの決定に役立つ足高・足

囲高基準値表の作成を目指したい。

## 文 献

- 1) 山崎信寿. 足と靴の適合性. バイオメカニズム学会誌 1983; 7: 4-18.
- 2) 土肥麻佐子, 持丸正明, 河内まき子. 足部設計値に基づく3次元形態特性の分布推定. バイオメカニズム学会誌 2000; 36: 73-80.
- 3) 山崎信寿. 足と靴のバイオメカニズム. バイオメカニズム学会誌 1982; 7: 4-18.
- 4) 河内まき子. 日本人の足型の個人差の分析. 人間学雑誌 1982; 6: 80-8.
- 5) 中山憲太郎, 阿部 薫. 靴型設計時における成人女子用踵幅基準地表の試作. 靴の医学 2013; 27 (2): 25-9.
- 6) 山崎信寿. 足囲部の変形特性. 人間工学学会誌 1988; 24: 308-9.
- 7) 河内まき子, 堤江美子. 靴着用を想定したときの足型3次元形状の変化. バイオメカニズム学会誌 1992; 11: 13-22.
- 8) 日本皮革産業連合会. 足サイズ計測事業報告書. 日本皮革産業連合会 2009; 7.
- 9) 坂井建雄, 松村譲児監訳. 歩行運動. プロメテウス解剖学アトラス 解剖学総論/運動器系第3版. 東京: 医学書院; 2017; 478-9.



# 糖尿病患者の履物の Rigidity と Flexibility に関する

## 臨床的検討—第 3 報—

### Clinical examination about Rigidity and Flexibility of the footwear for diabetic foot lesions—3rd report—

メディカルプラザ篠崎駅西口

The Medical Plaza Shinozaki Station Western Exit

新城 孝道

Takamichi Shinjyo

**Keywords:** 糖尿病 (Diabetes Mellitus), 糖尿病足病変 (Diabetic Foot), 履物の特性 (Characteristics of footwear), 履物の Rigidity (Rigidity of footwear), 履物の Flexibility (Flexibility of footwear)

#### 要 旨

種々の足病変を有する 91 名の糖尿病患者の履物の靴底を特殊装置で解析した。履物は市販靴、市販加工靴、運動靴、運動靴加工、サンダル・リハビリシューズ、サンダル・リハビリシューズ加工及び靴型装具であった。先行研究の Rigidity と Rigidity を変位で除した値を屈曲性 “Flexibility” と命名しこれを新たな分析因子として追加した。

Rigidity は靴底加工の履物でより高値を示し、他の履物との間に有意差がみられた。Flexibility も Rigidity と同様の傾向がみられたが、靴底の非加工と加工履物との差が軽微であった。糖尿病患者の前足部の免荷目的での靴底の客観的評価法として Rigidity と Flexibility の両要因分析は有用な指標といえる。

#### 緒 言

糖尿病患者の履物の靴底は足病変に関わり重要である。糖尿病神経障害による足趾変形、高足底圧異常で角質異常や潰瘍形成の誘因となる<sup>1)2)</sup>。そのため靴底は Rocker 底形状が有用とされ、靴底の材料が硬い Rigid Rocker Sole<sup>3)~7)</sup>が有用とされてきた。筆者は世界に先駆け特殊な機器を加工考案し靴底の “Rigidity (以下 R)” を客観的に評価し、報告してきた<sup>8)9)</sup>。更に靴底の Flexibility 屈曲性 (以下 F) という新規要因を算出し更なる解析を行い検討したので報告する。

#### 対 象

糖尿病患者 91 名 (男/女 48/43 : I 型 2, II 型 89)。(表 1) 年齢は 33~89 (平均 67) 歳。糖尿病合併症は神経障害が 79 名 (シャルコー関節 6) 含む。腎症は 53 名 (透析 43)。足趾, 前中足部及び膝下切断が 22 名。足病変は潰瘍・壊疽例が 46 名。他に陥入爪, 角質異常, 疼痛および種々の足の変形を合併していた。履物は市販靴 (市販紳士・婦

(2017/10/30 受付)

連絡先: 新城孝道 〒133-0061 東京都江戸川区篠崎町  
7-15-12 SKビル  
TEL 03-5879-7121 FAX 03-5666-3010  
E-Mail asi931@outlook.com

人靴) (N52), 市販靴加工 (靴底をロッカー底に加工) (N11), スポーツ靴 (N20), スポーツ靴加工 (ロッカー底に加工) (N17), サンダル・リハビリシューズ (N14), サンダル・リハビリシューズのロッカー底加工 (N12), 靴型装具 (外国製市販靴, 装具士による新規作製) (N11) に分類.

表 1. 対象—糖尿病 91 名—

性 (男/女)	48/43
年齢 (平均) 歳	33~89 (67)
糖尿病の型 (I/II)	2/89
糖尿病合併症	
神経障害 (シャルコー関節)	79 (6)
網膜症	38
腎症 (血液透析)	53 (43)
足切斷 (小切斷/大切斷)	22 (19/3)
下肢閉塞性動脈硬化症	28
足病変	
潰瘍・壊疽	46
陥入爪・爪周囲炎	11
角質異常	61
疼痛	5
足の変形	
外反母趾	32
ハンマートウ	68
前足部凸型変形	20
壊疽治癒後変形	20

## 方 法

今田製作所製電動計測スタンド (EMX) 付き荷重-変位測定ユニット (FSA シリーズでフォースゲージ (ZTA-2500N) を用い, 4 隅に支柱を有する平行な金属板を特別に取り付けた機器を作製し使用した. 装置内に履物を垂直に立て, 一定の速度 (50mm/分) で荷重負荷する. (図 1) 経過とともに履物が屈曲変形し, 荷重圧が最高値を示した値を R (単位は Newton 以下 N と略) とし, 最初の出発点より最高値までの移動距離を変位 (単位

測定部位拡大像

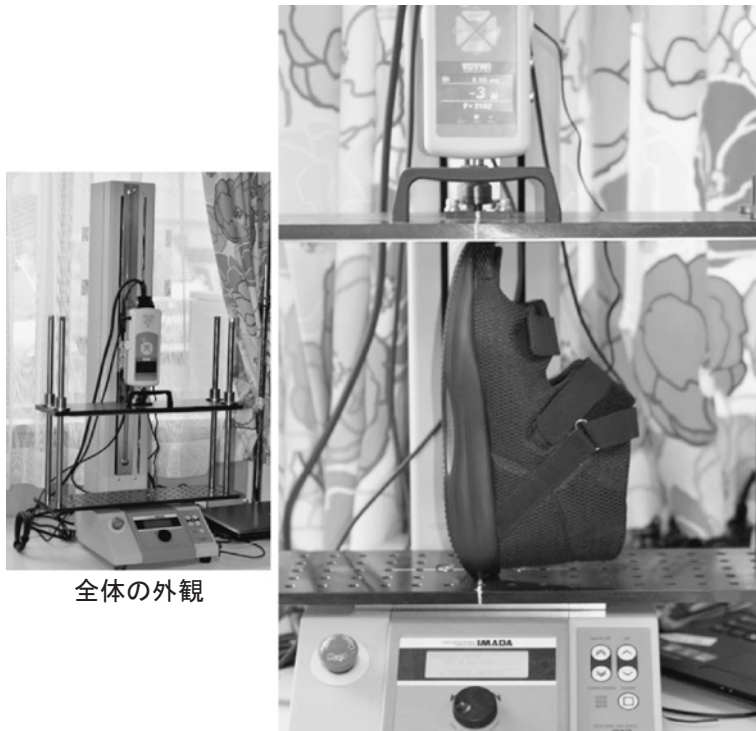


図 1. 方法

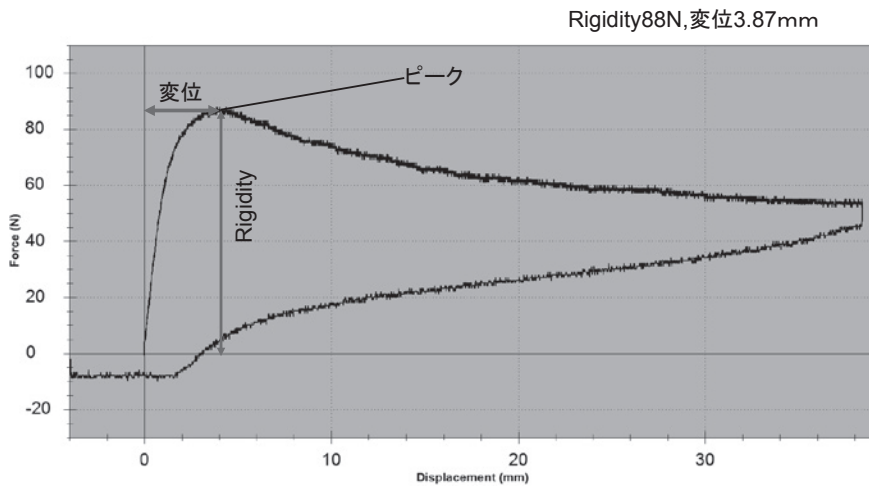
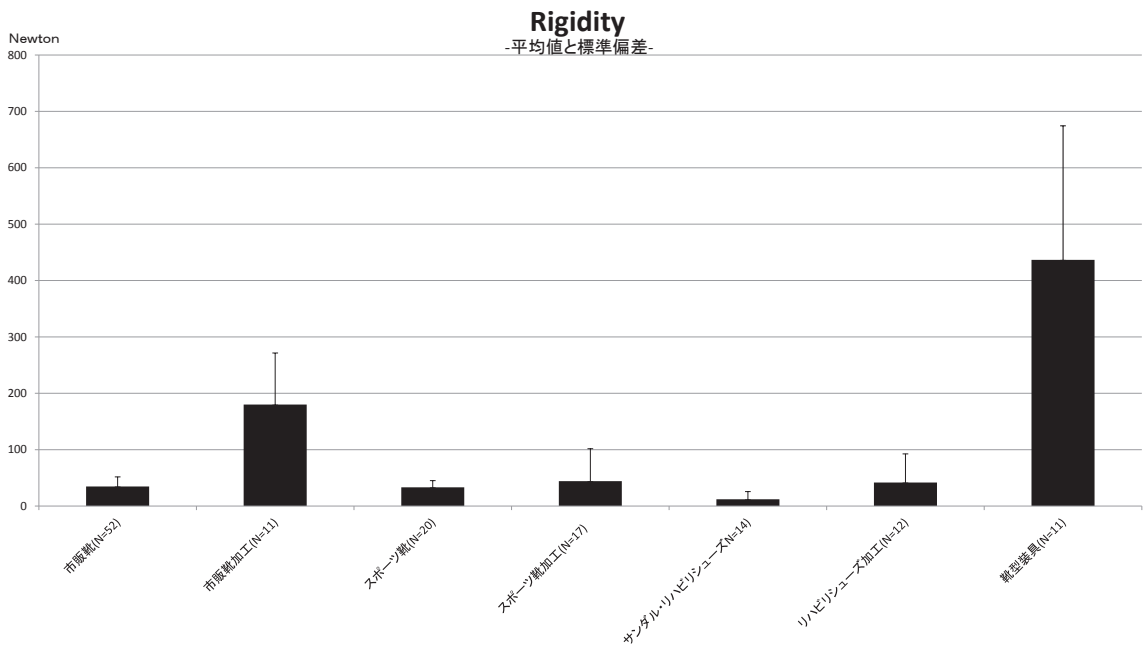


図2. 履物の屈曲時の Rigidity と変位

表 2



は mm) とした. (図2) F は R/変位 (N/mm) で求めた.

### 結 果

糖尿病患者の各履物での R の平均値と標準偏差

は次の如くであった. 市販靴 (34.8, 16.9), 市販靴加工 (180, 91.5), スポーツ靴 (33.3, 11.8), スポーツ靴加工 (44.2, 57.5), サンダル・リハビリシューズ (12, 13.7), サンダル・リハビリシューズ加工 (41.8, 50.7) および靴型装具 (436.7, 237.7)

表 3

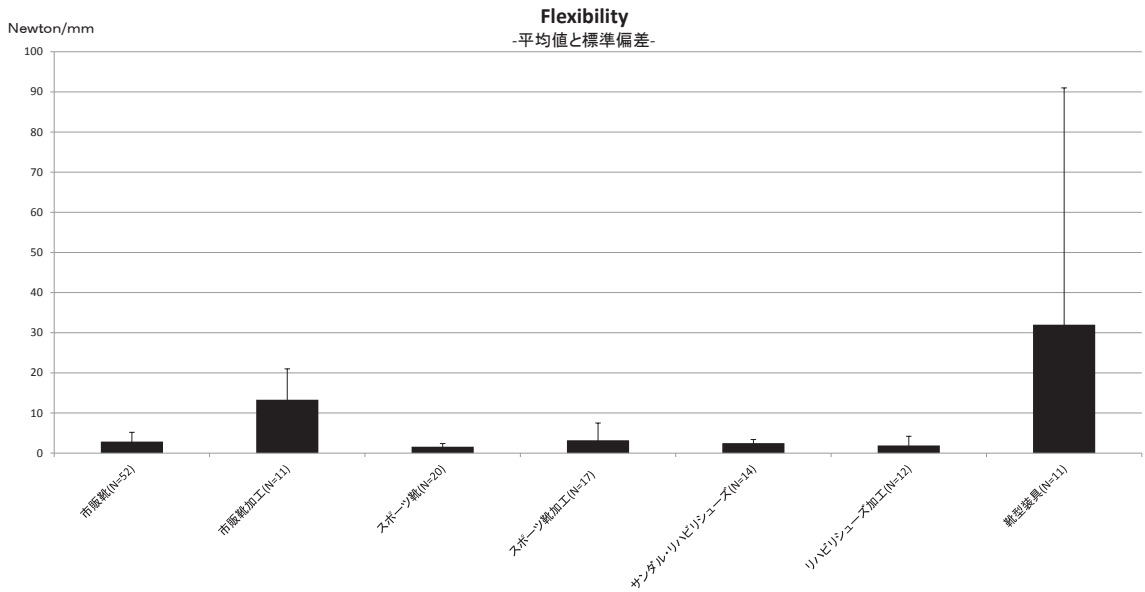
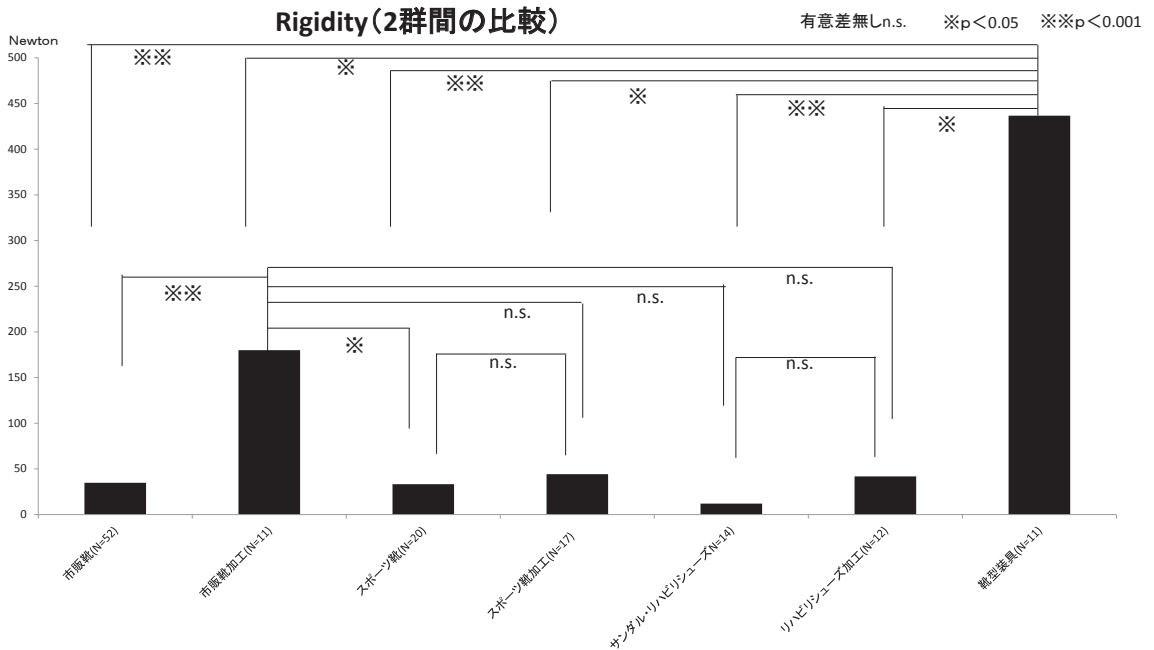


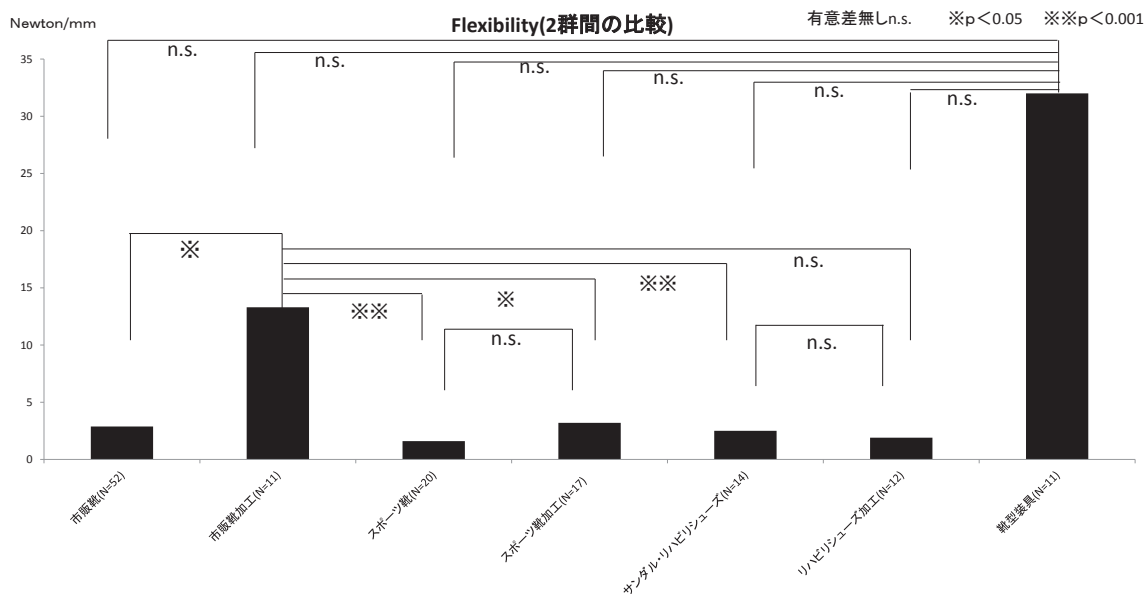
表 4



であった。(表2) またFに関する平均値と標準偏差は市販靴 (2.8, 2.3), 市販靴加工 (13.3, 7.7), スポーツ靴 (1.6, 0.8), スポーツ靴加工 (3.2,

4.3), サングル・リハビリシューズ (2.5, 0.9), サングル・リハビリシューズのロッカー底加工 (1.9, 2.3), 靴型装具 (32, 59) であった。(表3)

表 5



各履物間では靴底加工の市販靴と靴型装具で平均値が高値で、2群間の比較をRとFで施行した。(表4, 表5)

## 考 察

足病変を有する糖尿病患者に対して靴選びが重要である。糖尿病足病変は足趾・前足部に多発するため、同部位での免荷保護目的でロッカー底の形状を呈し、かつ歩行での靴底の硬さが重要である“Rigid Rocker Sole”との多数の海外の研究的コンセンサスがある<sup>3)~7)</sup>。従来靴底の評価に対して客観的な指標が皆無であった。先行研究でこのRが有用であるとの報告をしてきた<sup>8)9)</sup>。糖尿病患者の履物のRは低値(最低値7.4)より治療が必要な100以上の高値を示す靴型装具まで広範囲に分布していた。市販靴、スポーツ靴、サンダル・リハビリシューズ群ではRがほぼ50以下に分布し、角質異常その他の治療目的での靴底を加工したものは91前後に増加していた。(表2)足潰瘍や高度変形足を合併する糖尿病患者に対しての免荷・保護に関してはより高値のRが要求される。

(表4)しかし靴型装具の靴底の強度に関する国際的な標準目標がないのが現状である。当クリニックで専門の義肢装具士に依頼作製した靴型装具のRは146-770Nで平均436Nであった。(表2)先行研究では外国製市販装具は1000N以上の例がみられた<sup>8)9)</sup>。ファイバー製高強度軽量装具では本装置で1500N以上の高強度負荷をかけると靴底の破損例が散見されたためRの上限設定に関しては今後の検討が必要である。今回Fの評価に関する研究を行った。Fは0.62~47.1内に分布。歩行時の前足部足底は接地より蹴りだし動作でつま先の接地と過重による屈曲が開始し、蹴りだし終了時に最高となる。靴底の素材として天然皮革、ウレタン、スポンジ、ゴム、合成ゴム等がある。この蹴りだしに影響する柔軟性は皮革よりゴム製が、ゴム製ではより軟性がある組成品が高値をしめし、前方へのよりスムーズな移行が推測される。市販靴、スポーツ靴、サンダル・リハビリシューズの平均値は約5で低い。靴底加工した市販靴と靴型装具で高値を示し、他の履物と優位差がみられた。(表5)足の蹴りだしに際して靴のFは市販

靴, 運動靴, サンドル・リハビリシューズ間では差がなく, 足病変の治療に関する必要度に応じてよりFの増加が必要なことが明らかとなった. Rが高値な靴は靴底の材料が高硬度な耐過重構造を有している. Fは靴底が屈曲し最高圧力に至る時間で最高過重圧を除するため, 古い靴や市販靴, 運動靴は計算上低値を示し, 糖尿病患者用はR高値例が多くなり, その結果F高値例も増加する. 本研究ではFの有用性は, 靴底加工した糖尿病靴でRのみならずFが共に高値で他の靴との比較(表4, 5)でも類似傾向であり, 間接的な有用性があるのではないと思われる. また先行研究での足病変の治療予防にRが有用であった結果<sup>9)</sup>を総合することでRはもとよりFの有用性が示されたのではないと思われる. 糖尿病足病変のある患者での靴の選択に関して, 免荷度に応じたRの増加目的でのRigid Rocker Sole作製を目指し, 前足部の接地よりの蹴りだしまでの円滑な移動目的でFの増加が必要とされる. 従来 rigid rocker sole に対して flexible rocker sole では第1足趾の足底圧の低下が得られ, 背屈への影響がよかったとの興味深い報告<sup>10)</sup>はあるが, 靴底の定量的な解析はない. 今回の使用靴は購入まもない新品の靴と長期間の使用後に検査をした靴が混在していて, 今後の検討が必要である. また足底圧との関連調査も必要である. 以上の測定は外来の一角で行うことができ今後の普及が望まれる.

## 結 語

糖尿病足病変の程度に応じた履物の靴底の評価

としてこのRとFが有用である.

## 文 献

- 1) Fawzy, O. A. Arafa, A. I. El Wakeel, M. A. et al : Plantar pressure as a risk assessment tool for diabetic foot ulceration in egyptian patients with diabetes. 7Clin Med Insights Endocrinol Diabetes 2014 ; 7 : 31-9.
- 2) Arts, M. L. Waaijman, R. de Haart, M. et al : Offloading effect of therapeutic footwear in patients with diabetic neuropathy at high risk for plantar foot ulceration. Diabet Med 2012 ; 29 (12) : 1534-41.
- 3) van Schie C, Ulbrecht JS, Becker MB, Cavanagh PR : Design criteria for rigid rocker shoes. Foot Ankle Int. 2000 ; 21 : 833-44.
- 4) Janisse DJ : Prescription insoles and footwear. Clin Podiatr Med Surg. 1995 ; 12 : 41-61.
- 5) Charanya G, Patil KM, Narayanamurthy VB, et al : Effect of foot sole hardness, thickness and footwear on foot pressure distribution parameters in diabetic neuropathy. Proc Inst Mech Eng H. 2004 ; 218 (6) : 431-43.
- 6) Mueller MJ, Strube MJ, Allen BT : Therapeutic footwear can reduce plantar pressures in patients with diabetes and transtatarsal amputation. Diabetes Care 1997 ; 20 : 637-41.
- 7) Brown D, Wertsch JJ, Harris GF, et al : Effect of rocker soles on plantar pressures. Arch Phys Med Rehabil. 2004 ; 85 (1) : 81-6.
- 8) 新城孝道 : 履物の底のRigidityを配慮した糖尿病患者の履物の選択に関するガイドライン—第1報—. 靴の医学 2015 ; 29 (2) : 7-12.
- 9) 新城孝道 : 糖尿病足病変に対する履物のRigidityに関する臨床的検討—第2報—. 靴の医学 2016 ; 30 (2) : 66-72.
- 10) Reints, R. Hijmans, J. M. Burgerhof, J. G. M. et al : Effects of flexible and rigid rocker profiles on in-shoe pressure. Gait Posture 2017 ; 58 : 287-293.

# 外反母趾による歩行時の症状の軽減のために開発された 鼻緒靴の効果に関する研究—第1報

## Study on the effect of clog-thong shoes invented to reduce foot symptom in walking caused by hallux valgus—1st report

友和クリニック

Yuwa Clinic

宇土 博

Hiroshi Udo

**Key words** : 外反母趾 (hallux valgus), 靴の改善 (shoes improvement), 中敷き (insole), 鼻緒 (clog-thong), 歩行時痛 (pain in walking)

### 要 旨

外反母趾の原因は、歩行時の足の前方向きでの靴内壁の母趾の外反圧迫であると仮説し、ソールの鼻緒で母趾を固定する鼻緒靴を開発。外反母趾の女性17名に、第1回実験：鼻緒の有無の1時間歩行の下肢痛の比較、第2回実験：鼻緒靴約3ヶ月装着後の鼻緒有り1時間歩行と症状変化を調査し各14名を解析。第1回実験で鼻緒有りは無しに比べ歩行時の下肢痛が有意に低下した。第2回実験では、日常歩行の足痛出現時間は、14名中13名(92.8%)に改善を認めた。第2回鼻緒有り歩行では第1回鼻緒有り歩行に比べ、下肢痛が有意に低下した。また足の痛み、胼胝、鶏眼、爪の変形などの改善が見られ、鼻緒靴は、外反母趾の症状軽減に有効なことが示唆された。

### 1. はじめに

外反母趾の症状の改善のための新しい靴-ソールに鼻緒を装着した靴(以下、鼻緒靴)を靴メーカー(ムーンスター)と共同開発したので、その効果について報告する。

外反母趾は、長時間の靴や靴下を着用する近年の生活様式で急速に増加し、女性に多く、10歳代と40歳代に発症ピークがある<sup>1)</sup>。解剖学的な内的要因としては母趾が第2足趾と比較して長いエジプト型の足や縦アーチや横アーチの低下した扁平足が挙げられる<sup>1)~3)</sup>。また、第1中足骨内反や丸い骨頭形態、全身関節弛緩性なども関与している<sup>1)2)</sup>。約10:1の割合で女性に好発する<sup>2)</sup>。外反母趾の多くは外的要因により発症し、最も重要なのは、履物で、我国で、一般の人が靴を履くようになる第二次大戦後、急速に増加した。特に、先の尖ったハイヒールを履くと、基節骨より末梢が先細りの靴の閉鎖空間で外反位を強制され発症する。20代で発症した外反母趾が中年期の体重増加と足の筋力低下によるアーチの低下により、症状が増悪する。60-79歳の女性中等度の外反母趾の有病率は、平

(2018/10/30 受付)

連絡先：宇土 博 〒732-0827 広島県広島市南区稲荷町5-4 山田ビル2F 友和クリニック  
TEL 082-263-0850 FAX 082-262-6810, E-mail udoh@nifty.com





図1. 透明靴装着時の母趾の外反

均17.2%と報告されている<sup>4)</sup>。発症は若年化しており<sup>2)</sup>、中学生男女でも、外反母趾の有病率の増加が指摘され<sup>5)</sup>、外反母趾は、若年～高齢者男女の社会的な問題であり、これを軽減する新しい靴の開発が要請されている。

## 2. 外反母趾の原因と鼻緒靴の開発

図1に、靴装着時の足趾の状態を見るため作成した透明靴を示す。母趾尖端が靴の内壁で圧迫され外反している。外反母趾の原因は、歩行時の足の前方向きでの靴内壁の母趾の外反圧迫であると仮説し、ソールの鼻緒で母趾を固定し、足の前向きによる内壁の圧迫を避ける鼻緒靴を開発した。

これまで1) 母趾の内壁による圧迫を避けるため、靴の横幅を大きくする。2) ソールにアーチを付けて、足幅をやや狭く、前向きを少なくする対策<sup>6)~9)</sup>が行われているが十分に解決されていない。

外反母趾を解決するために、インソールに鼻緒を装着し、鼻緒の構造は、前坪からの垂直部による母趾・第2足趾の分離および水平ベルトの弾性牽引力により母趾を内反させる方式とした。(図2-1) 弾性鼻緒ベルト部は、母趾の内反矯正力が強く、中等度以上の外反母趾にも効果があると考えられる。また、鼻緒による趾の又や母趾、第2足趾の擦れによる痛みを避けるため、素材は、柔らかい

シリコンを採用し、広い面で母趾、第2足趾を支持する設計にした。また、足趾ベルトの位置決めを自由にするため、マジックでベルトを止める。(図2-2) 母趾・第2足趾の又を圧迫しない構造にする。5本趾靴下を使用する。ソールの鼻緒で足の前方・側方向きを予防する。母趾に余裕を持たせたオブリーク形状で、母趾側を高くし、柔らかい革の使用により母趾部の圧迫を避ける靴とした。(図2-3)

## 3. 研究対象および方法

外反母趾を持つ19歳-75歳の女性17名を対象に2つの実験により鼻緒靴の効果を検討した。

第1回実験は、鼻緒の有無の2条件での1時間歩行で靴の効果を検討した。鼻緒の有無は被検者毎にランダムに配置し、間に30分の休憩を設けた。第2回実験は、同一被検者で、約3ヶ月間の鼻緒靴の装着後、鼻緒靴での1時間歩行を行い、第1回実験時との外反母趾の症状、歩行時の足の疼痛の発現状況を比較した。歩行実験は、2つの学校の大ホールの四方の壁の周囲の長方形の通路を左回りで歩行させた。各被検者での2つの実験は同一のホールを使用した。第1回実験は、2017年2月5日-4月28日、第2回実験は、同年4月26日-7月26日までの間に行った。

1時間の歩行中は4分毎に股関節、大腿、膝関節、下腿前面・後面、足関節、足背、足底、母趾、第2-5足趾の痛みを表1に示す「ボルグ指数」<sup>10)</sup>を用いて評価した。

ボルグ指数は、各部位の痛みの程度を0(痛みを感じない)-10(ほとんど最大の痛み)の主観的なスケールで表す。

第1回実験後の総合評価として、鼻緒の有無による1時間歩行の終了後に、被検者に対して、1時間歩行時の「下肢の痛み」観点から、および1時間歩行時の「歩き易さ」の観点から、鼻緒のある場合とない場合のどちらが好ましいかのランキングをしてもらった。

また、鼻緒靴3ヶ月装着後に装着前と比較した





図 2-1. 肌にやさしく、弾力性のあるシリコンバンドの鼻緒インソールを靴に挿入。



図 2-2. インソールの裏面：足の形状に合わせて、マジックテープで鼻緒の位置を調節する。

外反母趾症状-母趾の変形、歩行時の足の痛み、胼胝、鶏眼、爪の変形および爪の変色について、「大変改善した」「かなり改善した」「少し改善した」「変わらない」「かえって悪化した」「もともとない」の6つの尺度で自己評価してもらった。

また、図 3 に示す足図に、第 1 回実験前に従来

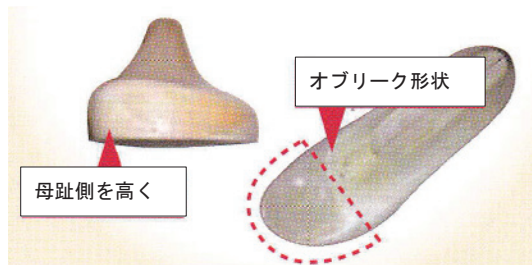


図 2-3. 母趾に余裕を持たせたオブリーク形状で、母趾側を高く設計した。

表 1. ボルグ指数の評価表

0	全く痛みはない	5	強い痛み
0.5	極端に弱い痛み	6	
1	大変弱い痛み	7	大変強い痛み
2	弱い痛み	8	
3	中位の痛み	9	
4		10	極端に強い痛み

靴での日常歩行時の足の痛みの部位とボルグ指数で痛みの強さを記入してもらった。そして、第 2 回実験前の鼻緒靴 3 ヶ月装着時の日常歩行時の足の痛みの部位と痛みの強さを同様に記入してもらい比較した。

外反母趾等の計測は、三次元足型自動計測器で測定した。データの完備したそれぞれ 14 名について、結果を解析した。

## 4. 結 果

### 1) 第 1 回歩行実験の結果

17 名の対象者のうち、歩行時の足の痛みのない被検者 1 名、足の幅が調査対象の鼻緒靴の靴幅 3E に適合しない 5E の被検者 1 名、歩行距離のデータがない被検者 1 名を除いた 14 名について解析した。被検者の職種は、看護学生 3 名、医療系学生 2 名、主婦 3 名、事務職 4 名、販売員 1 名、教員 1 名であった。被検者の年齢、身長、体重の平均および SD は、それぞれ  $40.0 \pm 20.2$  歳、 $156.8 \pm 5.8$ cm、 $50.7 \pm 6.1$ kg であった。

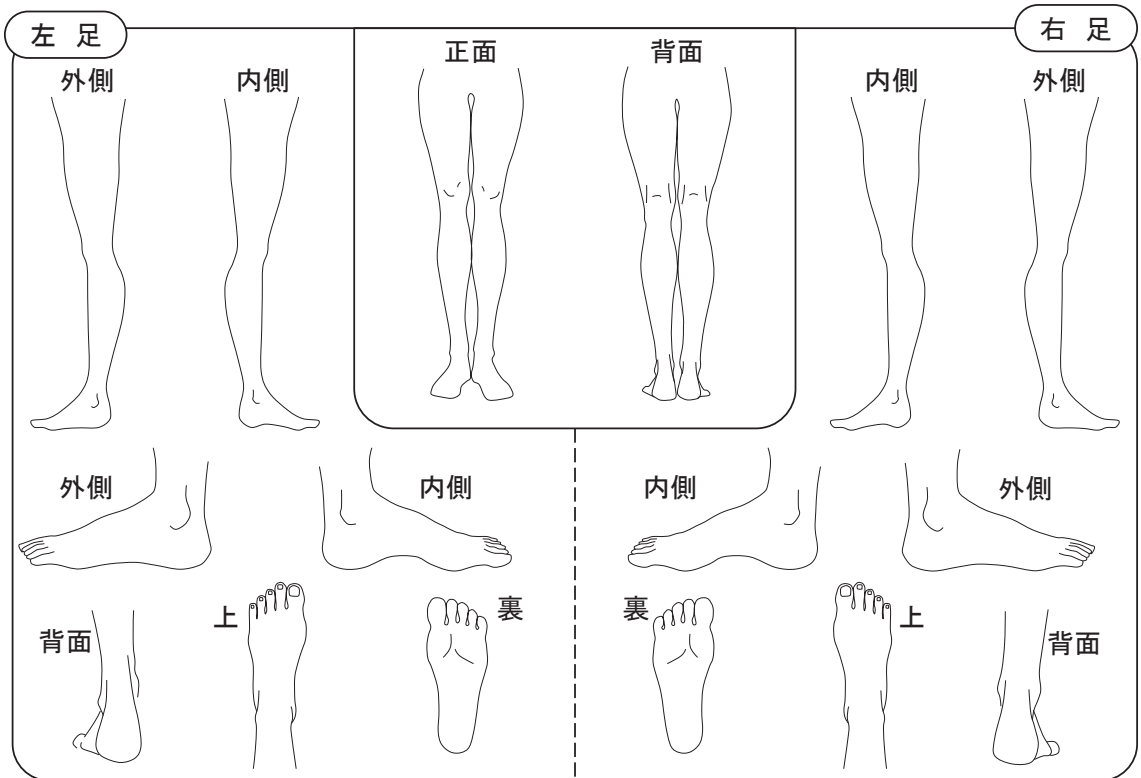


図3. 日常歩行時の足の痛みの記入図

痛みのある部位に●印を記入してください。●印の横にボルグ指数表に従って痛みの強さを数字で記入してください。

今回は、三次元足型自動計測器で第1趾側角度を測定した。この測定法は、靴研究式の測定法であり、踵の中央と第2足趾の先端中央を結んだ線と平行な線と母趾MTP関節と母趾の外郭線を結んだ線との角度を第1趾側角度として計測している<sup>6)</sup>。内田ら<sup>6)</sup>によれば、レントゲン判定によるHV角と靴研究式の第1趾側角度の相関係数は0.81と高いことが報告されている。

外反母趾のレントゲンによる外反母趾角(HV角)の重症度分類は、成書<sup>2)</sup>および外反母趾診療ガイドライン<sup>3)</sup>では、軽度(20°-30°未満)、中等度(30°-40°未満)、重度(40°以上)とされている。しかし、臨床的には、境界領域の外反母趾が多く存在するとされている<sup>3)</sup>。そこで、井口<sup>1)</sup>のHV角の正常範囲5-8°を考慮してHV角8.1-20°未満を境界域として加えて重症度を評価した。これを参考

に、足サイズ計測事業報告書<sup>12)</sup>の女性の平均内側角度6.3°を引いて、靴研究式<sup>6)</sup>で計測した値に近似的にさせた基準に従うと、第1趾側角度(°)の分類で、境界(1.8-13.6°)7名(50.0%)、軽度(13.7-23.6°)6名(42.8%)、中等度(23.7-33.6°)1名(7.1%)、重度(33.7°-)0名(-)であり、中等度までの外反母趾の被検者であった。

1時間の歩行中の下肢の痛みのうち、左股関節、左下腿後面、左右足関節、左足背、左足底、左右母趾では鼻緒有りのほうのボルグ指数が有意に低かった。しかし、右膝関節のみ鼻緒有りの方がボルグ指数は有意に高かった。図4-図7に、1時間歩行中の鼻緒の有無別の右膝関節、右足関節、左足部、右母趾痛の推移を示す。学生被検者の1名は、鼻緒靴での歩行について、「生まれて初めて、足を地に付けて歩ける感じがする。このまま、ハ

右膝関節痛(ボルグ指数)

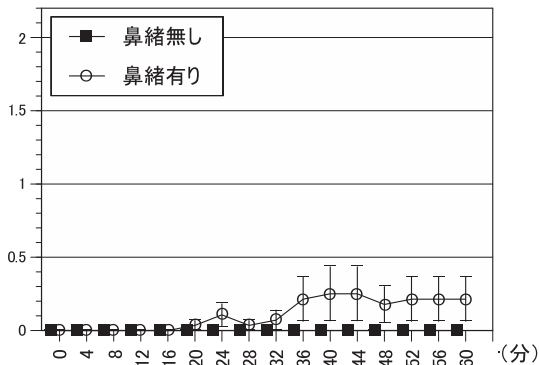


図4. 1時間歩行中の鼻緒の有無別の右膝関節痛の推移  
\*\* $p < 0.01$ , 鼻緒の有無により有意差を認める。(二元配置分散分析)

左足底痛(ボルグ指数)

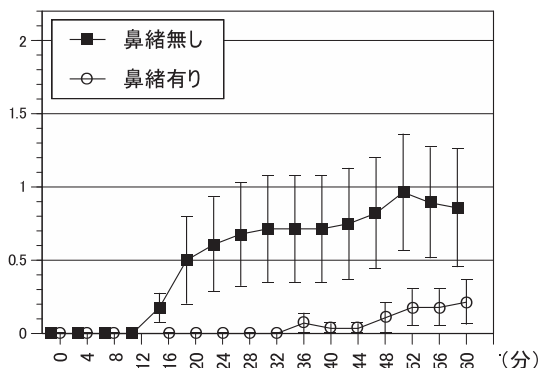


図6. 1時間歩行中の鼻緒の有無別の左足底痛の推移  
\*\* $p < 0.01$ , 鼻緒の有無により有意差を認める。(二元配置分散分析)

右足関節痛(ボルグ指数)

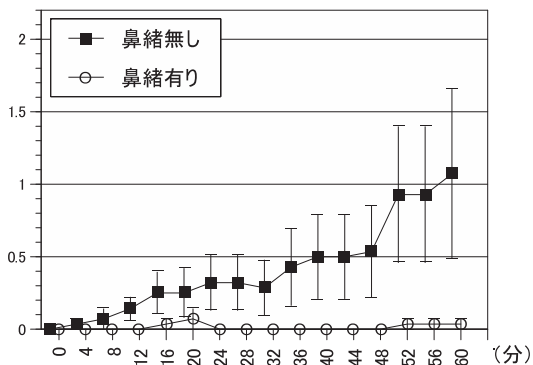


図5. 1時間歩行中の鼻緒の有無別の右足関節痛の推移  
\*\* $p < 0.01$ , 鼻緒の有無により有意差を認める。(二元配置分散分析)

右母趾痛(ボルグ指数)

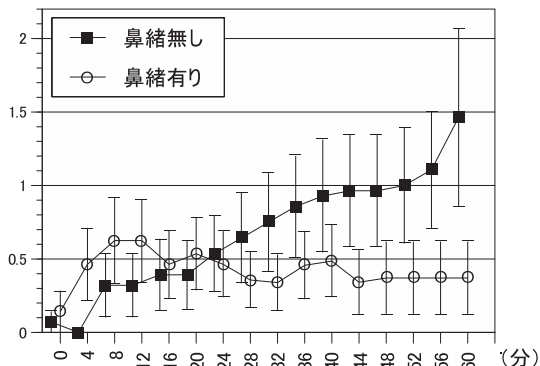


図7. 1時間歩行中の鼻緒の有無別の右母趾痛の推移  
\* $p < 0.05$ , 鼻緒の有無により有意差を認める。(二元配置分散分析)  
\* $p < 0.05$ , 56min, 60minでは, 鼻緒の有無により有意差を認める。(paired Wilcoxon test)

イキングに行きたい気分である。これまで足が痛くて、足底の外側を付いて歩いていた。これで、革靴が履ける。」と印象的な言葉を述べている。右母趾では、鼻緒靴の4-12分で、ボルグ指数が増加しているが、これは、鼻緒無し靴で生じた痛みが30分の休憩で十分に解消しないための履歴効果と考えられる。しかし、その後の推移では、母趾痛はやや減少に転じている。被検者に質問すると、「鼻緒無し靴で生じた足の痛みが、鼻緒靴の歩行で軽減する。」と答えており、印象的であった。今回

の実験から履歴効果の解消には、30分よりも長い休憩が必要なことが示された。

第1回実験の2つの靴での歩行距離の平均およびSDは、鼻緒有りで $3.947.7 \pm 387.8$ m, 鼻緒無しで $3.928.2 \pm 421.4$ mであり, paired t-testで有意差は認められなかった。

鼻緒の有無による「下肢の痛み」および「歩き易さ」の観点からのランキングを聞いたが、鼻緒

右膝関節痛(ボルグ指数)

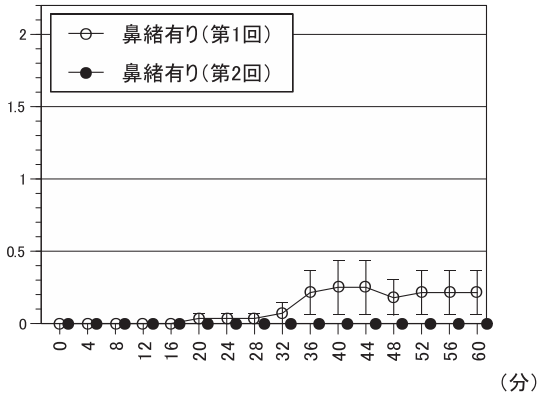


図8. 第1回実験および第2回実験の鼻緒有りの1時間歩行中の右膝関節痛の推移  
 \*\* $p < 0.01$ , 2つの実験の間で有意差を認める。(二元配置分散分析)

右母趾痛(ボルグ指数)

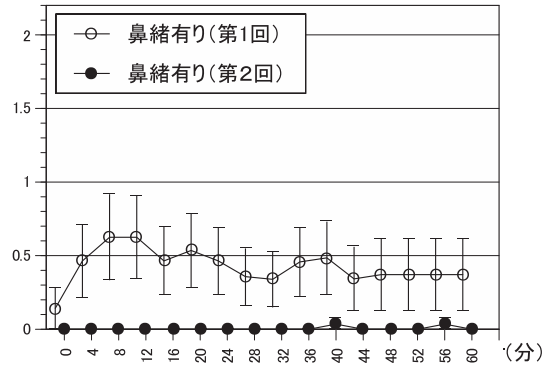


図10. 第1回および第2回実験の鼻緒有りの1時間歩行中の右母趾痛の推移  
 \*\* $p < 0.01$ , 2つの実験の間で有意差を認める。(二元配置分散分析)

右足背痛(ボルグ指数)

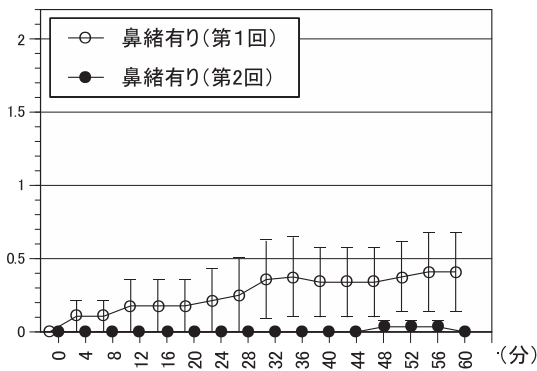


図9. 第1回実験および第2回実験の鼻緒有りの1時間歩行中の右足背痛の推移  
 \*\* $p < 0.01$ , 2つの実験の間で有意差を認める。(二元配置分散分析)

有りでは、平均値およびSDはそれぞれ、 $1.17 \pm 0.37$ 位および $1.17 \pm 0.37$ 位、鼻緒無しでは、 $1.82 \pm 0.37$ 位および $1.82 \pm 0.37$ 位であり、 $p < 0.01$  (一元配置分散分析)で、両者とも鼻緒有りで有意にランキングが高く、鼻緒靴は下肢の痛みだけでなく、歩行し易さでも支持される結果であった。

## 2) 第2回歩行実験の結果

17名の対象者のうち、歩行時の足の痛みのない

被検者1名、足の幅が調査対象の鼻緒靴の靴幅3Eに適合しない4Eおよび5Eの被検者の各1名を除いた14名について解析した。被検者の職種は、看護学生3名、医療系学生2名、主婦3名、事務職4名、販売員1名、教員1名であった。第1回実験時と販売員同士が1名入れ替わったので、職種分布は第1回実験と同様であった。4Eの被検者については、3ヶ月の追跡調査で足幅が鼻緒靴に不適合であることが判明したため除外した。

第2回実験の外反母趾の重症度分類は、境界( $1.8-13.6^\circ$ )8名(57.1%)、軽度( $13.7-23.6^\circ$ )5名(35.7%)、中等度( $23.7-33.6^\circ$ )1名(7.1%)、重度( $33.7^\circ-$ )0名(-)であり、中等度までの外反母趾の被検者であった。年齢、身長、体重の平均およびSDは、それぞれ $43.0 \pm 20.6$ 歳、身長 $157.0 \pm 5.7$ cm、体重 $50.5 \pm 5.8$ kgであった。

3ヶ月の鼻緒靴の装着時間を記録してもらったが、記録のとれた11名の装着日数および時間の平均およびSDは、それぞれ $43.3 \pm 17.2$ 日および $175.6 \pm 133.4$ 時間であり、1日平均4.0時間の装着であった。個人より、装着時間に差が大きく、看護学生では、授業中は内履きで過ごし、鼻緒靴の試着は、通学や週末に限られ短時間であった。一

右第2-5足趾痛(ボルグ指数)

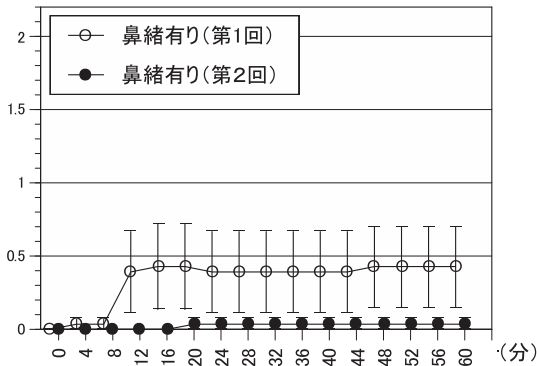


図 11. 第 1 回および第 2 回実験の鼻緒有りの 1 時間歩行中の右第 2-5 足趾痛の推移  
 \*\*p<0.01. 2つの実験の間で有意差を認める (二元配置分散分析)

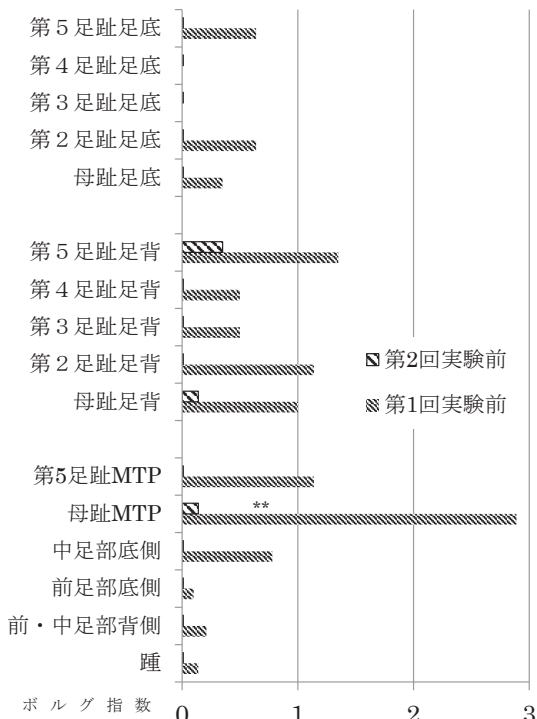


図 12. 第 1 回実験前の従来靴および第 2 回実験前の鼻緒靴での日常歩行時の右足の痛みの強さ (ボルグ指数) \*\*p<0.01, 第 1 回および第 2 回実験前の間で有意差を認める. (paired Wilcoxon test)

表 2. 第 1 回実験前の従来靴および第 2 回実験前の鼻緒靴での日常歩行時の足の痛みが悪化する時間 (n=14)

悪化する時間	第 1 回実験前	第 2 回実験前
	N (%)	N (%)
10 分未満	2 (14.2)	0 (—)
10-20 分未満	4 (28.5)	0 (—)
20-30 分未満	4 (28.5)	0 (—)
30-60 分未満	1 (7.1)	1 (7.1)
60-90 分未満	2 (14.2)	2 (14.2)
90-120 分未満	1 (7.1)	0 (—)
痛み悪化なし	0 (—)	11 (78.5)

\*\*p<0.01 第 1 回および第 2 回実験前の間で有意差を認める. (Fisher の直接確率法)

間であった.

1 時間歩行の下肢痛のうち, 右股関節, 左右大腿, 左右膝関節, 左下腿後面, 右足関節, 左右足背, 右足底, 左右母趾, 左右第 2-5 足趾では第 1 回実験鼻緒有りに比して, 第 2 回実験鼻緒有りで, ボルグ指数が有意に低かった.

図 8-11 に, 第 1 回実験 (装着開始時), 第 2 回実験 (装着 3 ヶ月後) 時の鼻緒靴の 1 時間歩行中の右膝関節, 右足背, 右母趾および右第 2-5 足趾痛の推移を示した. いずれも装着開始時に比して 3 ヶ月後のボルグ指数が有意に低かった. 第 1 回実験では, 鼻緒有りで膝関節痛が有意に増加していたが, 3 ヶ月の装着後には, 膝関節痛は解消されていた.

表 2 に, 鼻緒靴装着前と装着 3 ヶ月後の歩行時の足の痛みが悪化する時間を示した. 装着 3 ヶ月後には, 足の痛みの出現時間が有意に改善し, 14 名中の 13 名 (92.8%) に改善を認めた. 歩行時の足の痛みの悪化する者は, 14 名 (100%) から 3 名 (21.3%) に有意に減少した. (p<0.01, Fisher の直接確率法)

図 12 に, 第 1 回実験前の従来靴および第 2 回実験前の鼻緒靴での日常歩行時の右足の部位別の痛みの強さをボルグ指数で示した. 鼻緒靴装着後に,

方, 主婦や業務で鼻緒靴を試着できる人は, 長時



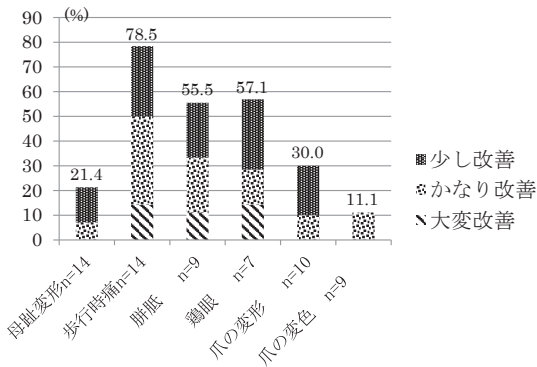


図 13. 鼻緒靴 3 ヶ月装着後の足趾の改善者率

ほとんどの部位の痛みが無くなり，母趾 MTP 関節部および小趾 MTP 関節部の痛みの改善が顕著であった。

図 13 に，鼻緒靴 3 ヶ月装着後の外反母趾症状の自己評価による改善者率を示した。少し以上の改善は，母趾の変形 21.4%，歩行時の痛み 78.5%，胼胝 55.5%，鶏眼 57.1%，爪の変形 30.0%，爪の変色 11.1% であり，歩行時の痛み，胼胝，鶏眼，爪の変形の改善者率が高かった。

図 14 に，3 ヶ月の鼻緒装着で，足底部の胼胝が顕著に改善した事例を示した。被検者は，洋服の販売員をしており，業務でのヒール靴の装着が必須であり，鼻緒靴装着前の胼胝が顕著であった。

## 5. 考 察

外反母趾の原因は，歩行時の足の前方向きでの靴内壁の母趾の外反圧迫であると仮説し，ソールの鼻緒で母趾を固定する鼻緒靴を開発し，その効果について 2 つの実験をした。第 1 回実験では，鼻緒の有無による 1 時間の歩行実験で，歩行中の下肢の痛みのうち，左股関節，左下腿後面，左右足関節，左足背，左足底，左右母趾では鼻緒有りのほうのボルグ指数が有意に低く，痛みが軽減されている。鼻緒の有無により歩行距離に差が無く，歩行時の下肢の痛みの軽減は，鼻緒の効果によるものと考えられる。

次に第 2 回実験では，鼻緒靴の 3 ヶ月の装着に



図 14. 鼻緒靴装着前と 3 ヶ月後の足底の胼胝の変化  
65 歳の女性の洋服販売員の事例。

より，1 時間歩行の下肢の痛みのうち，右股関節，左右大腿，左右膝関節，左下腿後面，右足関節，左右足背，右足底，左右母趾，左右第 2-5 足趾では第 1 回実験鼻緒有りに比して，第 2 回実験鼻緒有りで，ボルグ指数が有意に低かった。このことから，鼻緒靴の 3 ヶ月の装着により，中期効果として歩行時の下肢の痛みが第 1 回実験時よりも改善されたと推定される。

鼻緒靴の装着前と装着 3 ヶ月後の日常歩行時の足の痛みが悪化する時間も，装着 3 ヶ月後には，有意に改善している。また，日常歩行時の右足の部位別の痛みも装着後に，ほとんどの部位で無く

なり、母趾 MTP 関節部および小趾 MTP 関節部での改善が顕著であった。また、鼻緒靴 3 ヶ月装着後の外反母趾症状の自己評価による改善者率も母趾の変形 21.4%、歩行時の痛み 78.5%、胼胝 55.5%、鶏眼 57.1%、爪の変形 30.0%、爪の変色 11.1% であり、歩行時の痛み、胼胝、鶏眼、爪の変形の改善者率が高かった。

これらのことから、鼻緒靴は、短期の効果だけでなく中期的な効果として、外反母趾の大きな問題である歩行時の痛みを軽減する効果が強いことが示唆された。さらに、自己評価ではあるが鼻緒靴の中期効果として胼胝や鶏眼などの改善も示唆された。この点については、更に客観的な所見を指標にして追跡してゆきたい。

鼻緒靴の効果の機序は、仮説で述べたように、鼻緒により靴内での足趾の位置が固定され、靴の内壁での圧迫を避けることが考えられる。内田ら<sup>6)</sup>は、外反母趾の患者では、母趾の MTP 関節部が靴にあたると、これがあたらないようにと、足囲の大きな靴を選ぶ傾向が非常に強い。そのような靴をはけば、かえって踵周りも大きくなることから靴の中で足がおよぎ、かえって当りが大きくなって痛みが増強しさらに大きな靴を選ぶという悪循環を繰り返しているように思えると述べている。鼻緒靴は、鼻緒で足趾の位置を固定し前向きをなくすことにより、内壁への母趾の MTP 関節の当りを解消することにより、内田ら<sup>6)</sup>の言う幅広靴による悪循環を解消するものと推定される。

今回の鼻緒靴による外反母趾の対策は、インソールに鼻緒を装着することで足趾の位置を固定し、足の前方向きによる靴の内壁の母趾圧迫を防ぐ方法であるため、患者にフィットする靴の調整が簡明で短時間で行えることが特徴である。従来の足底挿板や靴の調整では、患者にフィットした足底挿板や靴を選ぶための調整要因が多く<sup>7)~9)</sup>、試し履きを繰り返しながら形状を調整する必要があるなど、時間を要することが多い。鼻緒靴では、患者の足長と足囲に合う靴を選び、鼻緒の位置を患者の足に合せれば、インソールに足の位置が固

定され靴の中で動きにくいために、靴の形状に左右される要素が少なく簡明である。これまで、実際に、鼻緒靴を外反母趾の患者に処方しているが、靴合わせが簡明であり、胼胝が短期間で改善するなど好評である。今後、更に、処方症例を増やして検討して行きたい。

さらに、今回の実験を通じて、以下の点が指摘される。第 1 回の実験で、右膝関節のみは、母趾や足底の痛みのレベルに比しては、ごく軽度ではあるが、鼻緒有りの方がボルグ指数は有意に高かった。しかし、第 2 回実験では、鼻緒靴歩行時の膝痛は解消されていた。これらのことから、以下の点が考えられる。江原ら<sup>13)</sup>は、健常者の裸足の歩行時の足底床反力作用点の軌跡を検討し、接地時は踵付近に発生した床反力作用点、前方に急激に移動し、立脚期の後半には、前足部で第 2-3 足趾足底から母趾球付近で留まった後に母趾の方に抜けていくことを示している。外反母趾では、母趾が浮いているために、第 2-3 足趾足底から母趾球を経由せずに第 2-3 足趾の方向に抜け、そのために、第 2-3 足趾足底に胼胝ができると考えられる。これが、鼻緒靴を履くことで、鼻緒ベルトにより、それまで外反母趾により浮いていた母趾が接地するようになり、歩行時に第 2-3 足趾足底で踏み切っていたのが、本来の母趾での踏み切りに向かうようになり、歩行時の膝への体重負荷が踏切時に矢状面での膝関節中央からやや内側方向に移動し、膝の筋肉の使い方が変化し一時的に膝症状が軽度増加したことが考えられる。

そして、3 ヶ月の装着で、鼻緒靴での歩行に慣れて、新しい歩容に移行し膝の症状が解消されたものと推定される。鼻緒靴によって第 2-3 足趾足底の胼胝が改善した者の割合が高いことから、第 2-3 足趾足底部踏切から、母趾踏切に移行したことが推定される。この点については、今後さらに検討していきたい。

今回の実験では、3E の鼻緒靴に足囲が適合しない人が 2 名認められた。これらの被検者については、後日に靴の横幅を広げる対応を行い、足囲の

問題は解消された。外反母趾では、足囲が広い例が多く、鼻緒靴の設計で足囲の大きい人にも対応する必要性が認められた。また、鼻緒の装着は、数回の装着で慣れるために、大きな問題はなかった。

今回の研究では、外反母趾の原因は、歩行時の足の前方迂りでの靴内壁の母趾の外反圧迫であると仮説し、ソールの鼻緒で母趾を固定し、足の前迂りによる内壁の圧迫を避ける鼻緒靴を開発した。今回の実験結果から、この仮説は否定されなかった。今後、鼻緒によって足の前迂りが制御されることを、歩行実験等を行い検証していきたい。

## 6. 結 語

外反母趾の歩行時の症状の軽減のために開発された鼻緒靴を外反母趾の女性被検者 17 名を対象に、鼻緒の有無による 1 時間歩行および鼻緒靴 3 ヶ月装着後の鼻緒有りでの 1 時間歩行を行わせ、各 14 名の被検者について解析し、以下の点が明らかになった。

- 1) 鼻緒靴の装着開始時に、鼻緒有りは無しに比して歩行中の下肢痛が有意に低下した。
- 2) 鼻緒靴装着開始時の鼻緒有りに比し、3 ヶ月装着後の鼻緒有りでは、歩行中の下肢痛が有意に低下した。
- 3) 3 ヶ月の鼻緒靴装着により、歩行時の足の痛み有訴者が 14 名 (100%) から 3 名 (21.4%) と有意に減少した。
- 4) 3 ヶ月の鼻緒靴装着後の自覚的評価で母趾の変形、歩行時の足趾の痛み、胼胝、鶏眼、爪の変形などの改善が見られた。

5) 鼻緒靴の装着開始時に鼻緒有りは無しに比し、右膝関節痛のみ軽度の上昇を認めたが、3 ヶ月装着後には解消され、鼻緒靴による歩容の変化による一時的な症状と考えられた。

これらの結果より、鼻緒靴は外反母趾の歩行時の症状の改善に有効なことが示唆された。

## 文 献

- 1) 高倉義典. 足関節と足趾. 標準整形外科学. 第 8 版. 石井清一, 平澤泰介 監修. 東京: 医学書院; 2003. 565-85.
- 2) 田中康仁. 足関節と足趾. 標準整形外科学. 第 13 版. 中本利孝, 松野丈夫 監修. 東京: 医学書院; 2017. 695-7.
- 3) 外反母趾診療ガイドライン 2014: 日本整形外科学会, 日本足の外科学会監修. 東京: 南江堂; 2014.
- 4) 杉浦弘通, 酒向俊治, 塚本裕二他. 女性高齢者の外反母趾と足底の特徴. 靴の医学 2007; 21: 28-31.
- 5) 佐藤雅人, 梅村元子, 正木創平. 若年者外反母趾傾向の調査—10 年前との比較—. 靴の医学 2003; 17 (2): 51-3.
- 6) 内田俊彦, 藤原和朗, 高岡 淳他. 外反母趾の計測. 靴の医学 2002; 16: 47-50.
- 7) 柴田義守. 外反母趾の保存療法と生活指導. 靴の医学 2012; 26: 60.
- 8) 内田俊彦. 整形外科医からみた足と靴. 靴の医学 2009; 23 (2): 99-104.
- 9) 塩之谷香, 中村蓼吾, 宮崎康介他. 靴およびインソールによる外反母趾治療. 靴の医学 2012; 26: 61.
- 10) Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. Scandinavian J. Work Environ. Health 1990; 16 (Supplement 1): 55-8.
- 11) 井口 傑. 新版 外反母趾を防ぐ・治す. 東京: 講談社; 2007. 52-3.
- 12) 社団法人 日本皮革産業連合会. 足サイズ計測事業報告書. 2009. 4-5 35.
- 13) 江原義弘, 山本澄子. ボディダイナミクス入門, 歩き始めと歩行の分析. 東京: 医歯薬出版; 2009. 119-21.



# 従来の免荷法から改良した免荷サンダルの試作と基礎的検討

## Development of the offloading devices for diabetic lesion patient. Pilot study

<sup>1)</sup>バン産商株式会社フスウントシュー インスティテュート

<sup>2)</sup>メディカルプラザ篠崎駅西口

<sup>3)</sup>株式会社アクロ

<sup>4)</sup>東京女子医科大学糖尿病センター

<sup>1)</sup>Fuss und Schuh Institut, Vansan-sho. Inc.

<sup>2)</sup>Medical Plaza Shinozakieki-Nishiguchi

<sup>3)</sup>Achro Inc.

<sup>4)</sup>Tokyo Women's Medical University Diabetic Center

遠藤 拓<sup>1)</sup>, 新城 孝道<sup>2)</sup>, 齊藤 裕貴<sup>1)</sup>, 上村 悦史<sup>3)</sup>, 井倉 和紀<sup>4)</sup>

Hiraku Endoh<sup>1)</sup>, Takamichi Shinjyo<sup>2)</sup>, Hiroki Saitoh<sup>1)</sup>, Etsushi Kamimura<sup>3)</sup>, Kazuki Ikura<sup>4)</sup>

**Key words** : 糖尿病足病変 (diabetic foot), 免荷サンダル (offloading sandals), 官能検査 (sensory evaluation), 足底圧分布 (plantar pressure distribution)

### 要 旨

主に前足部の糖尿病足病変を有する患者に対応する免荷サンダルを試作した。この有用性を検討するために健常者8名に足底圧計測用足部覆い、各自使用していた履物および試作サンダルを履いて歩行させ、使用後に官能検査を行った。並行して足底圧力を計測し各履物間で比較検討した。官能試験では各履物間で有意差はなかった。前足部の足底圧は試作サンダルで有意に減少したが、接触面積では他の履物と比べて有意差がなかった。この結果、試作サンダルは各自が使用した履物と比較しても官能的に差がなく、前足部の足底圧を

軽減させることが示された。

### 目 的

主に前足部の糖尿病足病変患者に対し従来の足部免荷サンダルでは片足のため靴底の高さが異なり歩容に影響を及ぼす点、履物ではロッカーソール加工する時間および費用がかかる点の不備と考えられる諸要因を改良して新規に免荷サンダル(以下試作サンダル)を作製した<sup>1)</sup>。(図1)今回その試作サンダルの効果について健常者を対象として検証したので報告する。

### 対 象

試作サンダルの特徴を以下に列挙する。先行作製の免荷サンダルの構造は踏襲し、左右履きとした<sup>2)</sup>。サンダル内での足底潰瘍処置などのため包帯を巻きつけることによる前足部容積の調節機能として取り外し可能な10mm厚の柔軟なショア硬度

(2018/10/30 受付)

連絡先 : 遠藤 拓 〒111-0043 東京都台東区駒形  
2-5-7 バン産商株式会社 フスウントシュー  
インスティテュート  
TEL 03-3843-6541 FAX 03-3841-1167  
e-mail fsi@fuss-und-schuh.co.jp



図1. 試作サンダル

上 全体図 取り外し可能なインソールと前足部調整機能  
 左下 面ファスナーのストラップと広く開口する意匠  
 右下 ロッカーソール

A25のエチレン-酢酸ビニル共重合樹脂 Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer (以下 EVA) 製インソールを入れた<sup>3)</sup>。これで足の脚長差の補高加工も可能である。サンダルの靴底は従来の免荷サンダルを参考とした形状と厚さにした<sup>4)</sup>。

その他の試作サンダルの特徴

1. 靴紐でなく着脱を容易にする面ファスナーのストラップを使用した。
2. 足関節可動域制限を有した症例でも着脱を可能にするため、広く開口する意匠とした。
3. 合成皮革を甲革の外部に、メッシュ素材を甲革内部に使用し、包帯を巻いた足にも対応する延長可能な前足部ベルトを付属させた。
4. 足長サイズ 25cm 相当で足囲 25.5cm の靴型を使用した。靴底は 28mm 厚で、ショア硬度 A60 の EVA の材料を用いた。前足部傾斜角 18° の中足ロールとロッカーバーを有した形状 (以下ロッカーソール) にした<sup>5)6)</sup>。踵部は立位の安定性を考

慮しロッカー形状にしなかった<sup>2)</sup>。

5. 踵部を支持する月型芯を内蔵させた。
6. 従来品 (足長サイズ 25-26cm 相当で 316g から 454g まで) と比較し軽量または同等の重量 (同サイズ相当で 324g) とした。

以上、被験者は足部病変のない健常男性 8 名 (平均 42.5 ± 9.24 歳, 身長 170.8 ± 6.0cm, 体重 93.7 ± 16.8kg) である。被験者の使用していた履物 (以下使用履物) は全て使用後半年以上経過して足に馴染んでいるものとした。

## 方 法

被験者に使用履物と試作サンダルを交互に装着させ、装着から歩行までの着脱性、自由速度にて歩行した時の装用感、重量感、安定性、適合性について Mills らによる先行研究の VAS を用いた官能検査を改変し、かなり悪いは 0、大変良いは 10 として行った<sup>7)</sup>。(表 1)

表 1. 官能検査質問事項

使用履物		かなり悪い	悪い	普通	良い	大変良い					
着脱性	脱ぎ履きはどうか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
装用感	履きごこちはどうか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
重量感	重さはどうか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
安定性	安定性はあるか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
適合	足にあってるか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
試作サンダル		かなり悪い	悪い	普通	良い	大変良い					
着脱性	脱ぎ履きはどうか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
装用感	履きごこちはどうか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
重量感	重さはどうか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
安定性	安定性はあるか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
適合	足にあってるか.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

文献7を引用改変



図 2. 足底圧計測用足部覆い

素足歩行時の足底圧計測のために作成した EVA 製の靴底のないサンダル。面ファスナーのストラップで足部を固定する。

次に前足部の免荷状態を確認するため、被験者の足底にセンサーシートを貼り付けた後に差高 0cm のショア硬度 A45 で製作した足底圧計測用の履物（以下足底圧計測用足部覆い）を単独で使用した時と（図 2）、その足部覆いを外して試作サンダルおよび使用履物をそれぞれ装着させた状態で、自由速度にて 10m ずつ歩行させた。

その時の足底圧を F スキャン Ver.5.23 にて計測し、前足部の接触圧力、接触面積（図 3）をそれぞれ比較検討した<sup>8)</sup>。統計的有意差はウィルコクソン符号付順位和検定を用いて有意水準 5% にて

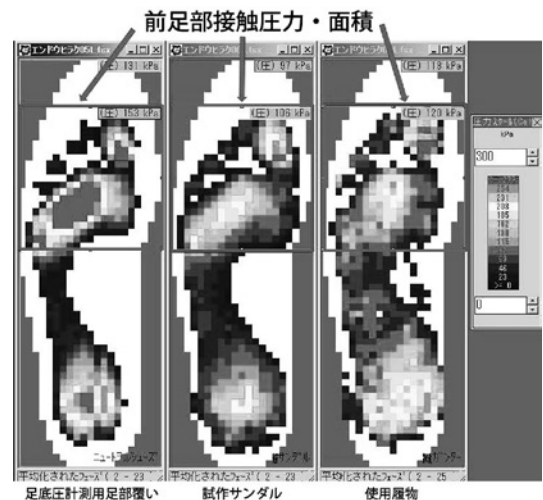


図 3. 足底圧分布における前足部の接触圧力および接触面積の比較

左からニュートラルシューズ、試作サンダル、使用履物陰影の強い箇所は高圧値を示す

検証した。

## 結 果

被験者の使用履物と試作サンダルとの間には、着脱性、重量感、装用感、安定性、適合性の官能検査についていずれも明らかな差はなかった。（表 2）足底圧分布においては、前足部接触圧力は試作サンダルの使用時で足底圧計測用足部覆い、使用

履物と比較し有意に減少した。(図4) 試作サンダルの前足部接触面積は足底圧計測用足部覆いと比較し有意に増加したが、使用履物とは有意差が見られなかった。(図5)

### 考 察

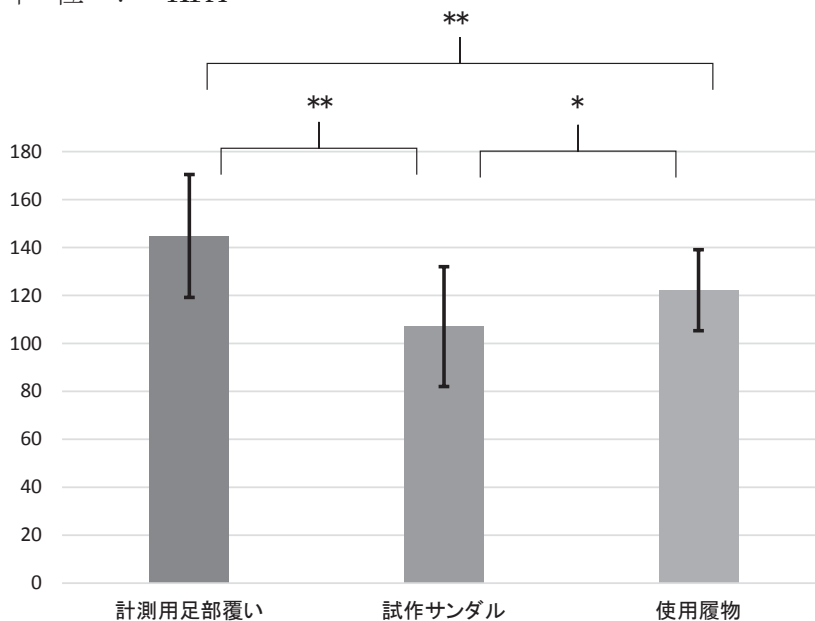
Mills らによる先行研究において VAS を用いた履物の履き心地の調査は7段階のリッカート尺度を使った質問調査より結果が安定していると述べている。これを改変した官能試験の結果から、試

作サンダルは履きなれた履物と比較しても着脱性、重量感、装用感、安定性、適合性について遜色なかった。足底圧分布において試作サンダルは、足底圧計測用足部覆いおよび使用履物のいずれよりも歩行時の前足部圧力を軽減した。これはショア硬度 A25 の 10mm 厚のインソールおよび踏み返し時に足趾を伸展させないロッカーソールによる効果が考えられる<sup>9)</sup>。(図6) 足底圧分布における接触面積について、足底圧計測用足部覆いの足底面はショア硬度 A45 であったことから、試作サンダルの柔軟な EVA 素材のインソールに歩行時の被験者の足部が荷重し沈下することで接触面積は足底圧計測用足部覆いより増加したものと考えられた<sup>10)</sup>。一方、被験者の使用履物は全て足底を支持または圧を軽減する形状のフットベッドやインソールを有するものであったため、試作サンダルとの差異はなかったものと考えられる。厳密なカスタムメイドインソールを併用することで足底

表 2. 官能検査結果

	試作サンダル	使用履物	P 値
着脱性	7.8±2.19	8.0±2.07	0.82
装用感	6.9±2.42	7.0±2.45	0.91
重量感	6.6±1.66	7.3±1.49	0.35
安定性	6.4±2.13	7.3±1.58	0.24
適合	5.8±2.05	7.1±2.10	0.27

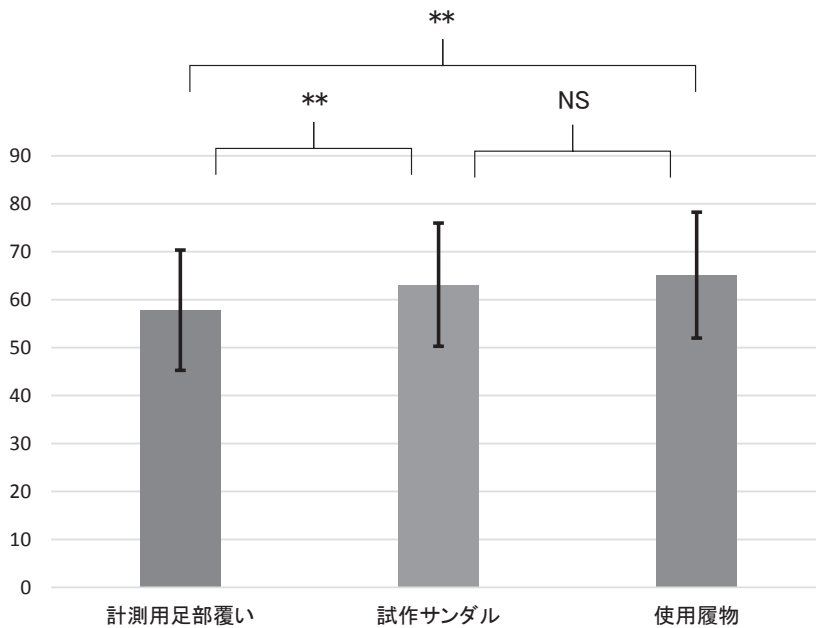
単 位 : KPA



\*  $p < 0.01$  , \*\*  $p < 0.001$

図 4. 前足部接触圧力

単 位 : cm<sup>2</sup>



NS not significant , \*\* p < 0.001.

図 5. 前足部接触面積



図 6. ロッカーソール (左) とノーマルソール (右)

靴底が硬いことで踏み返し時に足趾を伸展させず、前足部の足底圧を減少させる

の更なる免荷が期待されるが、製作する時間のことを考慮すると、試作サンダルのインソールを現場で微調整し患者に装着させることで、早期から履物介入による治療効果の改善をはかることも可能と思われる。本研究の今後の課題としては、試作サンダルと従来の免荷サンダルとの比較調査、

対象被験者の年齢階層の検討、患者に実使用した時の調査研究が必要である。

### 結 語

従来の免荷サンダルの不備な点を改良した試作サンダルは官能検査で被験者の使用履物と比較し

遜色なく、足底圧に関しての前足部減圧効果を得た。試作サンダルで迅速な足病変対策が可能となりうる。

#### 文 献

- 1) 新城孝道. 足病変を有する糖尿病患者に対する治療靴. 靴の医学 1989; 3: 49-53.
- 2) 新城孝道. 糖尿病患者の足趾部・前足部足病変治療目的で使用した履物のロッカー付加の有用性の検討. 靴の医学 1997; 11: 45-8.
- 3) Basfar A., et al. Hardness measurements of silicon rubber and polyurethane rubber cured by ionizing radiation. Radiation Physics and Chemistry 1997; 50.6: 607-10.
- 4) Bus S. A., et al. Plantar pressure relief in the diabetic foot using forefoot offloading shoes. Gait & posture 2009; 618-22.
- 5) 遠藤 拓他. 前傾姿勢に対するロッカーソールの有用性の検証 (第2報). 靴の医学 2009; 23.2: 15-8.
- 6) Chapman, J. D., et al. Effect of rocker shoe design features on forefoot plantar pressures in people with and without diabetes. Clinical Biomechanics 2013; 28.6: 679-85.
- 7) Mills K, et al. Identifying clinically meaningful tools for measuring comfort perception of footwear. Medicine and science in sports and exercise 2010; 42.10: 1966-71.
- 8) 今石喜成他. 足底圧分圧測定システム (F-SCAN) の再現性における基礎的研究. 靴の医学 1997; 11: 4-9.
- 9) Hutchins S., et al. The biomechanics and clinical efficacy of footwear adapted with rocker profiles—evidence in the literature. The Foot 2009; 19.3: 165-70.
- 10) バウムガルトナー. 足と靴その整形外科的処置法. フスワントシューインスティテュート; 2001. 153-6.



# 靴の適合化による足部形態の変化 ～小学生と高校生を対象とした1年間の追跡調査～ Changes in Foot Morphology due to Shoe Fitting in Elementary and High School Students: 1-year follow-up survey

<sup>1</sup>金城大学大学院 総合リハビリテーション学研究科

<sup>2</sup>金城大学 医療健康学部

<sup>3</sup>田中町温泉ケアセンター

<sup>4</sup>株式会社 シューズ・アカデミック

<sup>1</sup>Course of Rehabilitation, Graduate School of Rehabilitation, Kinjo University

<sup>2</sup>Faculty of Health Sciences, Kinjo University

<sup>3</sup>Tanakamachi Onsen Care Center

<sup>4</sup>Shoes Academic Co., Ltd.

小島 聖<sup>1</sup>，丸尾 朝之<sup>2</sup>，二谷 彩<sup>1,3</sup>，小間井宏尚<sup>4</sup>  
Satoshi Kojima<sup>1</sup>，Tomoyuki Maruo<sup>2</sup>，Sayaka Futatsuya<sup>1,3</sup>，Hironao Komai<sup>4</sup>

**Key words** : 足部形態 (foot morphology), 靴 (shoes), アーチ高率 (rate of arch height), 浮き趾 (floating toes)

## 要 旨

小学生 (35 名) と高校生 (51 名) を対象に、靴の適合化による足部形態の変化を調査した。足長、足幅、浮き趾本数、アーチ高率を評価した。被験者の足長と足幅に合致した靴を提供し、校内での内履きとして1年間着用してもらった。着用前後で評価項目を比較した。その結果、小学生、高校生ともにアーチ高率の増加が認められた。浮き趾本数については、小学生の66.7%、高校生の79.4%で減少が認められた。これらから、適切な靴を履

くことはアーチの形成と浮き趾本数の減少に貢献している可能性があると考えられる。

## 緒 言

子どもの足と趾に生じる問題として、近年、様々な報告が散見される。日本学校保健会の実態調査(2009年)によれば、足の痛み、趾の曲がりや母趾角の増加、足長よりも大きい靴を履いている子どもに足のトラブルが多いこと等の実態が報告されている<sup>1</sup>。また、幼児を対象とした足の調査では、浮き趾を生じている子どもが増加していると報告されている<sup>2</sup>。これらの原因については、靴が関与しているという報告<sup>2)~4)</sup>が多く、その影響は看過できないものと考えられる。これらを踏まえ、足に生じる疼痛や趾の変形等を予防するために、適切な大きさの靴を履くこと、正しい靴の履き方

(2018/10/30 受付)

連絡先：小島 聖 〒924-8511 石川県白山市笠間町  
1200 金城大学大学院 総合リハビリテーション学研究科  
TEL 076-276-4400 FAX 076-275-4316  
E-mail kojima@kinjo.ac.jp



図1. 足裏接地状態の評価と浮き趾の判定

フットルック上で安静立位時の足裏接地状態を評価した(左図). 画像を解析ソフトに取り込み、解析ソフト上で趾の接地の有無を確認した. 右上図はすべての趾が接地している被験者, 右下図は右母趾と左右の第5趾に浮き趾が認められる.

の実践が推奨されている<sup>1)</sup>. しかし、一度生じた足部形態の変化が適切な大きさの靴を履くことで改善が可能かどうかはこれまで調査されておらず不明である. そこで今回、靴の適合化による足部形態の変化を明らかにするために、小学生と高校生を対象に1年間の追跡調査を行い比較した.

## 対象と方法

### 1. 対象

石川県白山市内の小学校と高校の生徒116名のうち、1年間の追跡調査が可能であった86名(小学校1年生(6~7歳)35名, 高校1年生(15~16歳)25名, 2年生(16~17歳)26名)の両足172足を対象とした. 本研究の実施前に、保護者と対象者に対して趣旨説明を行い、書面にて同意を得た. また、実施前にはインフォームド・アセントを十分にを行い、自由参加を保障した. なお、本研究は金城大学研究倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号 第28-13号).

### 2. 方法

初回調査時(以下、初回時)と1年後の追跡調

査時(以下、追跡時)に以下の1)と2)の評価を行い比較した.

#### 1) 足部アーチの評価

足部のアーチは内側縦アーチ(以下、足部アーチ)、外側縦アーチ、横アーチを含む三次元構造である<sup>5)</sup>. 足部アーチの評価は、アーチ部分の頂点にある舟状骨の高さを計測し、足長で除すことによって求めるアーチ高率が広く用いられている<sup>6)</sup>. アーチ高率を用いた評価は、X線学的指標との相関が報告<sup>6)</sup>されており、骨構造上の評価をするため本研究ではこの方法を採用した. アーチ高率の算出は以下の方法で行った. まず、安静立位で舟状骨粗面を触診で確認し、最突出部にマーカーを添付した. 次に、足部内側面に垂直となる位置で、舟状骨粗面の高さにデジタルカメラ(IXY630, CANON社製)を設置して撮影した. 画像をパーソナルコンピュータ(LIFEBOOK A574, FUJITSU社製)に取り込み、三点式計測器(ver.1.1.2)を用いて舟状骨粗面から床までの距離(舟状骨高)を算出した. 舟状骨高をFoot Look解析ソフトから算出した足長(踵先端から最も長い趾までの距離)で除算し、アーチ高率を求めた. 先行研究に準じて、アーチ高率11%未満をアーチの低下と判断した<sup>7)</sup>.

#### 2) 足裏接地状態の評価

足裏接地状態の評価は、足裏バランス測定装置Foot Look(フットルック社製)を用いた.(図1)被験者は手を体側に垂らした状態で足の幅は任意とし、前方注視させた安静立位で足裏をスキャンした. 測定中は被験者のアライメントを前額面と矢状面から観察し、アライメントの崩れやバランスを崩した場合は再度測定した. 得られた画像を専用解析ソフトに取り込み、足長、足幅、浮き趾本数を算出した. なお、浮き趾の判別は、解析ソフト上で1趾でも趾の接地が認められないことを浮き趾と定義し、浮き趾の本数(浮き趾本数)と浮き趾が認められた被験者(浮き趾者)を求めた.(図1)浮き趾の判定については、1名の熟練した検者が画像を確認して判定した.



## 3) 靴の採寸と提供

靴の採寸は簡易足計測器（足守計測ボックス、日本教育シューズ協議会製）を用い、安静立位状態で足長と足幅を測定した。採寸結果から被験者の足長と足幅に合致した靴（JES-8500, JES-009, 日本教育シューズ協議会製）を提供し、校内での内履きとして1年間着用してもらった。（図2）提供時には成書の指導方法に準じて、靴の着脱方法や踵を合わせて履くこと、紐とベルトの締め方を指導した<sup>1)</sup>。なお、成長に伴う靴サイズの不一致を防ぐため、定期的に足と靴を確認し、靴が小さくなった場合や破損した場合は適宜取り替えた。追跡調査期間内に取り替えの必要が生じたのは、小学生35名で47足、高校生3名で3足であった。

## 4) 統計解析

統計解析は、初回時と追跡時のアーチ高率の差は対応のあるt検定、アーチ低下者の比較は $\chi^2$ 検定を用いて比較した。解析は統計ソフトR（ver.3.5.1 for Mac）を用い、有意水準は5%とした。

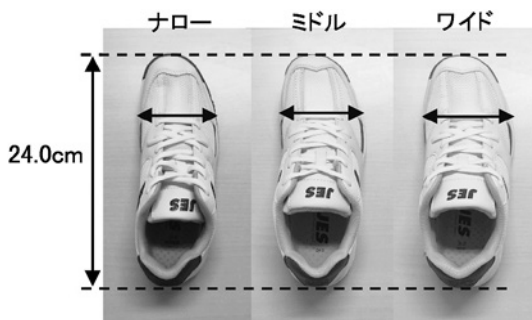


図2. 提供した内履きの靴

同じ足長サイズに対して3種類の横幅サイズ（ナロー、ミドル、ワイド）があり、被験者の足長と足幅に合わせたものを提供した。

表1. アーチ高率の変化

	初回時	追跡時
小学生	9.6±5.2	13.6±8.0*
高校生	11.8±2.7	12.6±3.4*

\* : vs 初回時 p&lt;0.05 単位 : %

## 結 果

## 1. アーチ高率の変化（表1, 2）

小学生におけるアーチ高率は、初回時 9.6±5.2° が追跡時 13.6±8.0° に、有意に増加していた（p<0.05）。初回時にアーチ低下と判定されたのは48足（68.6%）であったが追跡時には23足（32.9%）に、有意に減少していた（p<0.05）。また、初回時にアーチ高率は正常であったが、追跡時にアーチ低下と判断されたのは7足（10.0%）であった。高校生では、初回時 11.8±2.7° が追跡時 12.6±3.4° に、有意に増加していた（p<0.05）。初回時にアーチ低下と判定されたのは90足（88.2%）であったが追跡時には67足（65.7%）に、有意に減少していた（p<0.05）。また、初回時にアーチ高率は正常であったが、追跡時にアーチ低下と判断されたのは11足（10.8%）であった。

## 2. 浮き趾本数と浮き趾者の変化

小学生では、初回時に両足に浮き趾を認めた浮き趾者21名（60.0%）は、追跡時には14名（40.0%）に減少していた。高校生では、初回時に両足に浮き趾を認めた浮き趾者34名（66.7%）は、追跡時には13名（25.5%）に減少していた。（表3）各趾における浮き趾の発生本数は、小学生、高校生ともに第5趾が最も多かった。いずれの趾も初回時に比べて追跡時に、浮き趾本数は減少していた。（表4）浮き趾本数の変化を表5, 6に示す。小学生では、初回、追跡時ともに浮き趾本数が0本であったのは3名、追跡時に浮き趾本数が減少していたのは18名、増加していたのは8名であった。

表2. アーチ高率の変化状況

	小学生		高校生	
	初回時	追跡時	初回時	追跡時
11%未満	48 (68.6%)	23 (32.9%)*	90 (88.2%)	67 (65.7%)*
11%以上	22 (31.4%)	47 (67.1%)	12 (11.8%)	35 (34.3%)

\* : vs 初回時 p&lt;0.05

単位 : 足

表3. 浮き趾者の人数と割合

	小学生		高校生	
	初回時	追跡時	初回時	追跡時
両足あり	21 (60.0%)	14 (40.0%)	34 (66.7%)	13 (25.5%)
片足あり	6 (17.1%)	11 (31.4%)	9 (17.6%)	14 (27.5%)
なし	8 (22.9%)	10 (28.6%)	8 (15.7%)	24 (47.1%)

単位：人

表4. 浮き趾の発生趾の変化

	小学生		高校生	
	初回時	追跡時	初回時	追跡時
第1趾	5 (7.1%)	4 (5.7%)	7 (6.9%)	2 (1.9%)
第2趾	15 (21.4%)	9 (12.9%)	11 (10.8%)	4 (3.9%)
第3趾	9 (12.9%)	5 (7.1%)	6 (5.9%)	1 (1.0%)
第4趾	18 (25.7%)	11 (15.7%)	8 (7.8%)	3 (2.9%)
第5趾	45 (64.3%)	38 (54.3%)	71 (69.6%)	34 (33.3%)

単位：浮き趾の本数

表5. 小学生における浮き趾本数の変化

小学生		追跡時							合計	
		0本	1本	2本	3本	4本	5本	6本		7本
初回時	0本	3	2	2	0	0	0	1	0	8
	1本	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	2本	5	4	3	1	0	0	0	1	14
	3本	0	1	0	1	0	0	0	0	2
	4本	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	5本	1	1	0	0	1	0	0	1	4
	6本	0	0	1	0	0	0	1	0	2
7本	1	0	0	1	0	0	1	0	3	
合計		10	10	6	3	1	0	3	2	35

注) 網掛け部分は浮き趾の本数に変化なし

注) 太枠内は追跡時に浮き趾の本数が減少

単位：人

初回時の浮き趾者 27 名のうち、18 名 (66.7%) で浮き趾本数が減少していた。高校生では、初回、追跡時ともに浮き趾本数が 0 本であったのは 5 名、追跡時に浮き趾本数が減少していたのは 32 名、増加していたのは 6 名であった。初回時の浮き趾者 43 名のうち、32 名 (74.4%) で浮き趾本数が減少していた。

## 考 察

本研究では、靴の適合化により小学生、高校生のいずれにおいてもアーチ高率の増加と浮き趾者数および浮き趾本数の減少が認められた。

足の長さと同様の成長は 12~13 歳頃に成長が緩やかになることが明らかにされており<sup>1)</sup>、身長に比

べると比較的早い年齢で足の外形が完成する。一方で、足部アーチは 10~12 歳頃までに完成するという報告<sup>8)9)</sup>があるものの、具体的には明らかにされていない。足部アーチの形成はアーチ高率で判断され、X 線学的指標との相関も高い<sup>6)</sup>。尾野らは小学生 (1~6 年生) 219 名、中学生 (1~3 年生) 103 名の足部調査を行い、アーチ高率は各学年で大きな差はなく、11~12% であったと報告している<sup>10)</sup>。高校生のアーチ高率について調査されたものは見当たらないが、大学生 (20.6±1.1 歳) では 16~17% という報告<sup>11)</sup>がある。

本研究では、小学生におけるアーチ高率は追跡時に有意な増加を認め、先行研究<sup>10)</sup>よりも高い値であった。アーチ高率が増加した原因について、

表 6. 高校生における浮き趾本数の変化

高校生		追跡時						合計
		0本	1本	2本	3本	4本	5本	
初回時	0本	5	2	1	0	0	0	8
	1本	5	1	1	1	0	0	8
	2本	10	4	7	1	0	0	22
	3本	2	2	2	0	0	0	6
	4本	1	2	0	0	0	0	3
	5本	1	1	1	0	0	0	3
	6本	0	0	1	0	0	0	1
合計		24	12	13	2	0	0	51

注) 網掛け部分は浮き趾の本数に変化なし

単位：人

注) 太枠内は追跡時に浮き趾の本数が減少

本研究では対照群の設定ができなかったため成長による影響については言及できないが、先行研究<sup>10)</sup>の同年齢に比してアーチ高率は増加している傾向にあり、靴の適合化が足部の骨構造に影響を及ぼした可能性があると考えられる。一方、高校生でも追跡時にアーチ高率の有意な増加を認めたが、同年齢の比較対象がないため純粋な比較は困難である。高校生では足の長さやアーチの形成がピークを過ぎていていると考えられ、この時期にアーチ高率が増加したことは靴や趾が影響している可能性があると思われる。

浮き趾については、岩瀬らは小学1年生79名の趾の形態を調査し、浮き趾者は74.7%であったと報告している<sup>12)</sup>。また、松田らは幼児(3~5歳児)300名を対象に、非介入における1年間の縦断データを利用して浮き趾者および浮き趾本数の変化を報告している。この報告によると、前年の浮き趾者は78.7%であり、翌年に浮き趾がなくなった者は16.1%であったとされる。また、前年の浮き趾者のうち、翌年に浮き趾本数が減少したのは47.5%、変化なしは35.6%、増加は16.9%であったと報告されている<sup>13)</sup>。高校生における浮き趾の実態調査は見当たらないが、大学生(20.1±1.1歳)63名のうち浮き趾者は66.7%であったとの報告<sup>14)</sup>がある。

本研究では、小学生における初回時の浮き趾者は77.1%と高率であり、浮き趾は第5趾に好発していた。これらは岩瀬らの報告<sup>12)</sup>を支持する結果となった。比較対象の年齢はやや異なるが松田らの報告<sup>13)</sup>と浮き趾本数が減少を比較すると、本研究の方がベースラインは高かったものの浮き趾本数が減少した割合は大きかった。この要因については、原田<sup>3)</sup>や松田ら<sup>13)</sup>が指摘するように靴の影響に加えて趾の使用頻度や1日の身体活動量の差などの複数の関与している可能性が考えられる。高校生については、初回での浮き趾者は84.3%であり、比較対象の年齢はやや異なるが村田ら<sup>14)</sup>の報告よりも高い割合であった。高校生を対象とした浮き趾の調査報告は見当たらないため、今後、浮き趾に関連する要因を明らかにする必要がある。

最後に、本研究の限界としては、限られた地域、施設での検討であること、対象者数が少ないこと、非介入コントロールの設定がないこと、舟状骨高を画像から算出する誤差が含まれている可能性があることが挙げられる。

## 結 語

本研究では小学生と高校生を対象に、靴の適合化によるアーチ高率と浮き趾本数の1年間の変化を比較した。その結果、小学生、高校生ともにアー

チ高率の増加, 浮き趾本数の減少が認められた。これらから, 適切な靴を履くことはアーチの形成と浮き趾本数の減少に貢献している可能性があると考えられる。

**謝辞** 本研究の実施にあたり, 多大なご協力を賜りました日本教育シューズ協議会, 実施施設の教職員の皆様, 児童生徒と保護者の皆様に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 日本学校保健会. 足の健康と靴のしおり. 改訂版. 東京: 日本学校保健会; 2009. 16-23.
- 2) 原田碩三. 幼児の足の最近の問題. チャイルドヘルス 2004; 7 (12): 26-9.
- 3) 原田碩三. 幼児の1980年と2000年の足について. 靴の医学 2001; 15: 14-8.
- 4) 西澤 昭: 裸足教育の効果について—土踏まず形成や他の要因へ及ぼす影響—. 生涯スポーツ学研究 2012; 8: 1-9.
- 5) 水野祥太郎. ヒトの足 この謎にみちたもの. 大阪: 創元社; 1984.
- 6) 大久保衛, 島津 晃, 上野憲司. メディカルチェックにおける足アーチ高測定方法の検討. 臨床スポーツ医学 1989; 6: 336-9.
- 7) 鳴海陽子, 尾田 敦. 足部形態が足関節機能に及ぼす影響. 東北理学療法学 2002; 14: 1-7.
- 8) Mosca VS. Flexible flatfoot in children and adolescents. J Child Orthop 2010; 4: 107-21.
- 9) 藤井博昭. 小児における歩行時の足内側アーチの変化. 日整会誌 1989; 63: 721-7.
- 10) 尾野 敦, 吉田英樹. 健常者における足アーチ高の標準の確立に関する研究. 平成17~19年度科学研究費補助金(基盤研究B)研究成果報告書. 2007.
- 11) 三谷保弘. 大学生における下肢アライメントの性差について. 理学療法科学 2012; 27 (6): 665-70.
- 12) 岩瀬弘明, 村田 伸, 弓岡まみ他. 小学1年生の足部および足趾の形態に関する実態報告. ヘルスプロモーション理学療法研究 2017; 7 (3): 115-9.
- 13) 松田繁樹, 出村慎一, 春日晃章. 縦断データを利用した幼児の浮き趾の1年後の変化. 発育発達研究 2011; 51: 19-26.
- 14) 村田 伸, 安彦鉄平, 中野英樹他. 浮き趾と足趾機能ならびに静的・動的バランスとの関係. ヘルスプロモーション理学療法研究 2017; 6 (4): 165-9.

## 外反母趾術後に使用するシューカバーについての検討 —第2報—

### Subjective evaluation of the shoecovers for the patients after

### Hallux Valgus Surgery—part2—

<sup>1</sup>医療法人社団 悠仁会 羊ヶ丘病院 看護部

<sup>2</sup>同 整形外科

<sup>1</sup>Dept. of Nursing, Hitsujigaoka Hospital

<sup>2</sup>Dept. of Orthopaedic Surgery, Hitsujigaoka Hospital

杉澤 千秋<sup>1</sup>，米谷ももか<sup>1</sup>，倉 秀治<sup>2</sup>，安齊 見<sup>2</sup>

Chiaki Sugisawa<sup>1</sup>，Momoka Kometani<sup>1</sup>，Hideji Kura<sup>2</sup>，Ken Anzai<sup>2</sup>

**Key words** : 外反母趾 (hallux valgus)，シューカバー (shoe covers)

#### 要 旨

先行研究から、外反母趾術後に使用しているシューカバーに関して、足関節と足背部に構造的に生じている隙間から、防寒性と防水性に欠けている事が判明した。それらを改善するため新しい3種類のシューカバーを試作し、その使用感を調査した。対象は前足部免荷装具を使用した患者38名、平均年齢 64.3±10.4 歳であった。A は1万円で防寒性とデザイン性を改良した。B は300円で防寒性のみを改良した。C は3000円で長靴を使用して、全く新しいカバーを作製した。その結果、最も安価なBが多く支持され、次いで高価であるがデザイン性が向上したAが選ばれた。シューカバーに選択肢を持たせる事が、患者満足度の向上に繋がると考える。

#### 緒 言

我々は、外反母趾術後に使用するシューカバーの問題点について調査した。その結果、既存のシューカバーは冬期間における有用性が乏しく、構造的な問題があると判明した<sup>1)</sup>。(図1)問題点である防寒性とデザイン性を向上する為に3種類の新しいシューカバーを試作し、その使用感を調査したので報告する。

#### 対象と方法

対象は、平成29年3月から8月に前足部免荷装具を使用した患者38名男性4名、女性34名、平均年齢は64.3±10.4歳であった。

方法は、まず3種類のシューカバーを試作した。改良シューカバーAは既存の型紙を使用して素材と色の変更をおこなった。一般的な黒色の合皮素材の内側に、毛足5mmのボアを使用した。面ファスナーで固定されていた甲部分はスライドファスナーへと変更し隙間風を防止した。価格は1万円である。(図2)改良シューカバーBは既存のシューカバーに面ファスナーと皮革や布などを

(2017/11/6 受付)

連絡先：杉澤千秋 〒004-0021 北海道札幌市厚別区青葉町 3-1-10

TEL 011-351-2211 FAX 011-351-2210

E-mail nsst2@hitsujigaoka.com





図1. 既存のシューカバー  
足関節と足背部分に隙間が生じている

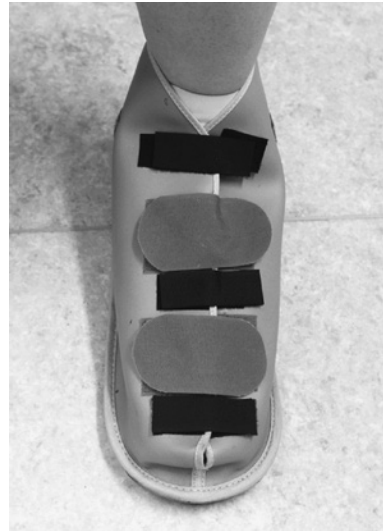


図3. 改良シューカバー B  
既存のカバーに面ファスナーを追加し隙間を埋めた



図2. 改良シューカバー A  
既存と同じ型紙で素材と色を変更し、スライドファスナーを使用した

目的とした接着剤を使用して、隙間を閉鎖した。価格は300円である。(図3)改良シューカバーCは市販されている長靴と足カバーを使用した。甲部分をカットし、上へずらしてボンドで接着、上から足カバーで覆った。価格は3000円である。(図4)

試作した3種類のシューカバーの中から患者に1種類選んでもらい、それについて①デザイン性、②防寒性、③価格、④不満点についての調査を行った。

## 結 果

AからCを選んだ患者の内訳を表に示した。(表1) Aは①デザインがとてもよく改善されている。②温かく、隙間風がない。③高価だが雪道には必須である。④高い、との解答であった。

Bは①デザインが元々と変わらず、見た目が悪い。②既存の物よりも温かくなった。③安価である。④見た目が変わっていない、との解答であった。

Cは①左右の素材が揃うのは良いが、良く見ると形が違うのがわかってしまう。②寒くない。③高価ではない。④周囲から装具だと分らず危険に遭遇する恐れがある、との解答であった。

A~C全てにおいて既存のシューカバーと同様のプロトコルで治療が行なわれ、逸脱した者はいなかった。

## 考 察

Aは色を黒に変更した事が、デザイン性の向上へと繋がった。更に面ファスナーからスライドファスナーへ変更した事で隙間がなくなり、防寒性が向上した。この事が、デザイン性を重視する女性と若年層に支持されたと考える。





図4. 改良シューカパー C  
市販の長靴の甲が高くなるように切り込み、接着を行いカパーで覆った

表1. 選んだ患者の内訳

	人数と割合	男女比	平均年齢
A	9名 (33%)	2対8	61.7
B	11名 (54%)	0対10	62.1
C	3名 (14%)	3対7	73.3

Bは最も支持者が多かった。デザインの向上を図る事は出来なかったが、隙間風を防止する事ができた為、防寒性の向上が図られた。安価で加工が簡便な点が、好評価を得たと考える。デザイン性に関しての不満点は残ったが、最大メリットの安価な部分を重視した女性から支持をされたと考える。

Cは、最も支持者が少なかった。デザインに関しては、左右の靴の素材が同一となるという利点が挙げられた。しかし、左右のデザインが統一されるため、装具だと周囲から気付かれにくく、危険に遭遇しないかという不安が生じると分かった。自らシューカパーを作製する事に、楽しみを感じられれば、装具を使用しての生活がより身近になると考える。この点が高齢の男性に支持され

た理由と考える。

今回は既存と同様、蜂の巣構造のソールを使用している。今後は雪道での滑りにくさについての調査・検討を行いたい。

## 結 語

①新しく防寒したシューカパーを開発し、他の2種類と共にその有用性を検討した。②安価なシューカパーが最も選ばれ、次いで高価だがデザイン性の高い物が選ばれた。③シューカパーに選択肢を作る事が患者満足度の向上に繋がる可能性があると考えた。

## 文 献

- 1) 杉澤千秋他. 外反母趾術後に使用するシューカパーについての検討. 靴の医学 2016; 30 (2) : 77-9.
- 2) 大江真琴他. 靴の種類による足部皮膚温のパターンの比較—非糖尿病患者における検討—. 2012; 16 (1) : 9-14.
- 3) 麻生保子他. 片麻痺障害患者に向けた外出用の靴の試作と評価. 日本公衛誌. 2009; 56 : 232-41.
- 4) 金城利夫. 装具をつけたまま退院する患者への生活指導. 臨牀看護. 1996; 22 : 340-44.

# 小学生と高校生における足と靴の実態調査

## Field Survey of Feet and Shoes in Elementary and High School Students

<sup>1)</sup>田中町温泉ケアセンター

<sup>2)</sup>金城大学大学院 総合リハビリテーション学研究所

<sup>3)</sup>金城大学 医療健康学部

<sup>4)</sup>株式会社 シューズ・アカデミック

<sup>1)</sup>Tanakamachi Onsen Care Center

<sup>2)</sup>Course of Rehabilitation, Graduate School of Rehabilitation, Kinjo University

<sup>3)</sup>Faculty of Health Sciences, Kinjo University

<sup>4)</sup>Shoes Academic Co., Ltd.

二谷 彩<sup>1)2)</sup>, 小島 聖<sup>2)</sup>, 丸尾 朝之<sup>3)</sup>, 小間井宏尚<sup>4)</sup>  
Sayaka Futatsuya<sup>1)2)</sup>, Satoshi Kojima<sup>2)</sup>, Tomoyuki Maruo<sup>3)</sup>, Hironao Komai<sup>4)</sup>

**Key words** : 足部形態 (Foot Morphology), 靴サイズ (Shoe size), 足長 (Foot Length), 浮き趾 (Floated toe)

### 要 旨

小学生 154 名と高校生 118 名の合計 272 名を対象に足と靴の調査を行い、足部、足趾の変形や浮き趾の発生状況、足長と靴サイズの差に関する実態を調査した。足長、足幅、母趾角、小趾角、浮き趾数、足長と靴サイズの差を算出した。その結果、母趾角、小趾角は年齢と共に増加する傾向が認められた。浮き趾の発生率は高校 1 年生が最も高かった。足長と靴サイズの差はいずれの年代も足長 + 1.6cm 以上の割合が高かった。以上のことから、小学生、高校生ともに浮き趾は高率で発生しており、高校生の 8 割以上は足長より 1.6cm 以上の靴を履いている実態が明らかとなった。

(2018/10/30 受付)

連絡先 : 二谷 彩 〒924-8511 石川県白山市笠間町  
1200  
TEL : 076-276-4400 FAX : 076-275-4316  
E-mail : g1800002@g.kinjo.ac.jp

### 緒 言

近年、生活様式の変化に伴って、幼児においても生活習慣の乱れや体力・運動能力の低下、足の形態変化など様々な報告がされている<sup>1)</sup>。形態変化の中には、足趾に生じる外反母趾、内反小趾、浮き趾などが挙げられ、なかでも浮き趾は幼児にも高い割合で認められることが報告されている<sup>2)</sup>。原田は幼児を対象に足の調査を行っており、1980 年と比較して 2000 年では母趾が正常でない子どもが 5 倍に、浮き趾を生じている子どもが 7.6 倍で過半数を越したと報告している<sup>3)</sup>。足部形態の変化が生じる原因については、身体活動量の低下や履物、靴下の影響が種々の先行研究で論じられており、その影響は否定できない。

足の形態と靴の関係に関して、塩田らによると、成長期の足の形成には靴が大きな影響を及ぼすと述べており、外反母趾と内反小趾の発生に関与す

ることを指摘している。また、これらは靴を履く年数に比例して母趾角や小趾角が増加すると考えられている<sup>4)</sup>。浮き趾においても靴の不適合の影響が考えられている<sup>5)</sup>。

これまで、幼児を対象とした足の調査報告は多数存在する。幼児期は身体の発育が著しい時期であり、この時期の足の発育を明らかにするために当該研究の重要度が伺える。しかし、学齢期以降については足部形態や靴サイズに関する調査報告はほとんどみられない。そのため本研究では、小学生と高校生における足と靴の調査を行い、足部形態の変化や浮き趾の発生状況を明らかにすることと、足長と靴サイズの差に関する実態を明らかにすることを目的とした。

## 対象と方法

### 1. 対象

対象は石川県白山市内の小学校1年生72名(男子40名, 女子32名), 2年生82名(男子43名, 女子39名), 高校1年生44名(男子39名, 女子5名), 2年生74名(男子63名, 女子11名)の合計272名544足とした。対象者とその保護者には予め研究の趣旨を説明し、書面にて同意を得た。また、調査実施前にインフォームド・アセントを行い、研究参加への自由意思を保証した。なお、本研究は金城大学研究倫理委員会の承諾を得て実施した(承認番号 第28-13号)。

### 2. 方法

まず、足裏バランス測定装置(フットルック社製, フットルック)を用い、足裏の接地状況を調査した。被験者にフットルック上で安静立位をとらせ、被験者の後方からバランスを崩さないようリスク管理を行った。この際、立位時の足幅は被験者の任意とし、視線は前方に向け、両上肢を体側に垂らした姿勢を保持させた。安定した直立姿勢がとれたことを確認した後、足裏をスキャンした。なお、測定中にバランスを崩した場合やアライメントが崩れた場合は再度測定をした。得られた画像は専用解析ソフトに取り込み、足長、足幅、

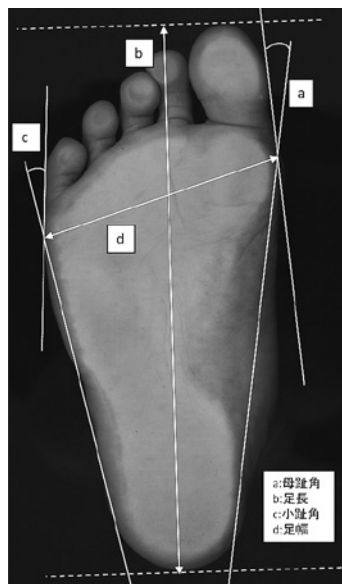


図1. 足長、足幅、母趾角、小趾角の算出方法

母趾角、小趾角を算出した。先行研究に準じて、足長は踵先端から最も長い足趾の先端とし、足幅は母趾と小趾の中足趾節関節付近で、幅が最も広い部位の距離とした。また、母趾角は足の内接線と第1趾接線のなす角度、小趾角は足の外接線と第5趾接線のなす角度とした<sup>6)</sup>。(図1) 浮き趾の判定は、解析ソフトで各足趾の接地状況を確認し、1趾でも足趾の接地が認められないことを浮き趾と定義し、浮き趾者数を求めた。浮き趾のカウン트는一人の検者が行った。靴サイズについては、被験者が調査当日に履いていた外履き靴のサイズを商品ラベルで確認し、JIS表記で記録した。靴サイズと足長との差を算出し、サイズ差を求めた。

統計解析は、各年齢における母趾角、小趾角の差はKruskal-Wallis検定を行い、有意差が認められた場合は多重比較検定を行った。また、浮き趾者数の差は $\chi^2$ 検定を行った。解析は統計ソフトR(ver.3.5.1 for Mac)を用い、有意水準は5%とした。

表 1. 足長, 足幅, 母趾角, 小趾角, 浮き趾発生率の結果

		足長 (cm)	足幅 (cm)	母趾角 (°)	小趾角 (°)	浮き趾発生率 (%)
小学生	1年生	18.5±0.9	7.6±0.4	9.0±5.3	12.1±4.5	72.3
	2年生	19.4±1.2	7.9±0.5	11.4±5.0*	14.3±4.8*	73.2
高校生	1年生	24.7±2.8	10.1±0.6	10.0±4.6	14.7±5.2	81.8
	2年生	22.4±1.2	10.0±0.6	11.8±5.3*	16.7±4.8**	67.6

\* : vs 小学1年生 p&lt;0.05 \*\* : vs 高校1年生 p&lt;0.05

表 2. サイズ差の結果

		足長+1.0cm 未満	中央	足長+1.6cm 以上
小学生	1年生	26.4%	36.1%	37.5%
	2年生	36.6%	25.6%	37.8%
高校生	1年生	0.0%	13.6%	86.4%
	2年生	0.0%	12.2%	87.8%

## 結 果

学年別における足長, 足幅, 母趾角, 小趾角, 浮き趾発生率の結果を表1に示す. 小学校1年生, 2年生, 高校1年生, 2年生の順に, 足長は18.5±0.9cm, 19.4±1.2cm, 24.7±2.8cm, 22.4±1.2cm, 足幅は7.6±0.4cm, 7.9±0.5cm, 10.1±0.6cm, 10.0±0.6cm, 母趾角9.0±5.3°, 11.4±5.0°, 10.0±4.6°, 11.8±5.3°, 小趾角12.1±4.5°, 14.3±4.8°, 14.7±5.2°, 16.7±4.8°であった. 小学1, 2年生の母趾角は10.3±5.3°, 高校1, 2年生の母趾角は11.2±5.1°であり, 小趾角は同様に13.3±4.8°, 16.0±5.0°であった. 母趾角は小学生より高校生で増加する傾向が見られたが, 有意差は認められなかった(p=0.057). 小趾角は小学生より高校生で有意に増加していた(p<0.05). 母趾角は小学1年生よりも小学2年生で, 小学1年生よりも高校2年生で有意に増加しており, 小趾角は小学1年生よりも小学2年生で, 高校1年生よりも高校2年生で有意に増加していた(p<0.05). 浮き趾の発生率は72.3%, 73.2%, 81.8%, 67.6%であり, 高校1年生の発生率が最も高い傾向がみられたが有意差は認められなかった. サイズ差の結果を表2に示す. 足長+1.0cm 未満は26.4%, 36.6%, 0.0%, 0.0%,

足長+1.0cm 以上から1.6cm 未満(中央)は36.1%, 25.6%, 13.6%, 12.2%, 足長+1.6cm 以上は37.5%, 37.8%, 86.4%, 87.8%であった. いずれの年代も足長+1.6cm 以上の割合が高かった.

## 考 察

本調査の結果, 浮き趾は小学生の7割以上, 高校生の6~8割以上で認められた.

浮き趾の発生率について, 原田は5歳児を対象に足の調査を行い, その結果, 浮き趾の発生率は51.5%であったと報告している<sup>3)</sup>. また, 斎藤らは3歳から5歳の幼稚園児236名の足を調査した結果, 浮き趾の発生率は73.7%であったと報告している<sup>7)</sup>. 本調査結果と先行研究を比較すると, 浮き趾の発生率は先行研究と同様に非常に高い割合で生じていた. この原因については, 足の大きさに適したサイズの靴を選択できていないことが足部障害の発生因子になっていると考えられる<sup>7)</sup>. すなわち, 足よりも大きい靴を履くことで, 靴を安定化させるために足趾を伸展させる習慣が浮き趾の発生に関与した可能性が考えられる. また, これ以外の要因として, 松田らは靴下の影響や, 身体活動量の低下, 足趾の不使用が浮き趾の発生に関わると指摘しており<sup>1)</sup>, 本研究においてもこれらの

影響が含まれていると考えられる。

母趾角と小趾角については、本調査結果から年齢と共に増加する傾向が認められた。Kouchiは3～18歳までの1,559人の足を調査し、小学校低学年の母趾角は5.3°、小趾角は7.8°、高校生の母趾角は9.0°、小趾角は12.0°であったと報告している<sup>8)</sup>。本調査の結果も先行研究と同様に、母趾角と小趾角は小学生よりも高校生の方が大きくなり、矛盾しない結果となった。しかし、先行研究の平均値よりもすべて大きい結果を示しており、20年前よりも角度が増加していると思われた。原田は1980年と2000年に子どもの足を調査した結果、20年前に比べて母趾角と小趾角が大きい子どもが増えてきたと述べている<sup>9)</sup>。これらから、先行研究よりも年々母趾角と小趾角が大きくなっている可能性が指摘でき、この原因については諸家の報告の通り、靴の影響は看過できないと思われる。

一方で、足と靴のサイズ差については、本調査結果から1.6cm以上のサイズ差を認める割合が高かった。斎藤らは幼稚園児とその保護者を対象に、靴選びの認識についての調査を行った結果、大きめのサイズを選ぶという回答が多く、実際に適したサイズの靴を選択できていない可能性があることを指摘している<sup>7)</sup>。本調査においても先行研究と同様に大きい靴を選択している実態が明らかになった。適切な靴を選ぶには、自身の足の大きさを知っている必要があるが、足の大きさを測る機会はほとんどないのが現状である。吉村が指摘するように、保護者の靴に対する価値意識の低さ、靴はおしゃれの一部という意識、靴に関する情報不足や知識不足、欠乏感も適切な靴を選ぶことができない原因とも考えられる<sup>9)</sup>。また、立って脱ぎ履きできる靴が美德とされる日本においては、常に脱ぎ履きに時間がかからない靴が求められ、自然に大きめの靴を選ぶことが多い<sup>10)</sup>。このような背景も大きめの靴を購入する理由の一つとして考えられる。

本研究では、小学生と高校生のいずれも足長+1.0cm以上から1.6cm未満を適正と判断したが、

小学生と高校生で足長が異なることを考慮すると、サイズ差の割合も異なる。そのため、小学生のサイズ差は足長+1.0cm未満や中央に、高校生は足長+1.6cm以上に偏った可能性が考えられる。今後は足長に対するサイズ差の割合を基準として検討し、適正サイズを判断する必要がある。

最後に、本研究の限界として、限られた集団での横断的調査に留まっており、年代ごとの傾向を示すには根拠が不足している。また、靴サイズはJIS規格に基づいて0.5cm単位でサイズ差を判断しているため、やむを得ずサイズ差が大きくなってしまった被験者が含まれていると考えられる。今後は足の実測値と靴内寸の差で比較検討する必要があると考えられる。

## 結 語

小学生、高校生ともに浮き趾は高率で発生しており、高校生の8割以上は足長より1.6cm以上の靴を履いている実態が明らかとなった。

## 謝辞

本研究の実施にあたり、多大なご協力を賜りました実施施設の教職員の皆様、児童生徒と保護者の皆様に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 松田繁樹, 出村慎一, 春日見章. 縦断データを利用した幼児の浮き趾の1年後の変化. 発育発達研究 2011; 51: 19-26.
- 2) 松田繁樹, 出村慎一, 宮口和義他. 幼児の浮き趾の性差および年齢差. 教育医学 2009; 54: 198-205.
- 3) 原田碩三. 幼児の足の最近の問題. チャイルドヘルス 2004; 7 (12): 26-29.
- 4) 塩田 徹, 北島信哉. 幼稚園児が履く靴の実態に関する研究～足と靴の適合性と足部変形に着目して～. スポーツ健康科学 2014; 11: 39-44.
- 5) 阿部真典, 菊池義浩, 大内一夫他. 中学生の足型計測(第2報). 靴の医学 2017; 31 (2): 61-7.
- 6) 岩瀬弘明, 村田 伸, 弓岡まみ他. 小学1年生の足部および足趾の形態に関する調査報告. ヘルスプロモーション理学療法研究 2017; 7 (3): 115-9.
- 7) 斎藤真美, 尾田 敦, 上田智重他. 幼稚園児の足部成長と保護者の靴選びに対する認識について. 理学療法



- 学 Supplement 2005 ; 33 : 2.
- 8) Kouchi Makiko. Foot Dimensions and Foot Shape :  
Due to Growth, Generation and Ethnic Origin.  
Anthropological Science 1998 ; 106 : 161-88.
- 9) 吉村真由美. 正しい靴行動の啓発・シューエデュケー  
ション第2報—幼児の靴選択における問題点の把握—. 人間工学 2015 ; 51 : 292-3.
- 10) 落合達宏. 靴の選び方と小児靴の最近の知見. 関節外科 2012 ; 31 (1) : 10-7.



## 大学相当の自衛隊教育機関における

### 新入生の足のサイズと短靴による痛みの関係

# Relationship between the foot size and the pain by leather shoes for freshman in Self Defense Force educational institution

<sup>1)</sup>川崎市立井田病院 整形外科

<sup>2)</sup>防衛医科大学校 整形外科学講座

<sup>1)</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Kawasaki Municipal Ida Hospital

<sup>2)</sup>Department of Orthopaedic Surgery, National Defense Medical Collage

畔柳 裕二<sup>1)</sup>, 佐々尾 宙<sup>2)</sup>, 松橋 優介<sup>2)</sup>, 力武 創<sup>2)</sup>, 千葉 一裕<sup>2)</sup>  
Yuji Kuroyanagi<sup>1)</sup>, Hiroshi Sasao<sup>2)</sup>, Yusuke Matsuhashi<sup>2)</sup>, Hajime Rikitake<sup>2)</sup>,  
Kazuhiro Chiba<sup>2)</sup>

**Key words** : 三次元足形計測 (Three dimensional foot measurement), ウィズ (Width), アンケート調査 (Questionnaire)

## 緒 言

大学相当の自衛隊教育機関では、一日の大部分を貸与された皮靴（短靴）を履いて過ごす。同一の靴を履く時間が長いため、足の痛みを訴える学生が多い。足の痛みは運動のパフォーマンスレベル低下をきたすこととなるため、痛みの原因を究明し、痛みを減らすよう努めることは重要である。

今回、我々は、貸与された皮靴と足のサイズの適合性と自覚症状との関連について調査した。

## 対象と方法

同機関の新入生 525 名（男性 456 名、女性 69 名）を対象とした。全員が概ね 20 歳前後であった。Dream GP 社の JMS-2100 を用いて、左右別々

(2018/11/02 受付)

連絡先：畔柳 裕二 〒211-0035 川崎市中原区井田 2-27-1

TEL 044-766-2188 FAX 044-788-0231

E-mail yuji-kuro@nifty.com

に三次元足形計測を行った。被験者は両脚立位で、片脚を器機の中に入れる。(図1)レーザーが足の周りを一周して表面形状を計測することができる。一回の測定時間は約15秒ほどである。専用ソフトウェアを用いて、足の三次元形状を再構成することができ、あらかじめ組み込まれたプログラムで足の14個のパラメーターを求めることができる。(図2)今回は、それらのうち足長・足囲を解析に用いた。

短靴は、防衛省が作成した仕様書に沿って作成された同一の規格のものである。(図3)新入生は試し履きをしてサイズを選び、希望するサイズの短靴が貸与される。敷地内での活動は、原則としてこの短靴を履くことが求められている。男性も女性もウィズはすべて3Eと決められている。

本調査では短靴を貸与された2週間後にアンケートを施行した。アンケートは全部で22項目からなり、靴に関するものは9項目であった。そのうち、「貸与された短靴のサイズ」、「短靴を履いて



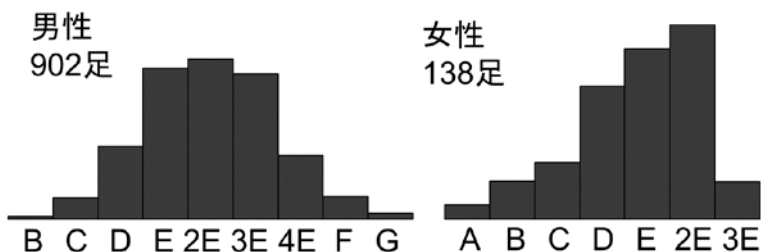


図4. 足囲から求めた至適なウィズ

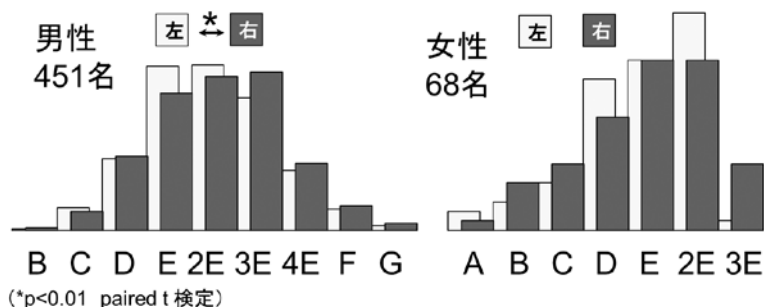


図5. ウィズの左右の比較

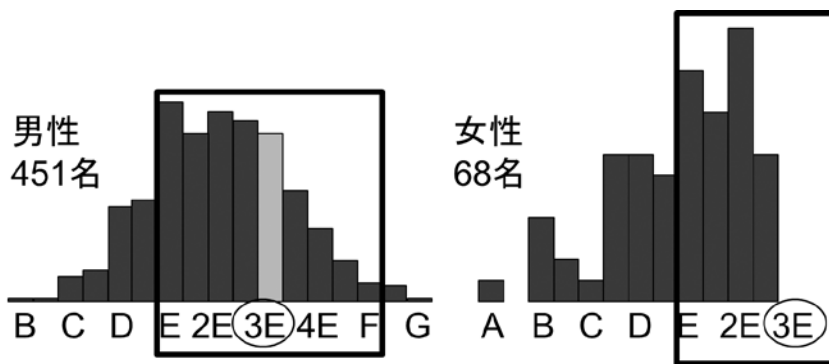


図6. ウィズの左右の平均 貸与された3Eから2つ以内を適合群とした(黒枠)

図6で示す。例えば、右足が2E、左足がEの場合、Eと2Eの間となる。貸与された短靴はすべて3Eであったため、3Eから2つ以内、つまりEからFの間を適合群とした。男性の363名(80.5%)、女性の40名(58.8%)が適合群であったが、男性の82名(18.2%)、女性の28名(41.1%)は足が靴に対して幅狭の不適合であった。男性の

6名(1.3%)は足が靴にたいして幅広の不適合であり、女性には短靴に対して幅広の足はなかった。

④“短靴を履いて自覚するトラブル”の有無

アンケートによる、“短靴を履いて自覚するトラブル”は男性92名(20.4%)、女性12名(17.6%)で認めていた。ウィズ(足囲)と短靴の適合群では、男性の17.6%、女性の20.0%がトラブルを自

覚し、不適合群（幅狭の足と幅広の足）では、男性の31.8%、女性の14.3%がトラブルを自覚していた。男性では、ウィズの不適合群で有意に自覚トラブルが多かった（ $p<0.01$ ）。一方、足長についても同様の検討をしたが、実際の足よりも20mm以上大きい靴や、実際の足よりも小さい靴を選んだ群でも適正な大きさの靴を選んだ群より自覚するトラブルが多いということはなかった。

試し履きについては、男性の218名（48.3%）がしっかりと、230名（51.0%）が一応、3名（0.7%）がしていなかった。女性は、30名（44.1%）がしっかりと、38名（55.9%）が一応試し履きをして、試し履きをしていない者はいなかった。試し履きと自覚するトラブルの関係では、男性ではしっかり群の11.9%、一応またはしていない群の28.3%で自覚するトラブルがあり、女性では、しっかり群の13.3%、一応群の21.1%で自覚するトラブルがあった。男性ではしっかりと試し履きをすると短靴による自覚するトラブルが有意に少なかった（ $p<0.01$ ）。

## 考 察

今回の検討より、同機関の新入生は男女とも左足の方が右足よりも1mmほど長いことがわかった。岩瀬らは小学1年生の足部形態を調査し、男児では1mmほど左足の方が大きかったと報告しているが<sup>1)</sup>、年齢こそ違いますが、我々の検討でも同様に左足の方が大きかった。足の長さとしき足との関連が考えられるが、今回はしき足について調査していないため、検討はできない。今後検討する予定である。また、多くの学生が実際の足よりも1cmほど大きめの靴を選んでいることがわかった。長谷川らは高齢者では適正サイズよりも着脱の容易さのため大きめの靴を選択することが多いと述べていたが<sup>2)</sup>、我々の検討でも同様の結果となった。適合性よりも着脱の便利さを優先している者が少なからずいる可能性が考えられた。

ウィズはJIS（日本工業規格）に基づいて、足長と足囲または、足長と足幅の2か所の寸法によ

り決められ、子供用・男性用・女性用が定められている（JIS S 5037：1998で規定されている）。小さい順にAからE、次いで2E、3E、4E、F、Gの順である。今回は、三次元形状を測定したため、足長と足囲で評価した。また、ウィズは靴に対する指標であり、本来は足に対する指標ではない。そのため、本検討では“足囲から求めた至適なウィズ”としたうえで足に適用した。男女とも2Eの足が一番多く、約半数で左右のウィズが合っていなかった。

貸与された短靴は3Eに統一されていたが、3Eに合わない（ウィズが2つ以上合っていない）学生で、靴による自覚するトラブルが増加していた。林らは、足囲サイズ（ウィズ）を2つ大きくすると腓腹筋の活動が増加し、蹴り出し時の床反力が小さくなり、荷重点移動軌跡のばらつきが大きくなったことを報告し<sup>3)</sup>、靴と足の隙間ができ、靴の中で足が横にずれるため、うまく蹴り出せなくなると推測している。足長（5mmおき）よりも足囲（ウィズ2つ分）の方が影響は大きいと述べているが、我々の結果も同様に、足長が大きくなっても靴によるトラブルは増加しないが、ウィズの不適合群で自覚するトラブルが増加した。

短靴を選択する際に十分に試し履きをすると、トラブルが減少することが明らかとなった。どの程度“十分に試し履きをした”かは、アンケートのため定量的に評価はできないが、今後は“十分な試し履き”の重要性を説明し、その効果についても検討する予定である。

今回の検討では、アンケート調査であり、“自覚するトラブル”の局在（部位、左右）や程度が不明であること、2週間では前向き調査として不十分であることが挙げられる。今後も前向きに追跡を続け、靴と足のミスマッチが症状に与える影響について検討していきたい。

## 結 語

大学相当の自衛隊教育機関の新入生の足を3次的に計測し、貸与された短靴による自覚症状と

の関連を調査した.

男性では, 足囲と靴のウィズが合わない例, 十分に試し履きをしないで短靴を選択した例でトラブルを自覚することが多かった.

#### 文 献

1) 岩瀬弘明, 村田 伸, 弓岡まみ他. 小学1年生の足部

および足趾の形態に関する調査報告. ヘルスポロモーション理学療法研究 2017;7:115-9.

- 2) 長谷川正哉, 島田雅史, 横山和加子他. 高齢者が自覚する靴サイズ, 着用する靴サイズ, 足型に基づく靴サイズの相違. 理学療法の臨床と研究 2015;24:9-12.
- 3) 林 亮誠, 細谷 聡, 佐藤雅人. 靴の足長および足囲サイズの不適合が歩行動作に及ぼす影響. 靴の医学 2013;26:58-63.

# 足育（あしいく）、足と靴の健康教育—学校現場における取組— Ashiiku, Health education of feet and shoes, Approach at school site

<sup>1)</sup>足育推進委員会

<sup>2)</sup>足育調査研究委員会

<sup>1)</sup>Ashiiku Promotion Committee

<sup>2)</sup>Ashiiku Research Committee

濱田 哲<sup>1)</sup>, 西島 秀一<sup>1)</sup>, 菅原 健次<sup>1)</sup>, 吉村真由美<sup>1)</sup>, 早川 家正<sup>1)</sup>, 井口 傑<sup>2)</sup>  
Satoshi Hamada<sup>1)</sup>, Syuichi Nishijima<sup>1)</sup>, Kenji Sugawara<sup>1)</sup>, Mayumi Yoshimura<sup>1)</sup>,  
Iemasa Hayakawa<sup>1)</sup>, Suguru Inokuchi<sup>2)</sup>

**Key words** : 足元からの健康教育 (Health education of the feet), 幼稚園児 (Kindergarten child), 小学生 (Elementary School student), 意識調査 (Awareness survey)

## 要 旨

子供の足についてのトラブルが多く報告されているにもかかわらず、学校の教育課程には、足や靴についての指導内容は示されていない。足元からの健康教育である「足育」を学校教育に位置付けるための実践を、足育授業の概要を中心に報告する。研究内容を客観的に検証するために、足育調査研究委員会を設置し、足育授業の前後における園児・児童の意識の変容を検討した。

足育の授業を通して足や靴に対する正しい理解と健康な生活とを関連付けて行動できる児童が増えたことが分かった。

## a) 緒 言

(財)日本学校保健会とJES日本教育シューズ協議会が小学生から高校生まで10,155名に行った調査(2006-2008)では、43%の子供が何らかの足

のトラブルを抱えていることが分かった。特に、足長に対して大きめの靴を履いている子供(70%以上)のトラブルが多く<sup>1)</sup>、足に合った靴を正しく履く取組の必要性が明確になった。しかしながら、学校の教育課程には足や靴についての指導内容は示されていない。そこで、(公財)日本学校体育研究連合会では、足元からの健康教育である「足育」<sup>2)</sup>を学校教育に位置付けるために、公立幼稚園教諭・小学校教諭・養護教諭等からなる足育推進委員会を設置し、授業を通じた研究実践をしてきた。なお、公益に資する事業目的に則り、利益を目的とする他の団体と区別するため、本会の英語表記(Japan Alliance for School Physical Education)の頭文字をとり、「JASPE足育」と称することとした。

主に、希望する学校の土曜学校公開等で「出前授業」を実施し、足育の周知に努めてきた。また、研究内容を客観的に検証するために、足育推進校(園)として、都内の公立幼稚園・小学校を各1園・1校選定し、足育授業の前後における園児・児童の意識の変容を検討した。足育授業の概要と、足育推進校(園)の意識の結果を報告する。

(2018/11/2 受付)

連絡先 : 濱田 哲 〒151-0052 東京都渋谷区代々木神園町 3-1 国立オリンピック記念青少年総合センター内  
TEL 03-3465-3954 FAX 03-3465-7464  
E-mail gakutairen@msb.biglobe.ne.jp





図 1. 足育授業の様子 (3つのアーチの役割)



図 2. 足育授業の様子 (望ましい靴の履き方)

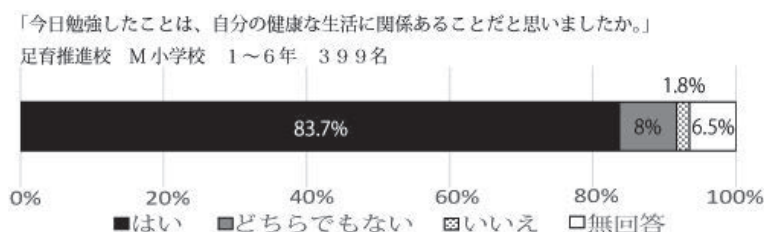


図 3. 足育授業実施後のアンケート結果

### b) 対象と方法

平成 28 年 4 月より平成 30 年 3 月の期間、足育推進校（園）にて、足育の授業を実施した。対象児童数は 468 名、園児数は 63 名である。足育授業の実施前と実施直後、そして、学習内容の持続効果を確認するために授業実施 2 ヶ月後の 3 回にわたり質問紙によるアンケート調査を実施した。

43%の子供が何らかの足のトラブルを抱えているという危機的状況を回避するために足育の必要性を認めつつも、教育課程の基準である学習指導要領に基づいていなければ、実施をすることができない。小学校学習指導要領<sup>3)</sup>では、「特別活動」の内容に「日常の生活や学習への適応及び健康安全」があり、幼稚園教育要領<sup>4)</sup>には、5つの領域の中の一つに「健康」があるので、小学校、幼稚園における「足育」はこれらを根拠として編成した。

足育についての実践を広く世に問いたいと考

え、その手だての一つとして出前授業を行った。出前授業は、初めて出会う子供たちに対して行うため、効率よく分かりやすい展開が必要である。そこで、全ての授業を、課題に気付かせる「そうか」、なるほどと思えるための可視化を図る「そうだ」、実践に向けた意識、意欲を高める「そうしよう」の3段階で構成することとした。以下、二つの事例を紹介する。

4年生では足の構造のうちの土踏まずに着目し、その機能に関する授業の展開を図る。土踏まずを形成する3つのアーチの機能を、児童が理解しやすいように、①クッションのはたらき、②重いものを支えるはたらき、③バランスをとるはたらきと捉え、身近にある物を足に見立てた実験を通して視覚化を図った。

例えば、クッションのはたらきでは、下敷きを曲げてセロハンテープでとめてアーチをつくり、その上に温泉卵を付けて落とすと、アーチがクッ

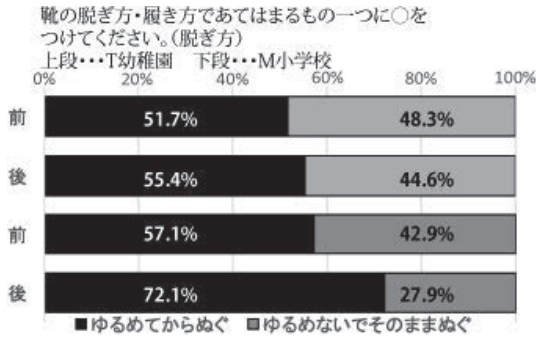


図 4. 足育授業実施前後のアンケート比較

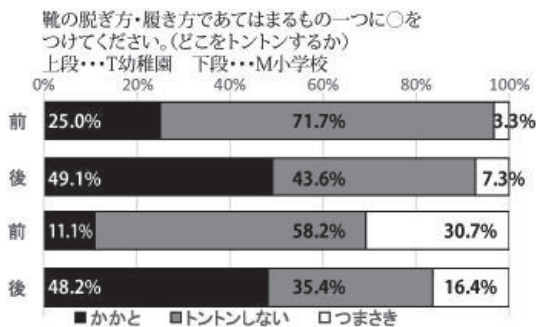


図 5. 足育授業実施前後のアンケート比較

シヨンの役割を果たしていることが確認できる。(図1) その後、土踏まずを形成する一助となる「足指体操」<sup>5)</sup>を紹介し、進んで足指を動かす習慣化を図った。

5年生では、自分の靴の観察を通して、靴の履き方を振り返るとともに、足長と足幅の計測を通して自分の足に合った靴を正しく履くことよさと意欲を高める。

JASPE 足育では、靴を履くときの手順を、①面ファスナーを緩め「ベリベリ」、②足を入れかかると「トントン」と合わせる、③手の母指と示指とで靴を「ギュッ」と引き寄せてはさみ、④面ファスナーで「ピタッ」と止める、と提案している。幼稚園児から小学生が親しみやすく、口ずさみながら履けるように、「ベリベリ・トントン・ギュッ・ピタッ」とオノマトペで示している。(図2)

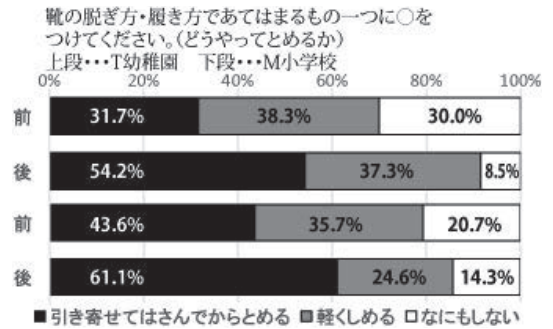


図 6. 足育授業実施前後のアンケート比較

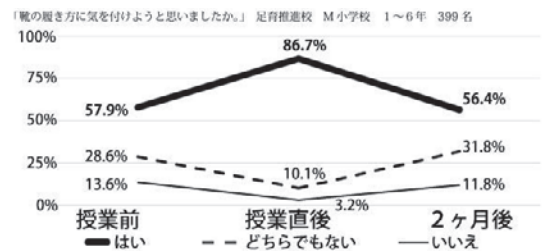


図 7. 足育授業実施後のアンケート比較

こうした足育の授業展開については、(公財)日本学校体育研究連合会・JASPE 足育指導資料集3に記載している。

### c) 結 果

足育推進校で授業後にアンケート調査を実施したところ、足育プログラムは自分の健康な生活に関係あることだと回答した児童は全体の83.7%を超えた。(図3)

また、足育推進校(園)で靴の脱ぎ方・履き方について4つの手順に沿って質問をした。なお、園児が質問を理解して正しく回答することは難しいため、保護者の協力を得て、子供の脱ぎ方・履き方の様子を観察した結果から回答を得た。

脱ぎ方については幼稚園ではあまり変化が見られなかったものの、小学校では72.1%の児童が靴をゆるめてから脱ぐようになった。(図4)

靴の履き方については、幼稚園でも小学校でもかかをとントンして履く園児・児童の割合が増

えた。しかし、いずれも半数を超えるには至らなかった。(図5)

「どうやってとめるか」についての質問からは、足育授業前後で変化が見られるが、幼稚園児の8.5%、小学生の14.3%が依然としてなにもしないで靴を履いていることが分かる。(図6)

「靴の履き方に気を付けようと思いませんか」という質問に対しては、授業直後で86.7%という比較的高い数値を示した。しかし、それにもかかわらず、授業実施後2ヵ月後には56.4%まで低下した。(図7)

#### d) 考 察

足育の授業をすることにより、靴の脱ぎ方や履き方について短期間で意識が変化することが分かった。一方で、授業直後は高い数値を示すものの、2ヵ月後に同様の調査をすると、靴の履き方についての意識が低下することが分かった。このことから学習内容の持続効果に課題があることが分かった。

足元からの健康教育であることを考えると、習慣化していく必要があるが、学校現場では授業時間に限りがあるうえに、指導する教科も内容も多岐にわたるため、どの学年においても年間1時間程度の確保が現状において限界である。

子供たちの足のトラブルを回避し、望ましい生

活習慣を確保するためにも、足育を学校教育に位置付けることは急務である。45分の足育授業を核にして、10分程度で「いつでも・どこでも・誰でも」できる『ギュッと足育』の更なる充実を図るとともに、様々な健康問題に適切に対処するために、社会に開かれた教育課程の一環として学校と家庭、地域社会を結ぶ組織である学校保健委員会の活動を充実させていく。

#### e) ま と め

足育の授業を通して足や靴に対する正しい理解と健康な生活とを関連付けて行動できる児童が増えた。今後は、自分の足のサイズに合った靴の使用と、積極的に運動に親しむ子供の育成を、運動能力と体力の向上・けがの防止の見地からさらに検証していく。また、全ての幼稚園や小学校の教師が授業として実践できるよう資料や教具を整え、健康に関する教育課程としての足育の一般化を推進していく。

#### 文 献

- 1) (財)日本学校保健会. 足の健康と靴のしおり(改訂版). 2009; 16-23.
- 2) (公財)日本学校体育研究連合会・JASPE 足育指導資料集. 2018; 8-9.
- 3) 文部科学省. 小学校学習指導要領. 2017; 183-9.
- 4) 文部科学省. 幼稚園教育要領. 2017; 11-2.
- 5) (公財)日本学校体育研究連合会・JASPE 足育指導資料集. 2018; 92.

## 静止立位と歩行の浮き趾の変化に関する検討

# Examination about the change of floating toe by a standstill standing position and the walk

<sup>1)</sup>戸塚共立リハビリテーション病院 リハビリテーション科

<sup>2)</sup>戸塚共立リハビリテーション病院 整形外科

<sup>3)</sup>NPO オートティックスソサエティー

<sup>1)</sup>Department of Rehabilitation, Totsuka Kyouritsu Rehabilitation Hospital

<sup>2)</sup> Department of Orthopedic Surgery, Totsuka Kyouritsu Rehabilitation Hospital

<sup>3)</sup>Nonprofit Organization of Orthotics Society

横田 裕樹<sup>1)</sup>, 東 佳徳<sup>1)</sup>, 石川 早紀<sup>1)</sup>, 久保 実<sup>2)</sup>, 内田 俊彦<sup>3)</sup>

Yuki Yokota<sup>1)</sup>, Yoshinori Higashi<sup>1)</sup>, Saki Ishikawa<sup>1)</sup>, Minoru Kubo<sup>2)</sup>, Toshihiko Uchida<sup>3)</sup>

**Key words** : 浮き趾 (floating toe), 歩行 (walking), フットプリント (footprint), 足底圧中心 (center of foot pressure), 足底圧軌跡 (trace of foot pressure)

### 要 旨

浮き趾があると歩行時に足先まで体重が移動しにくく、歩行へ悪影響だとされている。しかし、浮き趾の評価は静止立位で行うことが多く、歩行と関連付けた報告は少ない。そこで、静止立位および歩行で浮き趾の変化を比較・検討した。結果、静止立位で浮き趾がある群となない群の足数に差がなく、歩行時は有意に足趾が接地する傾向があった。また、歩行時に浮き趾がある群は歩行時に浮き趾がない群に比べ足長比軌跡長が有意に長く、足底圧軌跡の左右への移動幅が増大する傾向があった。静止立位で浮き趾が存在していても歩行中に浮き趾が存在するとは限らない為、浮き趾を

評価する際は歩行時の評価も不可欠であると考え

る。

### 緒 言

歩行は最も重要な移動手段である。歩行は常にバランスを崩した状態での移動であり、その姿勢調整は感覚入力、中枢処理過程、出力機能によって大別される<sup>1)</sup>。歩行の際、外部環境である地面と唯一接地しているのは足底のみであり、姿勢調整という観点からも足部の機能が重要であることは明確である。近年、足部の一部である足趾が静止立位において地面に接地していない「浮き趾」が報告されている<sup>2)~4)</sup>。しかし、浮き趾の評価は静止立位で行われることが多く、歩行時の接地状況を評価した報告は少ない。最前傾立位を歩行と見立て静止立位と浮き趾の変化を比較し、最前傾立位は有意に足趾が接地した<sup>5)</sup>という報告はあるが、支持基底面内に重心が存在しているという観点から見ると、最前傾立位が歩行と同様な状態であると

(2017/11/12 受付)

連絡先：横田裕樹 〒245-0024 神奈川県横浜市泉区和泉中央北1-40-34 戸塚共立リハビリテーション病院 リハビリテーション科  
TEL 045-800-0320 FAX 045-800-0321  
E-mail yukisoccer2816@gmail.com



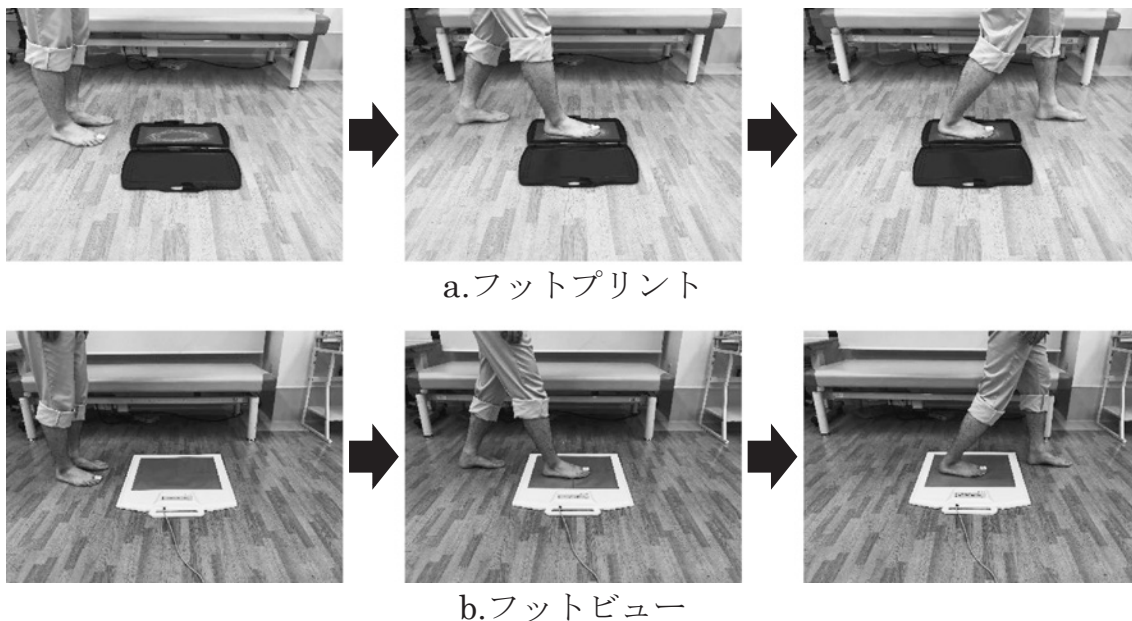


図1. 歩行時の接地状況の計測

は言い切れない。そこで今回、静止立位および歩行で浮き趾の変化を比較・検討した。前述したように、浮き趾とは「静止立位において足趾が接地していない」状態であるが、先行研究の中には足趾が完全に接地しているものと完全に浮いているものに加え、接地不十分・接地が不鮮明なものに分類している<sup>2)3)</sup>報告もある。しかし、接地不十分・接地が不鮮明なもの自体に定義はなく、今回は足趾の接地状態を完全に接地しているものと完全に浮いているものの2つに分類した。

#### 対象と方法

対象者は足に痛みがなく、足趾に著明な変形のない男性7名、女性8名の計15名、年齢は22歳から36歳までの平均27.9歳とした。対象は15名の左右両足、計30足である。

機器はフットプリンターとフットビュークリニック（ニッタ株式会社製）を使用した。静止立位の浮き趾の評価では、圧センサーの感度による誤差を防ぐ為、フットビュークリニックではなく

フットプリンターを採用し、目視にて浮き趾の有無を確認した。静止立位のフットプリント採取の手順は①フットプリンターの前で裸足の状態で立位になる、②採取しない足を先に乗せる、③採取する足を乗せる、④正面を向いた状態で外郭をなぞる、⑤採取した足を先に降ろす、⑥採取していない足を降ろす、とした<sup>6)</sup>。歩行の計測にはフットプリンター（図1-a）とフットビュークリニック（図1-b）を使用した。フットプリントは浮き趾の有無を評価し、フットビュークリニックからは足底圧軌跡を算出し目視で軌跡を確認した。歩行の計測は機器に合わせやすいよう1歩目を採用した。歩行の計測手順は、機器の前からのスタートとし、立位の状態から1歩目を機器に乗せるようにして、そのまま歩き続けるよう指示した。

フットプリントの所見で、静止立位および歩行の双方で全ての足趾が接地しているものを「完全接地群（以下、G群）」、静止立位のみで浮き趾が見られたものを「不完全接地群（以下、I群）」（図2-a）、静止立位および歩行の双方で浮き趾が見ら



立位 歩行  
a.I 群の足例



立位 歩行  
b.F 群の足例

図2. 接地状況の例

れたものを「浮き趾群 (以下, F 群)」(図2-b)<sup>7)</sup>, また歩行のみで浮き趾が見られたものを「逆行接地群 (以下, R 群)」, と4群に分類した. 浮き趾の有無により分類された各群の足数を Pearson の  $\chi^2$  を用いて検定を行い比較した. フットビュークリニックから算出した歩行時の足底圧軌跡を各々の足長で除し足長比軌跡長とした. 足長比軌跡長をパーセントに換算し, t 検定・Tukey-Kramer の

表1. 静止立位と歩行の浮き趾の変化

	G 群	I 群	F 群	R 群
静止立位	-	+	+	-
歩行	-	-	+	+
足数	14	13	3	0

浮き趾なし: - 浮き趾あり: +

表2. 浮き趾の有無の比較

比較した群	$X^2$ 値
G 群と I 群 + F 群	$X^2_{(G+I \cdot F)} = 0.133$
G 群 + I 群と F 群	$X^2_{(G \cdot I + F)} = 19.200$
G 群と I 群	$X^2_{(G \cdot I)} = 0.037$
I 群と F 群	$X^2_{(I \cdot F)} = 6.250$
G 群と F 群	$X^2_{(G \cdot F)} = 7.118$

$X^2_{(1), 0.01} = 6.635$   $X^2_{(1), 0.05} = 3.841$

方法を用いて比較した.

## 結 果

フットプリンターから採取したフットプリントで, 静止立位および歩行の浮き趾の有無を比較した結果, G 群は 14 足, I 群は 13 足, F 群は 3 足, R 群は 0 足であった. (表1) 今回は 0 足であった R 群を除いた 3 群で比較した. 「F 群」と「I 群」の比較では  $\chi^2 = 6.250$  であり, 臨界値  $\chi^2_{(1), 0.05} = 3.841$  より大きく, 「F 群」と「G 群」の比較では  $\chi^2 = 7.118$  であり, 臨界値  $\chi^2_{(1), 0.01} = 6.635$  より大きく, それぞれ有意に差がみられた. (表2)「I 群」と「G 群」の比較では  $\chi^2 = 0.037$  であり, 臨界値  $\chi^2_{(1), 0.05} = 3.841$  より小さく有意に差はみられなかった. 静止立位で浮き趾のない「G 群」と静止立位で浮き趾のある「I 群 + F 群」の比較では  $\chi^2 = 0.133$  であり, 臨界値  $\chi^2_{(1), 0.05} = 3.841$  より小さく有意に差はみられなかった. 歩行で浮き趾のある「F 群」と歩行で浮き趾のない「G 群 + I 群」の比較では  $\chi^2 = 19.20$  であり, 臨界値  $\chi^2_{(1), 0.01} = 6.635$  より大きく有意に差がみられた. 静止立位で浮き趾がみられた 16 足 (F 群 + I 群) のうち, 15 足は第 5 趾のみもしくは第 4・5 趾に浮き趾がみられた.



表3. 足長比軌跡長の各群での平均

	F 群	I 群	G 群	F 群+I 群	I 群+G 群
平均	92.3±2.0	84.9±7.7	80.9±5.5	86.3±7.6	82.8±7.0

※±SD

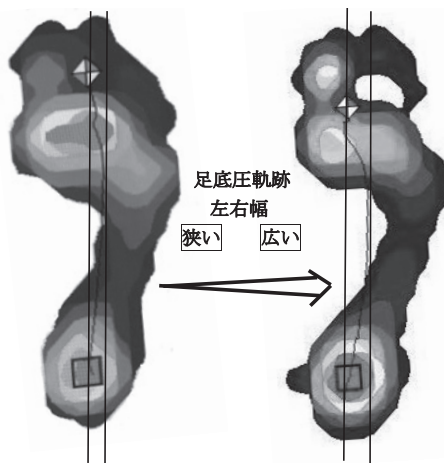
表4. 足長比軌跡長の比較

比較した群	算出値	臨界値
G 群と I 群	q = 1.58	$q(3.27,0.05)/\sqrt{2} = 2.48$
I 群と F 群	q = 1.71	$q(3.27,0.05)/\sqrt{2} = 2.48$
G 群と F 群	q = 2.68	$q(3.27,0.05)/\sqrt{2} = 2.48$
G 群と I 群+F 群	t = 0.29	$t(28,0.05) = 2.048$
G 群+I 群と F 群	t' = 4.77	$t(6,0.01) = 3.71$

フットビュークリニックより得られた足底圧軌跡から算出した足長比軌跡長の平均を表3に、足長比軌跡長の比較した値を表4に示す。「G 群」と「I 群」の比較では  $q = 1.58$ 、「I 群」と「F 群」の比較では  $q = 1.71$ 、となり、有意水準5%のとき臨界値  $q/\sqrt{2} = 2.48$  より小さく有意に差がみられなかった。「G 群」と「F 群」の比較では  $q = 2.68$  となり有意水準5%で有意に差がみられた。「G 群」と「I 群+F 群」の比較では  $t = 0.29$  であり、有意水準5%のとき臨界値 2.048 より小さく有意に差はみられなかった。「F 群」と「G 群+I 群」の比較では  $t' = 4.77$  であり、有意水準1%のとき臨界値  $t = 3.71$  より大きく有意に差がみられた。また、「F 群」は他の2群に比べて足底圧軌跡の左右への移動幅が大きかった。(図3)

### 考 察

静止立位および歩行で浮き趾の変化を比較した結果、「G 群」と「I 群+F 群」の足数に有意差はみられなかった。これは静止立位で浮き趾の変化を比較したものであり、今回の結果は「必ずしも静止立位で全趾が接地しているとは言いきれない」と言い換えることができる。また、「F 群」と「G 群+I 群」は有意に差がみられていたことから、静止立位に比べ歩行では全趾が接地している傾向



a.歩行時のフットプリントで 浮き趾なし b.歩行時のフットプリントで 浮き趾あり

図3. 足底圧軌跡の左右の移動幅

があった。宮崎<sup>6)</sup>は、foot flat 期において足趾は床との接地面積を広くして安定性の保持に役立っており heel off 後も足を安定させるとしている。加えて、「G 群」と「F 群+I 群」に差がみられなかったことを考慮すると、静止立位の評価だけでは歩行時に浮き趾が存在するかどうかを判断することができず、浮き趾を評価する際は静止立位だけでなく歩行や動的な評価をすべきだと考える。

足長比軌跡長において、「G 群」と「I 群+F 群」に有意に差はみられず、「F 群」と「G 群+I 群」は有意に差がみられ「F 群」の方が足長比軌跡長が長かった。長谷川ら<sup>7)</sup>の先行研究では、浮き趾群は足底圧軌跡が中足骨頭部付近で消失しており足尖まで体重移動が行われていない為、完全接地群に比べ浮き趾群で有意に足長比軌跡長が短くなったとしている。しかし今回は全く逆の結果となり、静止立位で浮き趾が存在しても足長比軌跡長に影響

響はないが、歩行で浮き趾があると足長比軌跡長が長くなることを示している。

動的姿勢制御に果たす足趾の役割として、母趾には偏移した体重心を支持する「支持作用」が、第2～5趾には変移した体重心を中心に戻す「中心に戻す作用」がある<sup>3)9)</sup>。また、足趾は運動器としてだけでなく感覚器としての役割も果たしており、浮き趾があることでメカノレセプターへの刺激量が低下し、姿勢制御能力および動的バランス能力の低下が生じるとの報告がある<sup>3)</sup>。また、浮き趾が存在すると、立脚時間の短縮、足底圧中心の前方移動距離の短縮、離地時直前の前方移動距離・内方移動距離の短縮が生じるとされている<sup>10)</sup>。今回の結果では、浮き趾群において足底圧軌跡の左右への移動幅が増大するという新たな見解がみられた。(図3) これは、歩行時に浮き趾が存在することでバランス、前方への推進力が低下したことが原因だと考えられる。足底圧軌跡の左右への移動幅が増大することにより、片脚の支持性の低下や立脚時間の延長、歩幅・歩行速度・歩行率の低下などへの影響も考えられ、今回の結果と関連した調査を今後も進めていくべきである。しかし、足底圧軌跡の左右への移動幅は目視での確認であり、今後は客観的なデータを算出するために統一した基準の検討が必要である。

一方、浮き趾があったとしても足趾に分散されるべき荷重を中足骨頭部に集中させて蹴り出しを行う為、制動力・駆動力には差がなく、これが浮き趾例における歩行の特徴だと報告もある<sup>7)10)</sup>。臨床場面では浮き趾例において、中足骨頭部付近に胼胝等のトラブルが見受けられることが多く、歩行だけでなく足自体への負担になっていることも考えられる。

浮き趾が発生する原因として、靴や靴下といった履物の影響<sup>4)</sup>、重心位置の後退、運動量の低下、などが挙げられる。今回の研究や先行研究から歩

行時に浮き趾が存在すると、歩行能力の低下が生じることが示唆された。今後も浮き趾が増加する可能性があると考えられ、継続的な浮き趾の研究が必要である。

## 結 語

- ・ 静止立位で浮き趾が存在している場合、歩行でも浮き趾が存在するとは限らない。
- ・ 浮き趾を評価する際は静止立位だけでなく歩行や動的な評価をすべきである。
- ・ 静止立位時の浮き趾の有無とは関係なく、歩行時に浮き趾があると足長比軌跡長が長くなった。これは足底圧軌跡の左右への移動幅が増大したことが原因だと考えられ、これによりバランスの低下が生じていることが示唆された。

## 文 献

- 1) 内山 靖. 高齢者の平衡機能と転倒. 理学療法 2010; 18: 858-64.
- 2) 恒屋唱一, 臼井永男. 健康成人における直立時の足趾接地の実態. 理学療法 2006; 33 (1): 30-7.
- 3) 福山勝彦, 小山内正博, 丸山仁司. 成人における足趾接地の実態と浮指例の足趾機能. 理学療法科学 2009; 24 (5): 683-7
- 4) 矢作 毅, 根本光明, 福山勝彦. 草履を中心とした浮き趾の治療および腰痛の改善について. 靴の医学 2004; 18 (2): 65-71.
- 5) 加城貴美子, 釜中 明. 直立両足立ちと最前傾両足立ちの足趾接地状態の比較検討. 靴の医学 20(2): 123-7.
- 6) 横田裕樹, 金森照光, 東 佳徳他. 足底挿板療法による浮き趾の推移に関する検討. 靴の医学 2016; 30 (2): 62-5.
- 7) 長谷川正哉, 島谷康司, 金井秀作他. 静止立位時の足趾接地状態が歩行に与える影響. 理学療法科学 2010; 25 (3): 437-41.
- 8) 宮崎昌利. 歩行時における足趾の動きとその役割. 日整会誌 1993; 67: 606-16.
- 9) 加辺憲人, 黒澤和生, 西田裕介他. 足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究. 理学療法科学 2002; 17 (3): 199-204.
- 10) 福山勝彦. フォースプレートを用いた浮き趾例における歩行の検討. 理学療法科学 2014; 29 (4): 639-6.

## 中学野球選手の足部アーチ機能の変化が与える影響

# The influence that the change of planter arch function of the junior high school baseball player gives

<sup>1)</sup>しょうの整形外科クリニック

<sup>2)</sup>古畑病院 整形外科

<sup>3)</sup>NPO オーソティックスソサエティー

<sup>1)</sup>Shono Orthopedic Clinic

<sup>2)</sup>Furuhata Hospital Orthopedic

<sup>3)</sup>Nonprofit Organization of Orthotics Society

青木 光基<sup>1)</sup>, 庄野 和<sup>1)</sup>, 山口 慎介<sup>1)</sup>, 渡辺 淳<sup>2)</sup>, 内田 俊彦<sup>3)</sup>

Kouki Aoki<sup>1)</sup>, Kazu Shono<sup>1)</sup>, Shinsuke Yamaguchi<sup>1)</sup>, Atsushi Watanabe<sup>2)</sup>, Toshihiko Uchida<sup>3)</sup>

**Key words** : 足部アーチ (Foot arch), 野球 (Baseball), 足底板 (Insole)

### 要 旨

中学硬式野球チームに所属する男子 10 名に対して、DYMOCO (Dynamic Move Control) 理論で使用している Dsis ソルボ 3 軸アーチパッドを使用し、塁間ダッシュ、球速、投球時ステップ幅の 3 項目を Dsis ソルボ 3 軸アーチパッド装着前後の変化を計測し、足部アーチ機能が野球選手に与える影響を検討した。塁間ダッシュと投球時ステップ幅では有意差を認めしたが、球速では有意差を認めなかった。アーチサポートにより足部の安定性が向上したこと、蹴りだし時の推進効果が強化したことにより、塁間ダッシュ、投球時ステップ幅が向上したと考えた。球速は再度、比較検討が必要と考える。

### 緒 言

足部は内側縦アーチ、外側縦アーチ、横アーチが存在し、身体を支える重要な役割をしている。足部のアーチ機能を保持することによって立位、歩行の安定性が向上するという報告がある<sup>3)</sup>。しかし、野球における投球動作などへの影響についてはあまり述べられていない。

野球では、下半身を使えと指導している指導者は数多く存在するが、身体を支える足部の役割についてはあまり注目されていない。今回、われわれは足部アーチ機能が向上すると球速、投球時ステップ幅、塁間ダッシュが向上するのかを調査するため、足部アーチ機能が野球選手に影響を及ぼすかを検討したので報告する。

### 対象と方法

中学硬式野球チームに所属する男子 10 名年齢 13.8 歳 (13-14 歳)、身長 161cm (149-173cm)、体重 51kg (35-69kg) を対象とした。

(2018/11/02 受付)

連絡先：青木 光基 〒115-0055 東京都北区赤羽西  
1-38-15 しょうの整形外科クリニック  
電話 03-6454-3935 FAX 03-6454-3934  
E-mail aok.10@icloud.com

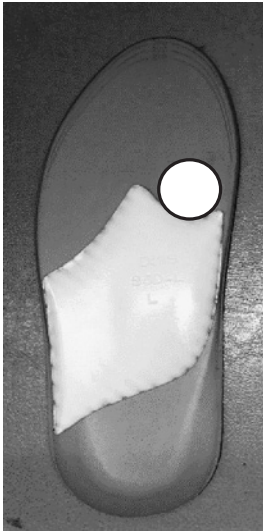


図1. 3軸アーチパッド  
母趾球下縁に合わせる

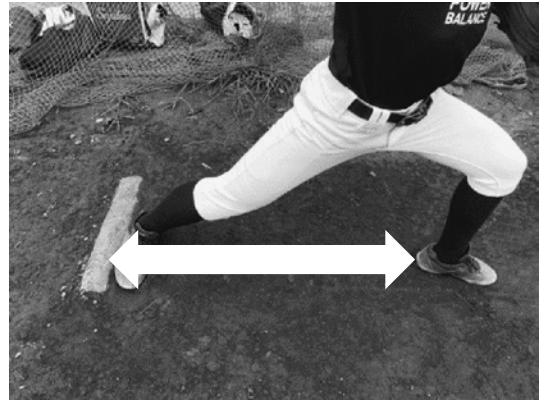


図2. 投球時ステップ幅

投球動作，塁間ダッシュにおいてDYMOCO (Dynamic Move Control) 理論で使用しているDsis ソルボ3軸アーチパッド(図1)を使用し，装着前後での変化を計測した。DYMOCO理論は，主に靴やインソールを用いて歩く姿勢をバランスが良い状態に整える概念の事を意味し，3軸アーチパッドは，3つのアーチを平均的にサポートし，足底にかかる圧を分散させ，バランスを整えるパッドである。測定項目は塁間ダッシュ，球速，投球時ステップ幅(図2)の3項目とし，塁間ダッシュは本塁に左足を置き合図でスタートし一塁ベースを踏むまでの時間を3回計測，1本のインターバルは2分とした。球速の計測はブッシュネル製のスピードスターVを使用し，投球練習5球の後，投球速度を10球計測した。投球時ステップ幅は球速の計測時にプレート前方先端からステップ足の踵後方までの距離を10回計測した。それぞれ普段使用しているスパイクを使用した上で3軸アーチパッド装備なし，ありの順に塁間ダッシュ，球速，投球時ステップ幅の順で計測した。

計測値から平均値を算出し，3軸アーチパッド装着の有無での二群間で比較・検討した。統計学

的検討はt検定を用いて検討した。有意水準を5%未満とした。

## 結 果

塁間ダッシュはパッドなしが平均4.5秒 $\pm$ 0.17秒，パッドありが平均4.42秒 $\pm$ 0.186秒で，パッドありが0.08秒速かった。

球速はパッドなしが平均90km/h $\pm$ 7.74km/h，パッドありが平均89.3km/h $\pm$ 8.44km/hで，パッドありが0.7km/h遅かった。

投球時ステップ幅はパッドなしが平均136cm $\pm$ 13.0cm，パッドありが平均138cm $\pm$ 13.6cmで，パッドありが2cm長かった。

t検定(図3)においてp値は塁間ダッシュでは0.009，球速は0.786，投球時ステップ幅は0.014であった。塁間ダッシュと投球時ステップ幅では有意差を認めしたが，球速では有意差を認めなかった。

## 考 察

今回，われわれの調査は3軸アーチパッドを使用することによって，塁間ダッシュ，投球時ステップ幅が3軸アーチパッドを使用していない時と比



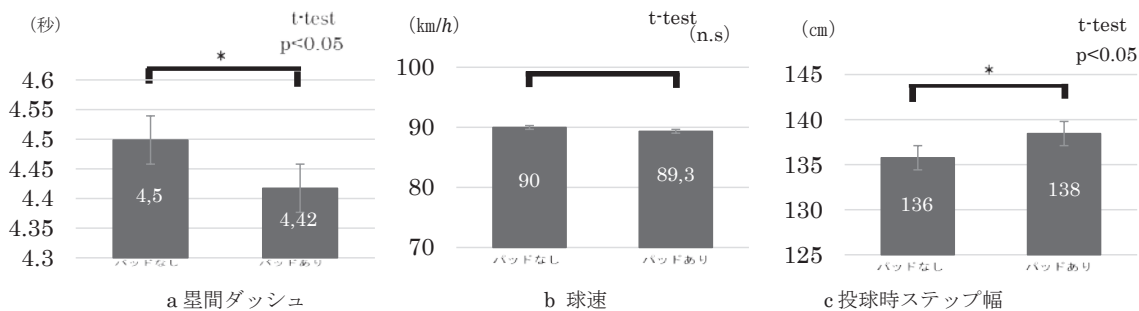


図3. 3項目の変化 \*有意水準5%  
a 塁間ダッシュ b 球速 c 投球時ステップ幅



図4. 3軸アーチパッドを装着前後の投球フォーム  
ステップ幅が広がった

較して、有意に向上していた。これは、3軸アーチパッドを使用し、足部アーチ機能を保持することにより、塁間ダッシュが速くなり、投球時ステップ幅は広がった。

Kerらは、足部アーチ機能の役割として蹴りだし時のスプリング効果を報告しており<sup>1)</sup>、丸山らは、足部アーチが、立脚初期から中期にかけての衝撃緩衝、および蹴りだし時の推進効果に参与する<sup>2)</sup>と報告している。3軸アーチパッドを使用したことにより、ウィンドラスメカニズムが作用し、走行時の前方への推進力が高まり、塁間ダッシュの時間が短縮したと考えた。

さらに吉村らは、アーチサポートは足部及び足関節の安定化作用がある<sup>3)</sup>と報告している。また、佐々木らは、アーチパッドにより、内側アーチの

保持、母趾屈筋力の増加や第2～4趾の屈筋力が増加することで前方への推進力が増強する<sup>4)</sup>と報告している。ワインドアップ期では足部の安定性が高まり、コッキング期には軸足の蹴りだしが増強した為、ステップ幅が伸びた(図4)と考える。

球速の平均は向上しなかったが、チームのエース選手は3軸アーチパッド装着前後で2.4km/h向上した。今回は投手経験者が3割程度であり投手経験に乏しかった事も球速が伸びなかった原因と考え、今後、更なる比較検討が必要と考える。

## 結 語

野球選手の足部アーチ機能の変化が与える影響を検討した。Dsis ソルボ3軸アーチパッドにより塁間ダッシュでは、時間を短縮することができた。

ステップ幅では, Dsis ソルボ 3 軸アーチパッドにより投球時の軸足が安定し, ステップ幅が伸びた. 球速は再度比較検討が必要と考える.

文 献

1) Ker R.F. The spring in the arch of the human foot.

Nature 1987 ; 325 : 147-9.

2) 丸山貴之. 足部アーチに着目した歩行解析. 靴の医学 2011 ; 25 : 115-9.

3) 吉村一朗. アーチサポート装具が足部の加速度に及ぼす影響についての検討. 靴の医学 2006 ; 20 : 77-80.

4) 佐々木克則. Dynamic Shoe Insole System による既製パッド使用時の足圧分布について. 靴の医学 1997 ; 11 : 25-9.



## 一般成人における足底感覚と足部形態との関係

# Relationship between plantar sensation and the foot morphology in general adult

<sup>1)</sup>しよの整形外科クリニック

<sup>2)</sup>古畑病院 整形外科

<sup>3)</sup>NPO オーソティックスソサエティー

<sup>1)</sup>Shono Orthopedic Clinic

<sup>2)</sup>Furuhata Hospital Orthopedic

<sup>3)</sup>Nonprofit Organization of Orthotics Society

山口 槇介<sup>1)</sup>, 庄野 和<sup>1)</sup>, 青木 光基<sup>1)</sup>, 渡辺 淳<sup>2)</sup>, 内田 俊彦<sup>3)</sup>  
Shinsuke Yamaguchi<sup>1)</sup>, Kazu Shono<sup>1)</sup>, Kouki Aoki<sup>1)</sup>, Atsushi Watanabe<sup>2)</sup>,  
Toshihiko Uchida<sup>3)</sup>

**Key words** : 足底感覚 (Plantar sensation), 第1趾側角度 (First toe side angle), 足幅 (Foot width), 足長 (Foot length)

### 要 旨

健康成人 (10名20足) において足底感覚 (二点識別覚) と足部形態 (第1趾側角度, 足幅, 足囲, 足長足幅比) との関係を検討した。

二点識別覚と第1趾側角度の間に有意な正の相関を, また, 二点識別覚と足長足幅比の間に有意な負の相関をそれぞれ認めた。

外反母趾の傾向であれば足底感覚が低下することが示唆された。また, 足長に対して足幅が広がるほど足底感覚が低下する傾向が示唆された。

### 緒 言

立位・歩行時の唯一の接地面である足底は感覚受容器が豊富で, 感覚入力立位バランス等に大

きく影響を及ぼすとの報告や転倒者では足関節の柔軟性や外反母趾変形, 足趾の屈曲筋力とともに足底感覚の低下も優位に認めたとの報告がある。

しかし, 足底感覚とバランスなどに関する報告はあるが, 足部の機能や形態との関係についての報告は散見できない。そこで, 今回われわれは健康人の足底感覚と足部形態をそれぞれ調査し, 健康人の足底感覚と足部形態との間に関係があるのかを検討したので報告をする。

### 対象と方法

対象は, 整形外科的疾患を有さない健康成人10名 (男性4名, 女性6名) 20足 (男性8足, 女性12足), 年齢は22~48歳 (平均年齢32.5歳) とした。

方法は足底感覚として二点識別覚を, 足部形態として第1趾側角度, 足幅, 足囲, 足長をそれぞれ計測した。まず, 二点識別覚は閉眼・腹臥位にてノギス (シンワ社) を用いて計測した。計測部

(2018/11/12 受付)

連絡先: 山口槇介 〒115-0055 東京都北区赤羽西1-38-15

TEL: 03-6454-3935 FAX: 03-6454-3934

E-mail: shinsukey3128@yahoo.co.jp

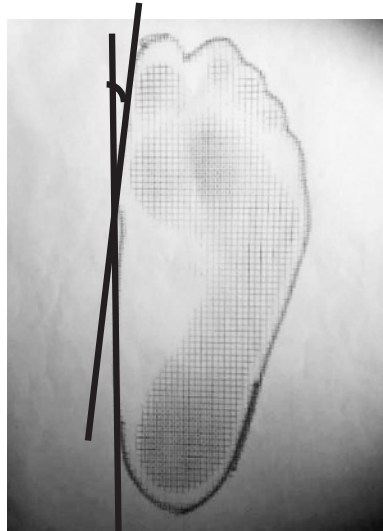


図1. 第1趾側角度



図2. 足部形態計測（左から足幅，足囲，足長）

位は母趾，母趾球，小趾球，踵内侧，踵外侧のそれぞれ中央部とし，長軸方向に沿って1点を触れる場合や2点同時に触れる場合を繰り返し，少しずつ2点の距離を短くしていく．2点と判断できる最少の距離を採用し，5ヵ所の平均値を算出した．

足部形態として，第1趾側角度はフットプリントにて計測した．(図1) 足幅は荷重位，非荷重位において母趾から小趾までのMTP関節の幅をそれぞれ計測し，荷重位と非荷重位との差を求めた．(図2左) 足囲は荷重位，非荷重位においてMTP

関節部での周径をそれぞれ計測し，荷重位と非荷重位との差を求めた．(図2中央) 足長は荷重位において計測し，荷重位の足幅1に対しての足長の比を求めた．

統計学的検討はスピアマンの順位相関係数を用いて，二点識別覚と足部形態の第1趾側角度，足幅の荷重位と非荷重位との差，足囲の荷重位と非荷重位との差，足長足幅比のそれぞれについて検討した．有意水準は5%未満とした．

表1. 部位別の二点識別覚 (cm)

部位	二点識別覚 平均域値 (cm)
全体	1.27 (0.98~1.56)
母趾	0.80 (0.4~1.2)
母趾球	1.27 (1.0~1.6)
小趾球	1.35 (0.9~2.0)
踵内側	1.42 (0.8~1.9)
踵外側	1.51 (1.1~2.1)

表2. 荷重位・非荷重位の足幅・足囲差 (mm)

	荷重位 (mm)	非荷重位 (mm)	荷重位-非荷重位 (mm)
足幅	99.65 (92~115)	89.1 (82~103)	10.55 (7~14)
足囲	235.7 (211~275)	219.45 (196~254)	16.258 (8~24)

表3. 足長-足幅比

	足幅 (mm)	足長 (mm)	足幅1に対しての比
足長-足幅比	99.65 (92.0~115)	239.95 (220~255)	2.415 (2.21~2.61)

## 結 果

足底感覚として計測した二点識別覚は全体の平均は1.27, 母趾は0.80, 母趾球は1.27, 小趾球1.35, 踵内側は1.42, 踵外側は1.51であった。(表1) 足部形態は第1趾側角度が平均13.15度, 足幅は荷重位と非荷重位との差は平均10.55mm, 足囲は荷重位と非荷重位との差は平均16.25mmであった。(表2) 足幅足長比は足幅1に対して足長の比の平均は2.42であった。(表3)

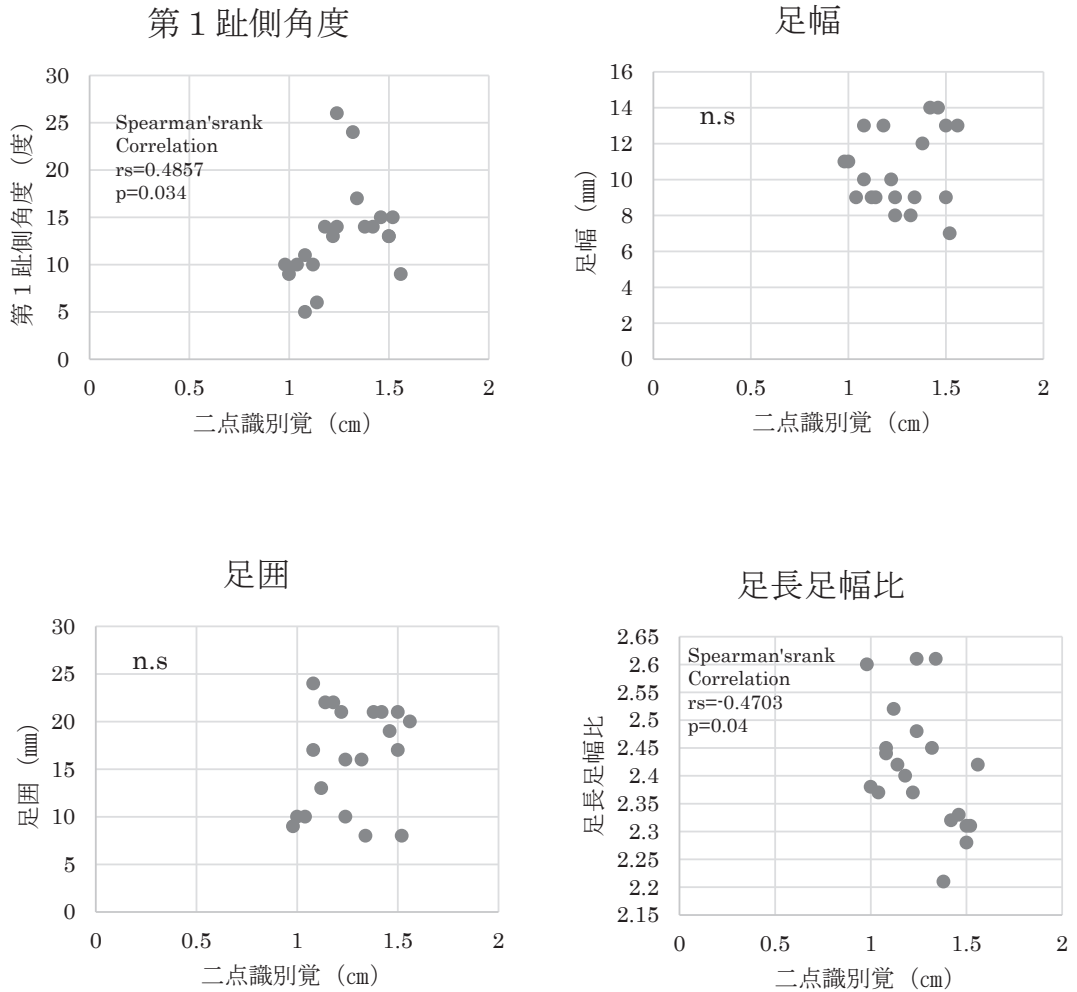
スピアマンの順位相関係数(図3, 表4)は, 足底感覚と第1趾側角度の間に有意な正の相関( $rs=0.4857$ ,  $p=0.034$ )を認めた, また, 足幅足長比との間に有意な負の相関( $rs=-0.4703$ ,  $p=0.04$ )をそれぞれ認めた。足底感覚と足幅, 足囲との間には相関は認めなかった。

## 考 察

今回は足底感覚と第1趾側角度の間に有意な正

の相関を認めた。清水らは, フットプリントによる第1趾側角度とX線での外反母趾角に高い相関を認めたと報告した<sup>1)</sup>。したがって, 第1趾側角度が大きいほど外反母趾傾向であることが考えられる。また, Hyltonらは, バランスと相関がみられた足部・足関節の特徴は, 足底の感覚受容性, 外反母趾の重症度であったと報告をしている<sup>2)</sup>。これらのことから, 外反母趾の傾向が高いほど足底感覚は低下することが示唆される。今回, われわれの検討でも外反母趾の傾向が高いほど足底感覚が低下していた。

また, 今回, 足底感覚は全足底の平均値を採用したが, 計測部位別では感覚低下と外反母趾の関係は母趾で最もその傾向があった。Nurseらは健常者の足底部を部分的に冷却し歩行時の足底圧を測定した結果, 感覚閾値の高い部位では足底圧が減少するとの報告をしている<sup>3)</sup>。足底感覚の低下と外反母趾との関係は母趾の感覚低下の影響を受けることが考えられる。このことから, 足底感覚と

図3. スピアマンの順位相関係数 ( $p<0.05$ )表4. スピアマンの順位相関係数 ( $p<0.05$ )

	相関係数 (rs)	p 値
第1趾側角度	0.4857	0.034
足幅	0.088	0.701
足囲	0.1094	0.633
足長足幅比	-0.4703	0.04

外反母趾の間には足底圧の変化が関係し、また、それに加え今回は計測していない機能的な要素も含まれているのではないかと考える。今後は、足底圧や内在筋の筋活動、母趾の関節可動域などの機能的な計測も含めて検討を深めていくことが必

要と考える。

また、今回は足底感覚と足長足幅比の間に有意な負の相関を認めた。これは、足長足幅比（足幅1に対しての足長比）が小さくなると足底感覚は低下する傾向があることが示唆される。しかし、今回は足底圧の分布や足趾の筋力などの機能面は計測しておらず、今後、足幅と足底感覚の低下を検討するための課題と考える。

## 結 語

一般成人の足底感覚と足部形態を調査しその関係を検討した。足底感覚と第1趾側角度、足長・

足幅比では相関を認めた。外反母趾傾向であるほど足底感覚は低下することが示唆された。今後は、さらに検討を深め外反母趾などの足部形態変化に対する予防につなげていきたいと考える。

#### 文 献

- 1) 清水新悟, 前田健博他. フットプリント上での外反母趾角と内反小趾角の評価検討. 日足外会誌 2010 ; 31 (2) : 35-9.
- 2) Hylton B, Meg E, Stephen R. Foot and Ankle Characteristics Associated With Impaired Balance and Functional Ability in Older People. Journal of Gerontology : MEDICAL SCIENCES 2005 ; 60 (12) : 1546-52.
- 3) Nurse M, Nigg BM. The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. Clin Biomech 2001 ; 16 : 719-27.

# Real-time Tissue Elastography による 踵部脂肪褥硬度測定の有用性の検討

## Usefulness of Real-time Tissue Elastography for evaluating the hardness of the human heel fat pad

<sup>1)</sup>早稲田大学大学院スポーツ科学研究科

<sup>2)</sup>早稲田大学スポーツ科学学術院

<sup>1)</sup>Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

<sup>2)</sup>Faculty of Sport Sciences, Waseda University

前道 俊宏<sup>1)</sup>, 筒井 俊春<sup>1)</sup>, 関野 宏晃<sup>1)</sup>, 飯塚 哲司<sup>2)</sup>, 鳥居 俊<sup>2)</sup>

Toshihiro Maemichi<sup>1)</sup>, Toshiharu Tsutsui<sup>1)</sup>, Hiroaki Sekino<sup>1)</sup>, Satoshi Iizuka<sup>2)</sup>, Suguru Torii<sup>2)</sup>

**Key words** : 踵部脂肪褥 (heel fat pad), 踵部脂肪褥浅層 (microchamber layer), 踵部脂肪褥深層 (macrochamber layer), 超音波エラストグラフィ (real-time tissue elastography)

の弾性評価に有用である.

### 要 旨

踵骨下に存在する踵部脂肪褥は, heel fat pad とも呼ばれる脂肪組織で, 構成要素の異なる浅層の microchamber layer (MIC) と深層の macrochamber layer (MAC) の大きく 2 層から構成されており, 歩行などの際にクッション機能として働く. 本研究では, 超音波 B-mode による押し込み手法の前後の変化量と MIC と MAC の硬度値の相関を検討し, クッション機能を評価する手法について検討することを目的とした.

押し込み変化量と MIC の SR との相関は見られなかったが, MAC の SR と有意な正の相関が見られた.

RTE 法による踵部脂肪褥の硬度測定は, MAC

(2018/10/11 受付)

連絡先 : 前道 俊宏 〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島  
2-579-15 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科  
TEL 080-1090-3238 FAX 04-2947-6930  
E-mail t.m.waseda@ruri.waseda.jp

### 1. 緒 言

踵骨下に存在する脂肪組織は, 踵部脂肪褥, heel fat pad と呼ばれており, 浅層の microchamber layer (MIC) と深層の macrochamber layer (MAC) の大きく 2 層の異なる構成要素から成り立っている. (図 1)

踵部脂肪褥の役割として, 足底部への衝撃を吸収する shock absorber としての機能が挙げられる<sup>1)</sup>が, 踵部脂肪褥が何らかの原因で薄くなると, 衝撃吸収が十分に出来ず, 踵骨への衝撃が増大する恐れがある<sup>2)</sup>. また, 一般的な踵接地歩行では, heel strike と言われるように踵部が地面に最初に接地する身体部位であり, その際に生じる踵への圧迫力は足底腱膜炎や踵骨骨棘の形成因子となると報告されている<sup>3)</sup>. これらの要因は結果として, 踵部底への疼痛 (plantar heel pain : PHP) へと繋がる危険性が考えられる.

PHP 危険因子の 1 つである踵部脂肪褥厚に着目



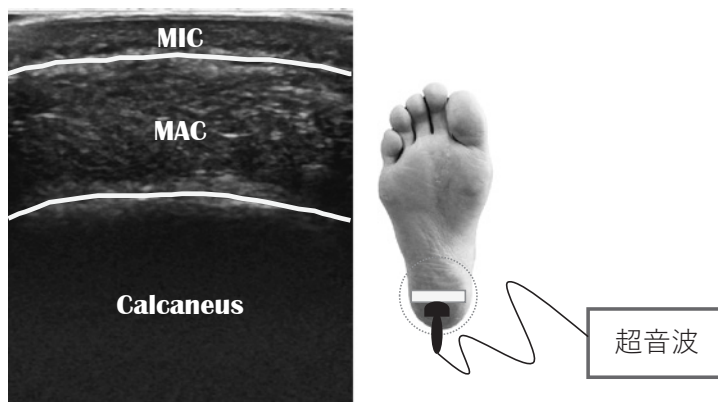


図 1. 踵部脂肪褥内部構造

した先行研究<sup>4)</sup>では、B-mode 法で踵骨隆起下縁部を探知し、皮膚面に触れさせただけの非荷重位(押し込み前)と最大まで押し込んだ荷重位(押し込み後)の2試行を撮像したものから、変化率を求め、その値を衝撃吸収能(=弾性)として評価していた。しかし、弾性を質的に評価したとは言いきれない。また、その他の先行研究でも理学的所見と画像診断による評価方法が多く、踵部脂肪褥の弾性を定量的且つ質的に評価する方法の確立が必要であると考えた。その1つに、real-time tissue elastography (RTE 法)が挙げられる。RTE 法は超音波プローブの先端部位にカプラという参照体を装着し、周期的な圧迫を測定部位に加え、カプラの歪値を測定部位の歪値で除した strain ratio (SR) を算出することで、測定部位の弾性を定量的に評価することができるものである。RTE 法は本来、乳がん検査<sup>5)</sup>や甲状腺疾患<sup>6)</sup>などの臨床評価に使用されるが、近年、筋や肘内側副靭帯などの運動器評価にも応用されている<sup>7,8)</sup>。この技術を用いることで、踵部脂肪褥を定量的に評価できるのではないかと考えた。

そこで、本研究では踵部脂肪褥の弾性評価手法について検討することを目的とし、① RTE 法の再現性、②押し込み手法と RTE 法の相関関係、の2点に着目した。

## 2. 方 法

### a. 対象

検討1では、健康な一般男性10名(年齢:  $25.5 \pm 3.2$  歳/身長:  $171.5 \pm 7.4$ cm/体重  $68.6 \pm 9.7$ kg)を対象とした。検討2では、健康な一般男性70名(年齢:  $18.5 \pm 5.2$  歳/身長:  $167.9 \pm 6.1$ cm/体重:  $60.2 \pm 9.0$ kg)とした。対象者の生活習慣や運動実施状況などは今回考慮していない。除外対象は、①過去48時間以内に激しい運動をした人②超音波 B-mode による押し込み手法と RTE 法の測定を同日、同時時間帯に出来なかった人③足、足関節に手術歴、または骨折や靭帯損傷などの既往歴のある人④足底腱膜炎など、現在足部に外傷、障害のある人、とした。

### b. 測定

測定肢位は長座位(膝関節伸展位・足関節0度)とし、測定脚は右脚に統一した。デジタル超音波診断装置(Nobles: HITACHI 社製)を用いて、B-mode による押し込み手法(図2)で踵部脂肪褥厚の変化率、RTE 法で SR をそれぞれ求めた。押し込み手法では、最大まで押し込みを行った。

RTE 法の再現性の検討に関して、検者内信頼性は同一箇所を10分おきに3回測定した。また、検者間信頼性は同一箇所を3人の検者が測定した。

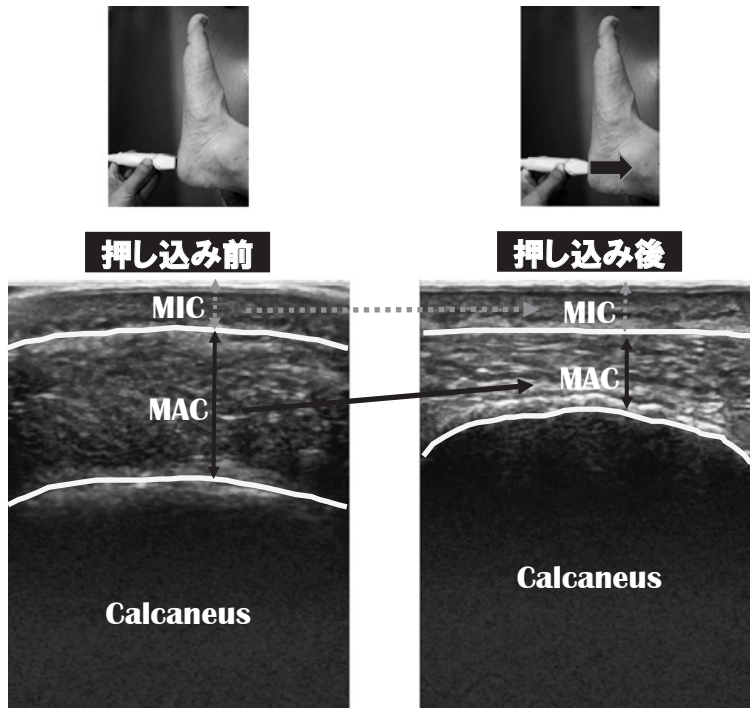


図2. 押し込み手法

表1. RTE法の再現性

		検者内信頼性						検者間信頼性							
		1回目		2回目		3回目		ICC	検者A		検者B		検者C		ICC
		M	SD	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	M	SD	
SR	MIC	0.10±0.04	0.11±0.04	0.11±0.04	0.90	SR	MIC	0.10±0.03	0.10±0.03	0.10±0.03	0.79				
	MAC	0.58±0.14	0.58±0.14	0.58±0.15	0.98		MAC	0.65±0.13	0.68±0.15	0.67±0.15	0.98				

### c. 統計処理

本研究で得られたデータはすべて平均値±標準偏差で表し、統計処理にはSPSS Statistic 21 (IBM社)を用いた。RTE法の再現性の検討には、検者内信頼性に級内相関係数 (ICC (1,1)), 検者間信頼性に級内相関係数 (ICC (2,1))を用いた。押し込み変化率とSRの関係の検討にPearsonの積率相関係数を用いた (有意水準は危険率5%未満)。

## 3. 結果

RTE法の検者内・検者間信頼性の検討に、MIC

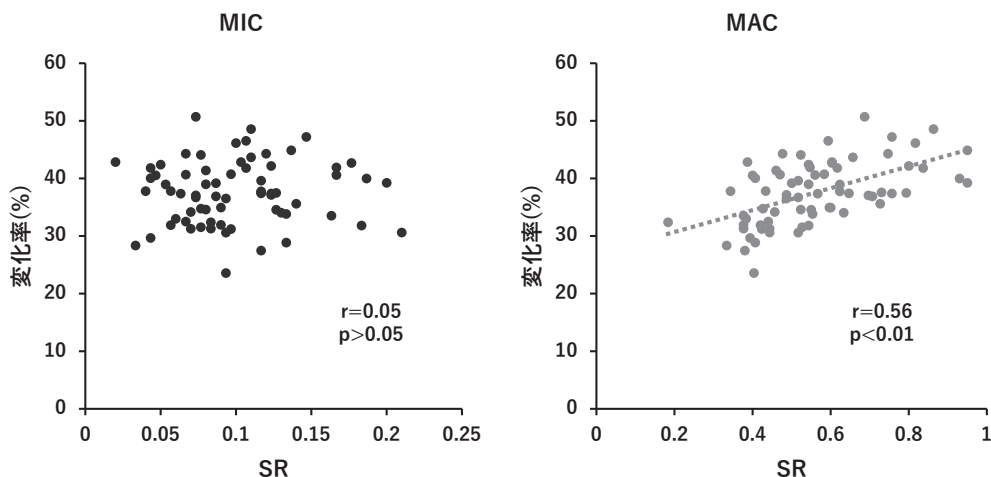
とMACのSRをそれぞれ求めたが、検者内・検者間共にICCが0.75以上と、非常に高い値を得られた。(表1)

押し込み変化率とMICのSRに有意な相関は見られなかった。一方で、押し込み変化率とMACのSRに有意な正の相関が見られた。(表2)

## 4. 考察

先行研究では、鳥口肩峰靭帯、膝蓋腱靭帯などの多くの運動器評価にRTE法が使用されている<sup>9)10)</sup>。また、腓腹筋肉離れの初期は組織の歪が大

表2. 押し込み手法変化率とSRの相関



きいが、修復過程で歪が小さくなる<sup>6)</sup>ことやアキレス腱の弾性定量評価を行い、変性のある腱ではない腱と比べて柔らかいことが報告されており、組織の変化や状態を確認する上で、非常に有用な方法として活用されている。

今回の測定を通して、RTE法による踵部脂肪褥測定は再現性が高く、MACの衝撃吸収能(=弾性)測定法として有用であることが分かった。

MICでは相関が見られず、MACでのみ相関が見られた要因として、構成要素の違いが考えられる。足底部への衝撃はコラーゲン性の隔壁で包まれた脂肪が変形することで吸収されると言われており、今回変化率と相関が見られたMACがその役割を大きく担っていることが示唆された。

しかし、身長、体重、性別や運動歴など踵部脂肪褥に関連する要素を本研究では考慮に入れないことから、踵部脂肪褥のSR基準値の設定は困難であった。今後踵部脂肪褥のSR基準値を設定することが出来れば、踵部脂肪褥の障害の有無や修復過程の判断、ランニングや歩行の強度判断、障害を起こす前の運動強度を減らす指標などといった予防法としての利用が期待できる。

## 5. 結 語

① RTE法による踵部脂肪褥測定は高い信頼性を得られた。

② RTE法はMACの弾性評価に有用である。また、これは同時に押し込み手法が弾性評価に有用であると言える。

## 文 献

- 1) Jorgensen U, Bojsen-Moller F. Shock absorbency of factors in the shoe/heel interaction—with special focus on role of the heel pad. *Foot Ankle* 1989; 9: 294-9.
- 2) Jorgensen U, Ekstrand J. Significance of heel pad confinement for the shock absorption at heel strike. *Int J Sports Med* 1988; 9: 468-73.
- 3) Kumai T, Benjamin M. Heel spur formation and the subcalcaneal entheses of the plantar fascia. *J Rheumatol* 2002; 29: 1957-64.
- 4) 阿部 平, 鳥居 俊. 発育期における踵部脂肪褥厚と身体的特徴との関連. *日本成長学会誌* 2018; 24: 57-63.
- 5) 細野芳樹, 高橋孝夫, 山口和也他. 超音波エラストグラフィを用いた乳腺疾患に対する良悪性診断の検討. *日外科系連合誌* 2010; 35: 831-7.
- 6) 田中久美, 福成信博, 伊藤公一他. 甲状腺結節性病変におけるReal-time Tissue Elastographyの有用性. *メディックス* 2004; 41: 7-10.
- 7) 辻村 享. 肉離れの超音波診断について エラストグラ

- フィー（組織弾性イメージング）を用いて. 日整外超音波研究会誌 2007; 18: 19-22.
- 8) 西本雄飛, 和田一佐, 岡田智彰他. Real-time Tissue Elastography による野球肘内側側副靭帯の弾性定量評価. 昭和学士会誌 2018; 78: 48-54.
- 9) 武長徹也, 後藤英之, 杉本勝正他. 異なる2種類の超音波エラストグラフィを用いた膝蓋腱の弾性評価. 日本整形外科超音波学会誌 2014; 25: 32-5.
- 10) 木島泰明, 皆川洋至, 富岡 立他. 生体肩における鳥口肩峰靭帯の弾性—超音波エラストグラフィを用いた計測—. 日本肩関節学会誌 2008; 32: 357-60.

## 小学生サッカー選手の足部疼痛と活動時間の関係

### ～保護者アンケートによる調査～

## Questionary Investigation between Pain and Amount of Activity of Junior Football Players

<sup>1)</sup>兵庫医療大学リハビリテーション学部理学療法学科

<sup>2)</sup>徳洲会岸和田病院リハビリテーション部

<sup>3)</sup>愛仁会リハビリテーション病院リハ技術部

<sup>1)</sup>Hyogo University of Health Sciences, Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation

<sup>2)</sup>Tokushu-kai Kishiwada Hospital, Department of Rehabilitation

<sup>3)</sup>Aijinkai Rehabilitation Hospital, Department of Rehabilitation

坂口 顕<sup>1)</sup>, 長押 諒<sup>2)</sup>, 服部 麻実<sup>3)</sup>

Akira Sakaguchi<sup>1)</sup>, Ryo Nageshi<sup>2)</sup>, Asami Hattori<sup>3)</sup>

**Key words** : 小学生サッカー選手 (Junior Football Player), 疼痛 (Pain), 活動時間 (Amount of Activities), BMI (Body Mass Index), 保護者アンケート調査 (Questionary Investigation of patients)

### 要 旨

現代の小学生年代のサッカー選手は、サッカー所属チームでの公式戦の増加や、所属チーム以外でのスクール活動など、活動する機会が大幅に増加している。一方、成長期に伴うスポーツ障害によって、活動を休止せざるを得ない選手も少なくない。そこで、小学生高学年のサッカー選手が訴える疼痛の有無と体型や活動時間との関係を明らかにするため、保護者に対するアンケート調査を行なった。アンケートはウェブ上で回答を得る方法で行ない、76名(回収率63.3%)から回答を得た。疼痛の訴えは21名(27.6%)から聴取され、部位はひざ、かかとの順に多かった。疼痛あり群

は、疼痛なし群に比べて、Body Mass Index (BMI) が高かった。サッカー開始年齢は、疼痛あり群の方が低年齢から開始している傾向にあり、日頃の活動時間は、疼痛あり群では、中等度の活動時間の者が最も多かった。先行研究においては、活動時間の多い方が疼痛の愁訴が多いと報告されている。しかし、活動時間のみならず、体型など専門知識のない保護者にもわかりやすい要因があるということを周知することで、スポーツ障害予防につながると考える。

### 緒 言

サッカーは、全世界で親しまれるスポーツであり、210の国と地域が国際サッカー連盟に加入しており、国連加盟数193カ国を上回っている。一方、日本サッカー協会は、2050年までにワールドカップの自国開催とその大会での優勝を目標に掲げている。そしてその強化の一環として、幼稚園

(2018/10/31 受付)

連絡先：坂口 顕 〒650-8530 兵庫県神戸市中央区港島1-3-6

Tel 078-304-3120 Fax 078-304-2820

E-mail sakaguchi@huhs.ac.jp

表 1. サッカー開始年齢

	疼痛なし	疼痛あり (人)
3歳	0	4
4歳	4	1
5歳	15	4
6歳	9	4
7歳 (1年生)	16	7
8歳 (2年生)	4	0
9歳 (3年生)	4	0
10歳 (4年生)	1	0
11歳 (5年生)	0	1
12歳 (6年生)	2	0
計	55	21

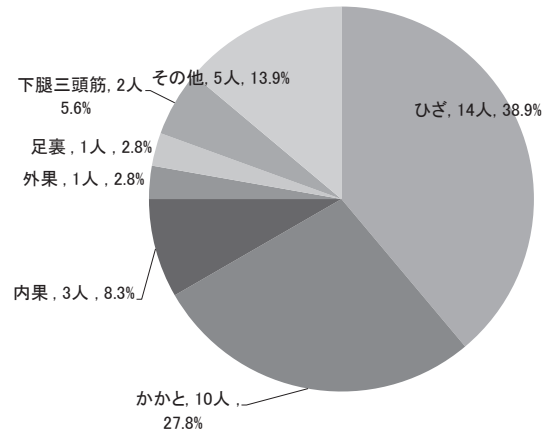


図 2. 疼痛の愁訴のある部位

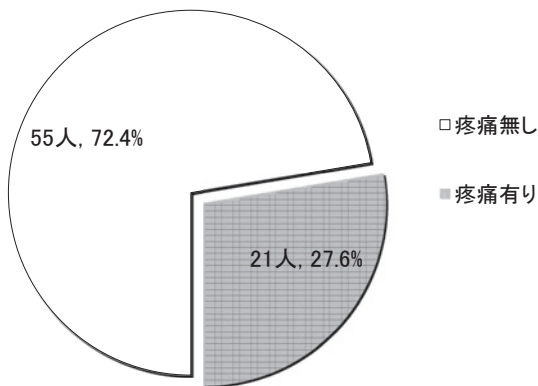


図 1. 疼痛の愁訴の有無

小学生高学年になると、第2次成長期となり、オスグット・シュラッター病や、シーバー病といった骨あるいは骨端における病変による疼痛に悩む選手も多く、その痛みは Quality of Life の低下につながる<sup>2)</sup>

そこで、膝あるいは足部に疼痛のある選手がどの程度いるのか、そしてその疼痛と、サッカーに関連する活動時間との関係を明らかにするために、保護者対象のアンケート調査を行った。

### 対象と方法

対象は、小学校5～6年生の兵庫県サッカー協会所属チームの保護者120名とした。指導者を通じて、アンケートの趣旨説明文書を配布し、そこに記されたホームページアドレスに、保護者自らがアクセスし回答した。アンケートの冒頭に、調査協力に同意するか否かに関する設問を配置し、同意を得た回答を調査対象とした。

アンケートは Google Form を用いて作成され、設問項目は「疼痛の有無」と疼痛がある場合は「疼痛の部位」、「身長」「体重」「サッカーを始めた年齢」「スパイクをはじめて履いた学年」「所属チームでの練習時間（月間）とスパイクの有無」「所属チーム以外での活動時間（月間）とスパイクの有無」とした。（表1）

年代や小学生年代からサッカーに触れ合う機会を持つグラスツール(草の根)の拡大を図っている<sup>1)</sup>。

その小学生年代では、協会主導により各地域でリーグ戦化が進み、定期的な公式戦が開催されている。一方、従来開催されているトーナメント方式の大会は残されたままで、公式戦の試合数は増加している。

さらに、カップ戦と言われる各チームが主催するプライベート大会や交流戦の開催など公式戦以外の試合数も増加しており、週末は試合に費やされる。そのため、平日には、所属チームとはまた別に、数多くの「サッカースクール」が開講されている。さらに複数のスクールを掛け持ちする選手も少なくない。



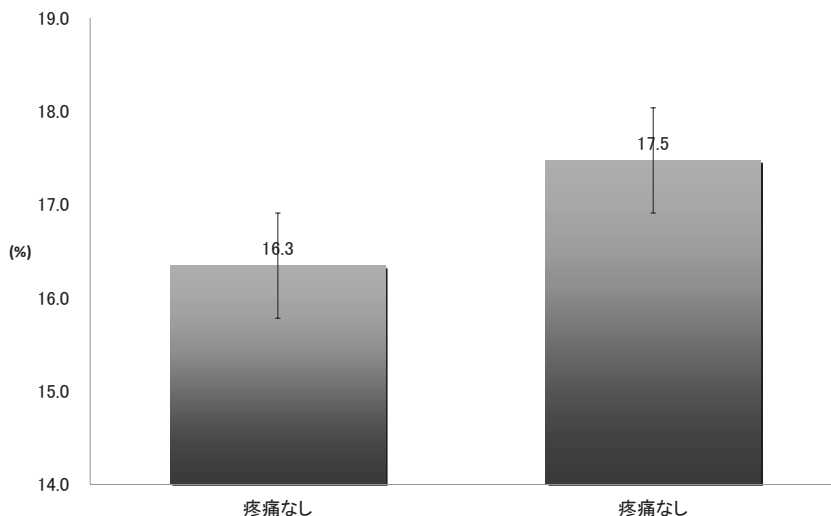


図 3. BMI

表 2. スパイクを初めて履いた年齢

	疼痛なし	疼痛あり (人)
6 歳	1	0
7 歳 (1 年生)	4	1
8 歳 (2 年生)	5	2
9 歳 (3 年生)	12	4
10 歳 (4 年生)	23	7
11 歳 (5 年生)	7	4
12 歳 (6 年生)	1	0
履いていない	2	3
計	55	21

体重と現在の身長からは、Body Mass Index (BMI) を計算した。「疼痛なし群」と「疼痛あり群」との比較は、等分散が認められたものは対応のない t 検定を行い、Wilcoxon の順位和検定を用いた。有意水準は 5% とし、統計解析ソフトは SPSS version18.0 を使用した。

なお、本調査は兵庫医療大学倫理審査委員会の審査を受け、所属長の承認を受けて行った (兵庫医療大学倫理審査承認番号 第 17028 号)。

## 結 果

趣旨説明書が配布された保護者 120 名中、同意

を得た 76 名 (回収率 63.3%) を調査対象とした。

疼痛有無は、疼痛なしが 55 名、疼痛ありが 21 名であった。(図 1) そのうち疼痛部位が複数にわたるものが 11 名であった。以下、疼痛のなかった 55 名を疼痛なし群、疼痛のある 21 名を疼痛あり群とした。

疼痛の部位は、ひざ 14 膝、かかと 10 足、内果 3 足、外果 1 足、足裏 1 足、下腿三頭筋 2 足、その他 5 足であった。(図 2)

身長は、疼痛なし群が  $146.9 \pm 7.4$ cm、疼痛あり群が  $140.0 \pm 5.5$ cm、体重は疼痛なし群  $35.2 \pm 7.4$ kg、疼痛あり群では  $37.2 \pm 4.8$ kg であった。BMI は疼痛あり群  $16.3 \pm 1.3$ 、疼痛あり群では  $17.5 \pm 1.7$  であり、BMI にのみ、両群間に統計学的な差があった。(図 3)

サッカーを始めた年齢は、3 歳～12 歳まで幅広いが、疼痛なし群で 78.2% が、疼痛あり群では 95.2% が 7 歳 (小学 1 年生) までに開始していた。(表 1)

スパイクを履き始めた年齢は、9 歳か 10 歳がもっとも多く、スパイクを履いていないという回答の中にも、疼痛ありが 2 名あった。(表 2)

所属チーム以外でのサッカー活動の有無につい

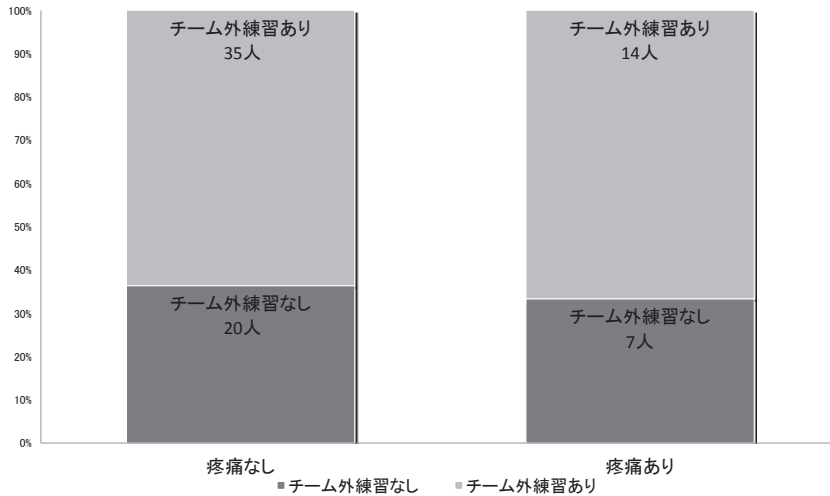


図 4. 所属チーム以外の練習の有無

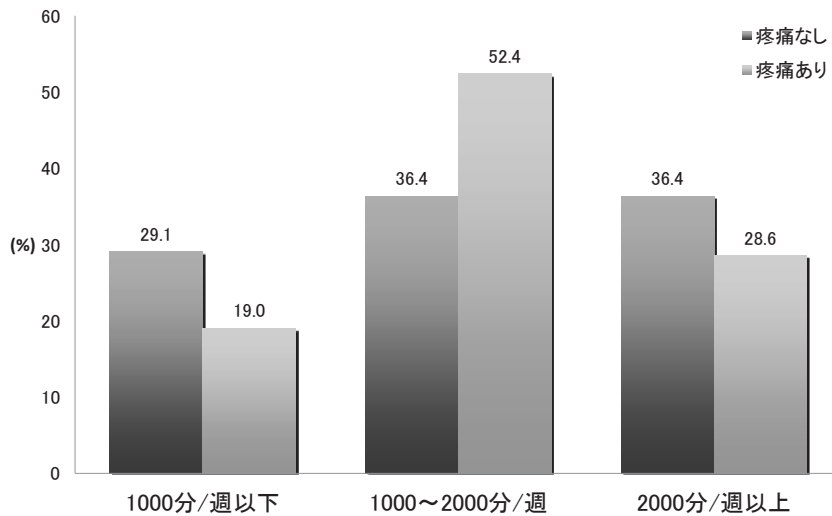


図 5. 活動時間の比較

では、疼痛の有無にかかわらず同じ傾向にあった。  
(図 4)

所属チームと所属チーム外を含めた活動時間を1000分/週以下と、1000~2000分/週、2000分/週以上に分類したところ、疼痛ありで最も人数が多かったのは1000~2000分/週の中等度活動時間の選手であった。(図 5)

## 考 察

疼痛を有するものは、27.6%であり、そのうち膝とかかとの割合が多かった。このことから、オスグット・シュラッター病やシーバー病といった小学5,6年生で発症することが多い疾患を有するあるいは予備軍の疑いが持たれる選手が存在することがわかった。

Jamesらは、シーバー病を発症する因子として、足関節背屈可動域制限、体型やアライメント異常、活動時間の増加を報告している<sup>3)</sup>。さらに白仁田らは練習量の増加に伴い有愁訴者数は増加する<sup>4)</sup>とし、渡邊らは男子小学生を対象とした調査において、シーバー病発症群では、非発症群に比べて有意に練習量が長かったと報告している<sup>5)</sup>。

またNakaseらは、オスグット・シュラッター病のリスク因子として、筋の柔軟性の欠如、内側縦アーチの欠如に加え、体型やシーバー病の存在を挙げている<sup>6)</sup>。

今回の調査において、身長に対する体重の指標としてBMIを用いた。疼痛あり群が疼痛なし群に対してBMIが有意に高いことがわかった。今回算出したBMIは、疼痛なし群で平均16.3、疼痛あり群で平均17.5と、決して高い数値ではない。しかしながら、同じ身長であるならば、体重がより重い選手の方が疼痛を有するリスクが高いということを示す指標としてBMIを用いた。成長期の体型については、身長や身長の伸び率に関心が向くが、体重と身長から割り出されるBMIに留意することがあることが考えられる。

また、活動時間については、先行研究では練習量を「少ない」「多い」の2群に分けて論じられているが、今回の調査では、1000分/週以下を、週末2日間のみサッカーをしている選手、1000～2000分/週では週末に加え、1～2日の平日練習を行う選手、2000分/週以上は週末の練習に加え、3日以上平日練習を行なっている選手たちの3群に分けて検討した結果、中等度活動群にもっとも疼痛ありの選手が多かった。これは、単純に活動時間に比例して疼痛が増加するものではなく、他の要因と相互に関係しあって疼痛が発生していることを示している。

本研究で調査した練習量や、体型は、専門的な知識のない保護者の目線においても管理しやすい指標であり、周知していくことでスポーツ障害の予防に繋がられるのではないかと考えられる。

スパイクについては、公式戦の開始される3年

生、4年生からスパイクを履き始める選手が多く、疼痛の有無での違いはなかった。また練習時にはほとんどの選手がスパイクを着用しており、スパイクの着用は疼痛の有無に影響していないと考えられる。しかし、一方で、今回の調査では、疼痛の愁訴を保護者が回答しており、確実な診断名が付いているものではない点、先行研究などで挙げられているアライメントや柔軟性といった身体的要因、筋力や身体の使い方といった動的機能については一切計測していない点に研究の限界がある。そのため、今回の結果を踏まえて、今後は身体特徴の計測等を行なって行く必要がある。

## 結 語

小学校高学年のサッカー選手の保護者を対象にアンケート調査を行なった結果、約4分の1の選手がひざやかかたに疼痛を訴えていた。これらの疼痛あり群では、BMIが高いことが示されたものの、練習量に比例して疼痛を訴える選手が増えるわけではないということがわかった。今回身体的計測は行なっておらず、アライメントや柔軟性、筋力といった指標とともに、発生要因を検証していく必要がある。

## 文 献

- 1) 日本サッカー協会：日本サッカー協会中期計画 2015-2022 (2018.10.28 閲覧) [http://www.jfa.jp/about\\_jfa/plan/goal2030.html](http://www.jfa.jp/about_jfa/plan/goal2030.html)
- 2) Scharfbillig RW, Jones S, Scutter S: Sever's disease--does it effect quality of life? Foot 2009; 19 (1): 36-43.
- 3) James AM, Williams CM, Luscombe M, et al: Factors Associated with Pain Severity in Children with Calcaneal Apophysitis (Sever Disease). J Pediatr 2015; 167 (2): 455-9.
- 4) 白仁田厚, 奥江 章, 草場 謙他: 中学生サッカーにおけるスポーツ障害及び外傷. 整形外科と災害外科 1996; 45 (4): 1259-64.
- 5) 渡邊裕之, 東山礼治, 高平尚伸: 成長期男子サッカー選手におけるシーバー病発生状況の縦断的調査. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌 2012; 32 (4): 603.
- 6) Nakase J, Goshima K, Numata H, et al: Precise risk factors for Osgood-Schlatter disease. Arch Orthop Trauma Surg 2015; 135 (9): 1277-81.

# 術前外反母趾角と外反母趾術後の疼痛との関係について

## Relationship between preoperative hallux valgus angle and pain after surgery

<sup>1</sup>医療法人社団悠仁会羊ヶ丘病院看護部

<sup>2</sup>医療法人社団悠仁会羊ヶ丘病院整形外科

<sup>1</sup>Department of Nursing, Hitsujigaoka Hospital

<sup>2</sup>Department of Orthopedic Surgery, Hitsujigaoka Hospital

杉澤 千秋<sup>1</sup>, 鈴木千紗子<sup>1</sup>, 倉 秀治<sup>2</sup>  
Chiaki Sugisawa<sup>1</sup>, Chisako Suzuki<sup>1</sup>, Hideji Kura<sup>2</sup>

**Key words** : 外反母趾 (hallux valgus), 外反母趾角 (hallux valgus angle), 疼痛 (pain)

### 要 旨

外反母趾に対して第1中足骨遠位斜め骨切り術を行った97足を対象に、術前外反母趾角と術後疼痛の関連性を調査した。重度外反母趾には外側軟部組織の解離を追加した。

術後疼痛および鎮痛剤使用回数と、術前外反母趾角に関連はなかった。術後5日目に全員が装具装着下での歩行訓練が開始可能であった。術前外反母趾角の程度と術後の経過に関連は少なく、第1中足骨遠位斜め骨切り術に併用する外側軟部組織の解離が術後の経過に与える影響は少ないと考えられた。また、術後追加鎮痛剤の使用は全例で術後2日目までであった。これらの結果は本術式において、術後3日目以降を目途にADL拡大にむけた介入が可能であることを示唆するものであった。

### 緒 言

当院では外反母趾矯正手術を年間約80件実施している。我々は術前外反母趾角（以下HV角）と術後疼痛や歩行開始時期との関連性に疑問を感じた。本研究の目的は第1中足骨遠位斜め骨切り術（以下DOMO）<sup>1</sup>後の疼痛と歩行訓練の可否について調査する事である。さらに、HV角と術後の疼痛および、術後5日目に開始する前足部免荷装具（以下装具）での歩行訓練の可否についての関連を調査したので報告する。

### 対象と方法

#### 1) 対象

期間は2016年1月～2017年12月に当院でDOMOを行った患者85名97足。（図1）そのうち、59名60足はHV角40度以上で外側軟部組織の解離（母趾内転筋腱移行、深横中足靭帯の切離、外側関節包の切離、外側側副靭帯切離）を追加している。男性は7名8足で平均年齢62.5±20歳、女性は78名89足で平均年齢58.3±16.3歳であった。重症度<sup>2</sup>ごとにみると、HV角30度未満の軽

(2018/11/12 受付)

連絡先：杉澤 千秋 〒004-0021 北海道札幌市厚別区  
青葉町 3-1-10  
TEL 011-351-2211 FAX 011-351-2210  
E-mail nsst2@hitsujigaoka.com

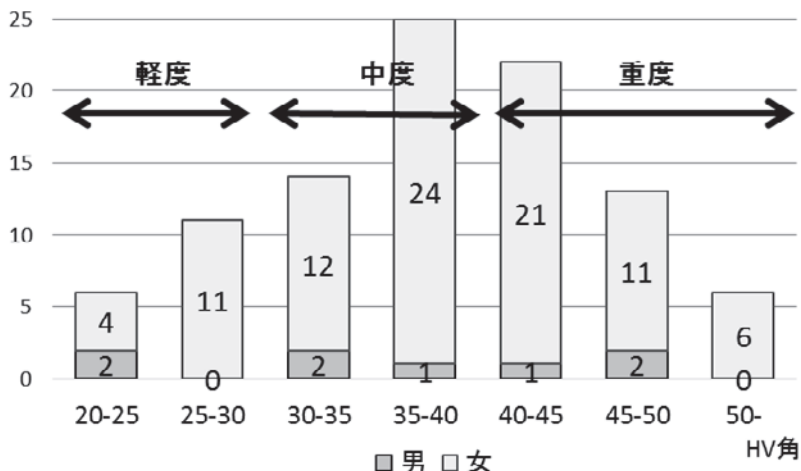


図1. 対象97足の性別・外反母趾角別の集計

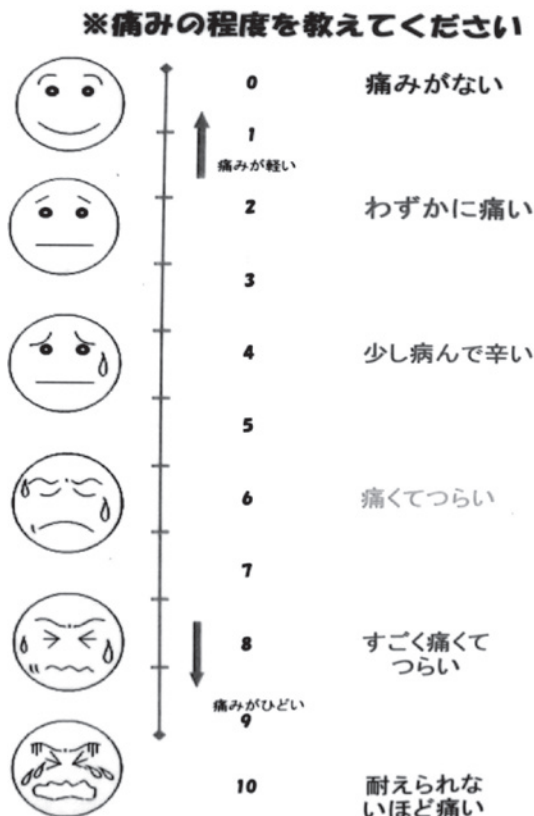


図2. 採用した Face Visual Analogue Scale

度が17足、30~40度未満の中度が39足、40度以上の重度が41足であった。手術麻酔は、全身麻酔に加え坐骨神経ブロック(0.5%ポプスカイン®)を手術中にエコー下でワンショットで投与した。疼痛増強時には術後の追加鎮痛剤としてボルタレン坐薬®又はロピオン注®を使用した。

## 2) 方法

調査項目は、①術当日から6日目までの、各日の疼痛を患者自身がFace Visual Analogue Scale(以下FVAS)(図2)<sup>3)</sup>で評価した。日内で最も強い疼痛を該当日のFVASと定義した。②術当日から6日目までの各日の鎮痛剤追加使用回数と、各FVASにおける追加鎮痛剤使用の有無を集計した。③各日のFVASの集計結果と鎮痛剤の追加使用回数に関して、HV角との関連をスピアマンの順位相関<sup>4)</sup>( $p < 0.05$ )を用いて検討した。④当院の術後プロトコル通り、術後5日目より装具を装着しての歩行訓練が可能か否かを調査した。当院のプロトコルは術後から免荷で、術後5日目から装具を装着し歩行訓練開始、術後8週目から装具除去し全荷重開始である。

## 結 果

① FVASの集計結果を表1に示した。FVAS6

表 1. 術当日から6日目まで、重症度別の鎮痛剤使用回数

術当日		(FVAS)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
軽度	8	2	1	1			2	1	2			17
中度	19	2	1	2	1	4	4		5		1	39
重度	22	2	1	6	1	1	2	2	4			41
(重症度)												n = 97
術後1日目		(FVAS)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
軽度	1	3	3	4	3				3			17
中度	4	4	3	10	2	3	5	2	6			39
重度	7	5	4	4	7	9	1	2	1		1	41
(重症度)												n = 97
術後2日目		(FVAS)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
軽度	1	4	3	4		3		1		1		17
中度	2	8	7	6	7	4	1	1	3			39
重度	5	13	11	4	5	2	1					41
(重症度)												n = 97

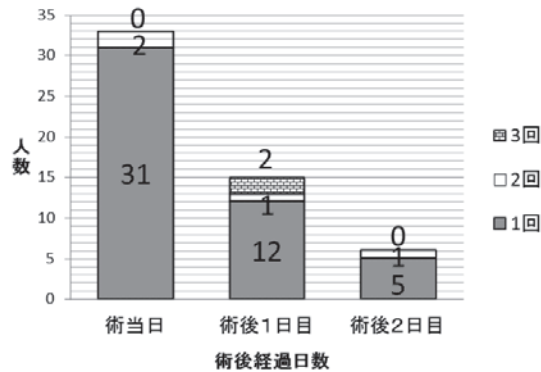


図 3. 術当日から術後2日目まで、各日における追加鎮痛剤使用回数別の集計

以上の強い疼痛を表出した割合は術当日が23%、術後1日目が21%、術後2日目が8%であった。術当日の疼痛は、FVAS0が全97足中49足と半数を超えている。②術当日から6日目までの鎮痛剤追加使用回数の集計結果を図3に示した。術当日の使用回数が最も多く、術後1日目、2日目と斬減し、術後3日目以降は全ての対象者で鎮痛剤の追加使用はなかった。図4に各FVASにおける追加鎮痛剤使用の有無を示した。③術後各日の

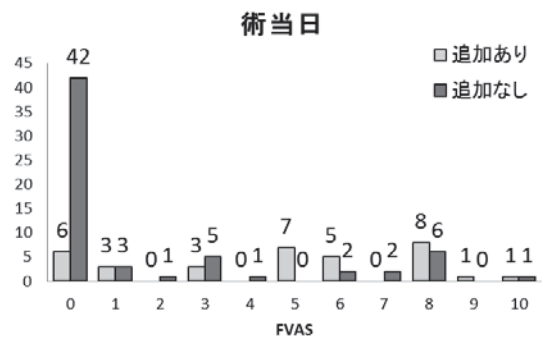


図 4-1. 術当日における FVAS 別の鎮痛剤使用の有無



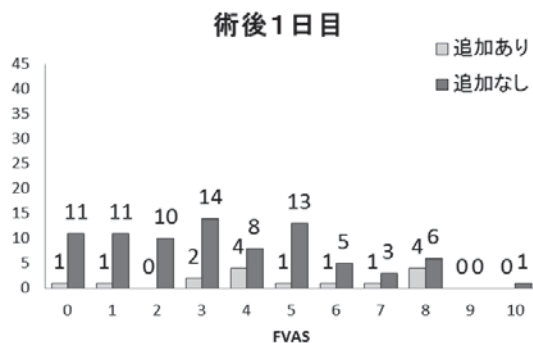


図4-2. 術後1日目におけるFVAS別の鎮痛剤使用の有無

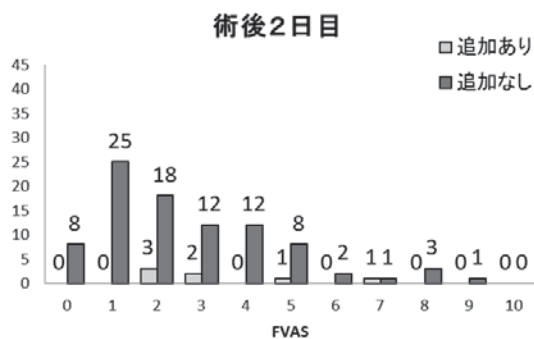


図4-3. 術後2日目におけるFVAS別の鎮痛剤使用の有無

表2. 術当日から6日目までのHV角とFVASの有意差検定

術後日数	0日	1日	2日	3日	4日	5日	6日
相関係数	-0.88	-0.17	-0.268*	-0.58	-0.86	-0.1	-0.13

表3. 術当日から6日目までのHV角と鎮痛剤使用回数の有意差検定

術後日数	0日	1日	2日	3~6日
相関係数	-0.055	-.313*	-0.145	使用なし

FVASとHV角の相関は、術後2日目のみ有意差を認めた。(表2)術後各日の鎮痛剤追加使用回数とHV角の相関は、術後1日目のみ有意差を認めた。(表3)④術後5日目での装具歩行訓練は全例で開始可能であった。

### 考 察

術当日に過半数がFVAS0であったのは術中の麻酔の影響が大きいと考えられる。その一方でFVAS6以上の疼痛の表出と追加の鎮痛剤の使用は術当日が最も多く、以降術後2日目にかけて漸減している。しかし、図4より鎮痛剤を追加使用するFVASの程度に個人差が大きいことや結果③で明らかな有意差を認めていないことから、関連は低いものと考えられた。また、装具歩行の訓練は全例プロトコール通りに開始可能であったことから、疼痛が与える装具歩行への影響は低いこ

とが示唆された。対象の約半数が、外側軟部組織の解離を追加しているHV角40度以上の重度外反母趾であったが、今回の結果から、外側軟部組織の解離が術後の経過に与える影響は少ない事が示唆された。当院で術中に使用する坐骨神経ブロックの効果は約6時間程度であり、鎮痛剤の追加使用は術後2日目までである事から、疼痛による苦痛は術後3日目以降より緩和されると考えられた。従って、術後3日目を目安にADL拡大に向けた介入が可能であることが示唆された。

### 結 語

DOMO手術後の疼痛に関して調査した。①術前HV角と術後疼痛についての関連性は低い事が示唆された。②術後5日目に全例装具歩行可能であった。③ADL・セルフケア拡大に向けた積極的な看護介入は術後3日目からが適切であることが示唆された。

### 文 献

- 倉 秀治. 外反母趾の手術適応と手術治療. Orthopaedics. 2016 ; 29 : 33-40.

- 2) 日本整形外科学会, 日本足の外科学会, 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会, 外反母趾診療ガイドライン策定委員会: 外反母趾診療ガイドライン2014 改訂第2版; 2014.
- 3) 花岡一雄. 痛みの強さの測定ツール. 痛みのマネジメント update 2014; 143 (特別号): 10-1.
- 4) 大木秀一, 大畑秀穂. 基本からわかる看護統計学入門. 医歯薬出版株式会社; 2009.

## 変形性膝関節症に対する足底挿板療法

### —第3報：FTAの経年変化に関する検討—

## Shoe insole Treatment for Osteoarthritis of the Knee.

### —3rd report: Consideration about secular change of Femoro-Tibial angle—

<sup>1</sup>NPO オーソティックスソサエティー,

<sup>2</sup>戸塚共立リハビリテーション病院

<sup>1</sup>Nonprofit Organization of Orthotics Society

<sup>2</sup>Totsuka Kyoritsu Rehabilitation Hospital

内田 俊彦<sup>1</sup>, 東 佳徳<sup>2</sup>, 横田 裕樹<sup>2</sup>, 石川 早紀<sup>2</sup>, 久保 実<sup>2</sup>

Toshihiko Uchida<sup>1</sup>, Yoshinori Higashi<sup>2</sup>, Yuuki Yokota<sup>2</sup>, Saki Ishikawa<sup>2</sup>, Minoru Kubo<sup>2</sup>

**Key words** : 変形性膝関節症 (Osteoarthritis of the Knee Joint), 足底挿板療法 (Shoe Insole Treatment), 大腿骨脛骨角 (Femoro Tibial Angle), 経年変化 (secular change)

#### 要 旨

変形性膝関節症 (以下膝 OA) に対し, 観察による歩行分析を用いた靴と足底挿板による保存療法を行い, 大腿骨脛骨角 (以下 FTA) は病期を問わず, 改善可能である事を報告した. 今回6年から9年, 平均7年の中期の経過観察期間ではあるが, 6例12膝の FTA の経年変化に関して検討した. 4膝は5度以上の FTA の改善を示し, 8膝はほぼ変化無く進行はしていなかった. 靴と足底挿板による保存療法は, 根気よく定期的なチェックを行うことが出来れば有用な方法である.

#### 緒 言

我々は膝 OA の FTA は, 靴と足底挿板による保存療法で改善する事を報告した<sup>1)</sup>. 今回中期の経過ではあるが FTA の経年変化に関して検討したので報告する.

#### 対象及び方法

対象は6例12膝, 全例女性で, かつ内側型膝 OA である. 初診時年齢は57から77才平均69才, 経過観察期間は6年から9年平均7年である. 最終観察時の年齢は63から86才平均77才である.

FTAは裸足両脚立位下肢全長撮影を用いた. 撮影肢位は膝蓋骨正面位である. 大腿骨軸と下腿骨軸はそれぞれの近位と遠位の midpoint を結んで決定した. FTA の計測値は X 線撮影時の膝関節の回旋によってその値は変化する. 従って3度や4度と

(2018/10/31 受付)

連絡先: 内田 俊彦 〒100-0014 東京都千代田区永田町 1-11-4 永田町パレスサイドビル 1F NPO  
オーソティックスソサエティー  
tel 03-3595-4355 fax 03-3595-4356  
e-mail nikogabifoot7@gmail.com

表 1. 初診時年齢と最終診察時年齢, および FTA の推移

		初診時 年齢	最終経過 観察時 年齢	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年
症例 1	M.T 右	69	78	190			184	181	186	186	185	191	
	M.T 左	69	78	197			187	189	189	189	192	191	
症例 2	S.I 右	77	86	178		178		179		180		180	180
	S.I 左	77	86	186		186		187		188		188	188
症例 3	S.K 右	75	81	186			181	181	182	182			
	S.K 左	75	81	182			174	175	175	176			
症例 4	M.H 右	57	63	180		181		183	182	182			
	M.H 左	57	63	191		192		181	187	185			
症例 5	K.S 右	70	77	180		175		176	176	175	175		
	K.S 左	70	77	175		174		174	175	175	175		
症例 6	Y.S 右	68	74	180			176			176			
	Y.S 左	68	74	175			171			171			

■ 5度以上 FTA の改善を維持している例

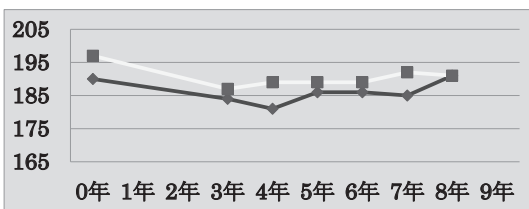
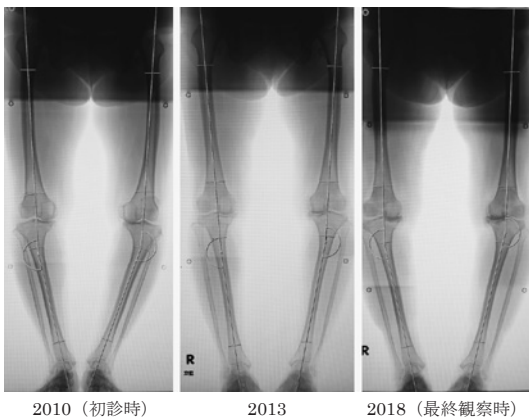


図 1. 症例 1 の X 線像と FTA の推移

いった角度は簡単に変化するため 5 度未満の角度変化は有意な変化とはせずに判断した. K-L 分類は I が 1 膝, II が 4 膝, III が 1 膝で IV が 6 膝と最

も多かった.

足底挿板は歩行姿勢の評価を行い作製した. 回外の動きが大きいと膝のスラスト, 骨盤帯及び体幹の側方移動を伴う動きが特徴である. 回内の動きが大きいと骨盤帯の内方スウェーに伴い体幹の側屈と肩甲帯の下制の動きを伴う事が特徴である. このように観察による歩行分析を行なった上で回外の動きであれば回内方向に, 回内の動きであれば回外方向に足部の動きを誘導し, 歩行姿勢の左右のバランスの改善を確認する. 外側楔状板のみを使用するという方法ではない. 使用した靴は足サイズ計測を行い全例で変更した. 全例が足底挿板療法を行うにあたり不適切な靴を履いており, それらは足サイズに適合していなかったり, 調節性のない靴であったりしたためである<sup>2)3)</sup>. 足底挿板作製後は 3~4 ヶ月に一度の割合で, 歩行姿勢の観察により足底挿板のパッドの高低, 靴の消耗度のチェックを行った.

被験者全員に対してビデオ撮影, X 線撮影の説明と同意を得た上で, 本研究は行われている.



a 調整前



b 調整後

図2. 症例1の歩行姿勢

aでは両回内の動き(左>右)が大きく、左右の立脚期に体幹の側屈と肩甲帯の下制の動きが大きい。調整後左右の立脚期における体幹の側屈と肩甲帯の下制の動きは少なくなり、左右のバランスが対称的になっていることがわかる。

### 結果及び一部症例呈示

表1に全例のFTAの推移を示す。

症例1 69才 治療開始3年後に左FTAは10度、右FTAは4年後に9度改善した。その後徐々

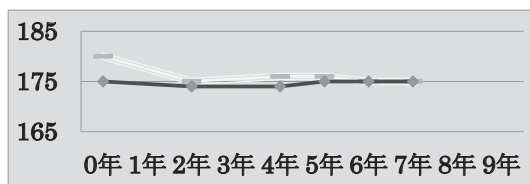
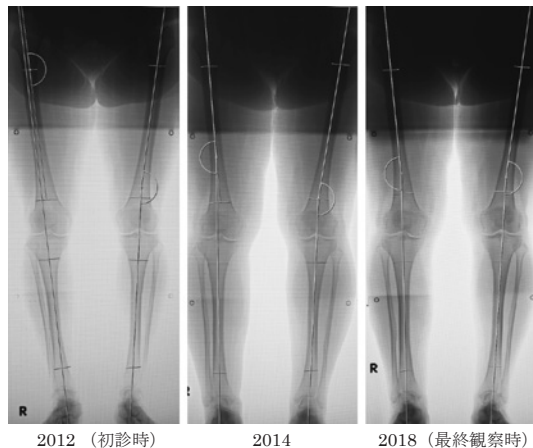


図3. 症例5のX線像とFTAの推移

に増加し8年後左右のFTAは同じとなっているが、左は6度の改善、右は治療開始時と同じ値となっている。図1にX線像およびFTAの推移をグラフで示す。初診より3年後のFTAは明らかに改善を示す。歩行姿勢は左右共に回内の動きが大きい例である。図2に足底挿板調整前後の歩行姿勢を示す。

症例2 77才 治療開始後FTAの変化はほとんどなく、左右差も変わらず9年経過している。歩行姿勢は左回外の動きが大きい例である。

症例3 75才 治療開始後3年でFTAは右5度、左8度の改善をみたが、最終診察時では左6度の改善を維持している。歩行姿勢は右回外の動きが大きい例である。

症例4 57才 治療開始後4年で左FTAは191度から181度と改善したが以後漸増し、治療開始後6年で185度と6度の改善状態となっている。右は治療開始時と変化はない。歩行姿勢は左回内の動きが大きい。

症例5 70才 治療開始後2年で右FTAは180



a 調整前



b 調整後

図4. 症例5の歩行姿勢

右回外の動きが大きいためaの調整前の右立脚期には骨盤帯、体幹の側方移動が大きく、相対的に左立脚期には体幹の左方向への移動量が少ない。bの調整後は右方向への移動量は少なくなり、左方向への移動量が増えて頭部は左に傾いているが、体幹の左右のバランスは均等になっている。

から175度となり以後7年後も同じ状態を維持している。左は変化なく経過している。図3にX線像及びFTAの推移をグラフで示す。歩行姿勢は右回外の動きが大きい。図4に足底挿板調整前後

の歩行姿勢を示す。

症例6 68才 治療開始後3年でFTAは左右ともに4度変化しているが、最終診察時には増減なく経過している。歩行姿勢は右回内、左回外の動きが大きい。

## 考 察

膝OAの疫学において、塩崎は男女702名の14年に渡るX線学的縦断研究で、X線像上全ての年齢で明らかな性差があり、女性は有意に頻度が高く、K-L分類I以上ではグレードが高くなるに伴いFTAも有意に増加し、X線グレードの経年的変化も7年後、14年後と何らかの変形性変化を有する膝は有意に進行していた、と報告している<sup>4)</sup>。

古賀らは34年にわたる75名(女性67名、男性8名)の長期縦断的疫学調査の自然経過から、膝OAのX線変化は男女とも年齢の上昇に伴い発症進行したこと。最終観察時の平均年齢79才においては男女ともすべての膝でOA変化を認めたが、発症に至らない例が女性で15.7%、男性で25.0%であったと報告している<sup>5)</sup>。

今回の検討において、最終経過観察時にFTAの5度以上の減少を維持した例が4例4膝あり、残りの8膝はFTAの明らかな増加を認めていなかった。6例12膝と少数例ではあるが7年間の経過においてわれわれの靴選びと観察による歩行分析を用いた足底挿板療法の有用性が示されたものと考ええる。

膝OAの疫学調査における歩行分析で、西野は進行度別に歩行動作を分析し、歩行速度・膝屈曲角の減少、スラストが特徴的であるが、回旋運動に関しては一定の見解はないと報告している<sup>6)</sup>。

(図5)垣花らは、外側楔状足底挿板は動的状態において膝OAの膝関節内反モーメントを減らす効果があるが、この様な作用機序が適合しない膝OAが2割程度存在すると報告している<sup>7)</sup>。この事はどちらも足部の動き、即ち歩行姿勢が一定では無いという事の証でもある。今回の例の中でも歩行姿勢は回内の動きが大きい例もあれば、回外の



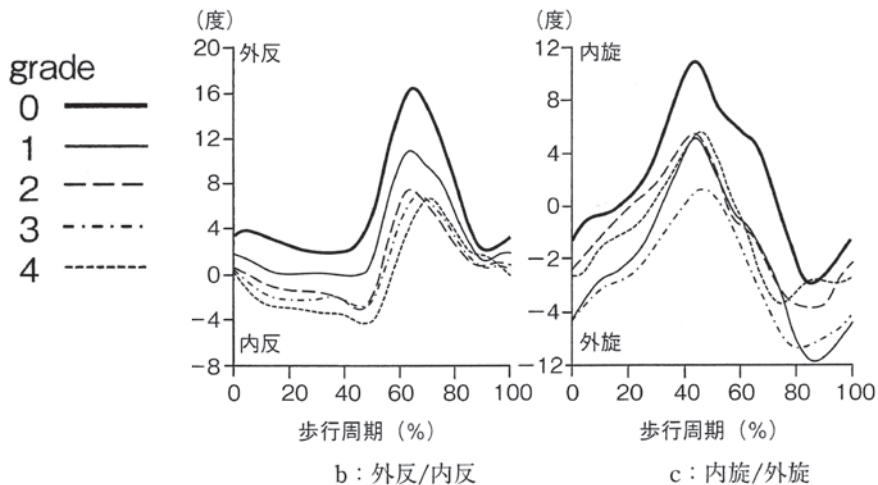


図5. 膝 OA1 歩行周期における女性の膝関節角度の平均波形  
文献5より抜粋

動きを示す例も混在していた。足底挿板を作製する上で重要な事はこの動きを捉える事であり、左右のバランスの崩れをなくす事が FTA の改善につながった事と考えている。膝 OA の足底装具イコール外側楔状板というのは、あまりにも短絡的すぎるといわざるをえない。加齢による筋力低下はこのバランスを崩す一因ともいえる。バランスを崩す原因として、靴もまた重要である。今回検討した症例では足計測を行った結果、全て靴は交換して足底挿板療法を行った。昨年の第2報で報告したように<sup>3)</sup>膝 OA 患者に足底挿板を処方する際には足部の合併変形にも注意をはらい、適切な靴の調製を同時に定期的に行わないと足底挿板による治療効果は得られにくい。靴を最初に合わせてそのままにしている様な保存療法には限界があるだろう<sup>8)</sup>。膝 OA 患者は病期を問わず足部形態の特徴として外反母趾を合併する事が多い。外反母趾患者の靴の選び方の問題点、即ち何処も当たらない大きい靴を選ぶ傾向は問題である。大きい靴は歩行速度の減少、余分な下肢の筋活動を増大する結果歩行姿勢のアンバランスを招来する。この状態を長い期間にわたって続けることが膝 OA を悪化させている一因であると考えられる。保存療法、

特に足底装具による治療で FTA が改善したという報告はない。足に合った靴選びや定期的な歩行バランスのチェックは膝 OA の保存療法で病期を問わずに行える方法であり、膝 OA の予防を考える上でも重要であると考えられる。

井上は予防に関して運動療法、装具療法、体重減少を含む自己管理が重要だとしている<sup>9)</sup>。予防を含め、保存療法も一時限りの治療を行うのではなく、根気よく長期にわたって靴と足底挿板の管理を行う必要がある。

JOA スケール、JSSF スケールは全例で行っていないため今回の発表での報告は省いたが、今後は追加していきたいと考えている。

## 結 語

6例12膝の膝 OA に対して行った足底挿板療法で平均7年間の FTA の推移の検討を行った。5度以上の改善が4膝にみられ、残りの8膝において進行はみられなかった。観察による歩行分析を用いた靴と足底挿板による保存療法は、膝 OA の病期を問わずに行える有用な方法であると考えられる。

## 文 献

- 1) 内田俊彦他. 変形性膝関節症に対する足底挿板療法—  
大腿骨脛骨角は改善するか—. 靴の医学 2016 ; 30 :  
147-53.
- 2) 内田俊彦他. 歩行リハビリテーションにおける我々の  
足底挿板療法. 靴の医学 2010 ; 24 : 66-71.
- 3) 内田俊彦他. 変形性膝関節症に対する足底挿板療法—  
第2報:靴, 足部変形, 足サイズに関する検討—. 靴  
の医学 2017 ; 31 : 21-5.
- 4) 塩崎浩之. 変形性膝関節症の横断的および縦断的疫学  
研究. 新潟医学会雑誌 1999 ; 113 (5) : 269-81.
- 5) 古賀 寛他. 縦断的研究による X 線所見の変化:大規  
模集団検診による疫学調査から. Bone joint Nerve  
2016 ; 6 (3) : 481-4.
- 6) 西野勝敏他. 膝 OA の疫学調査における歩行分析. 運  
動器リハビリテーション 2015 ; 26 (1) : 21-7.
- 7) 垣花 渉他. 変形性膝関節症に対する装具療法の裏づ  
け—足底板の動作解析から. 臨床リハビリテーション  
雑誌 2007 ; 16 : 456-61.
- 8) Kim Bennell, et al. Lateral wedge insoles for medial  
knee osteoarthritis : 12month randomized controlled  
trial. BMJ 2011 ; 342.
- 9) 井上 亮他. 変形性膝関節症の発生源因及び予防に関  
する疫学的研究. Bone joint Nerve 2012 ; 12 (1) : 11-  
8.

シンポジウム

足部の三次元的な形状変化とフィッティングを考える  
—フルマラソン走破前後での足部の形状変化とその回復について—

Alteration in footwear fit by changing in foot shape

芝浦工業大学 工学部

College of Engineering, Shibaura Institute of Technology

深野 真子

Mako Fukano

**Key words** : 足部形態 (Foot posture), フィット性 (fitting)

要 旨

足部の三次元的な形態を正確に把握することは、足部と適合性の高いスポーツシューズを設計する上で重要な情報になると考えられる。足部に起こる靴擦れを予防する観点からも、とりわけ運動時間が長く同じ動きを繰り返すフルマラソンにおいてシューズのフィット性は重要な検討事項であると考えられる。

本稿では、マラソン走破前後の足部形態の変化とその回復についての研究を紹介し、スポーツシューズのフィッティングに関する新たな課題を示す。

はじめに

本稿は第32回日本靴医学会学術集会で行われたシンポジウム「ランニングシューズに求められる機能と靴医学的課題」の発表内容を元に執筆したものである。

足部形態

足部の三次元的な形状を正確に把握することは、足部と適合性の高いスポーツシューズを設計するために重要な情報となりえる。ヒトの足部の形状は、成人であっても一定ではなく、荷重負荷によるアーチの低下や浮腫の発生などによりわずかに変動することが知られている。

運動と足部の形態の変化

運動による足部の形状や体積の変化は、35kmのランニングトレーニング<sup>1)</sup>やハーフマラソン<sup>2)</sup>、2時間のバレーボールの練習<sup>3)</sup>を対象とした報告があり、運動後に足部アーチの低下が起こる<sup>1)</sup>、足部の回内傾向が大きくなる<sup>2)</sup>、足部の体積が減少する傾向がある<sup>3)</sup>ことなどが報告されている。フルマラソン走破による足部形態・形状の変化についてはこれまでに報告がない。

フィット性と靴擦れ発生についての仮説

運動で起こる足部形状の変化は、外傷性水疱(水脹れ・マメを含むいわゆる靴擦れ、以下：靴擦れ)発症の原因のひとつと予測される。

靴擦れはランニングにおいて比較的高頻度で起

(2018/11/27 受付)

連絡先：深野真子 〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作 307 芝浦工業大学 工学部  
Tel 048-720-6442  
E-mail fukano@shibaura-it.ac.jp

こる外傷であり、マラソンレース中およびレース後にメディカルテントを訪れた理由を調べた研究においては、その0.2~39%が靴擦れによるものであった<sup>4)</sup>と報告されている。靴擦れなどの皮膚のトラブルは骨格筋の外傷・障害と比較して軽視される傾向があるが、痛みを回避するための代償動作が起こる可能性があり、靴擦れがある者は膝関節のオーバーユース障害を起こす可能性が高い<sup>5)</sup>と報告されていることから予防が重要と考えられる。

靴擦れの主な発生要因は、足部とシューズの適合性が低いことによると考えられている。しかしながら、日頃のトレーニングで使用しているシューズを着用している場合であっても靴擦れを発生することがあることから、単なる形状の適合性だけの問題でなくランニング中に足部形態に変化が生じてフィッティング状態が変化することが発生要因のひとつとなると考えた。例えばマラソンの場合、スタート前にシューズを履きシューレースを結ぶ。一旦スタートすると、シューレースが解けるなどのアクシデントがない限り再びシューレースを結び直すことは無い。そのため、ランニング中に生じた足部形態の変化により、シューズ内でわずかなスペースがうまれて摩擦が生じたり、圧迫が起こったりする可能性があるとして予測した。

### マラソン走破と足部形態の変化

図1はマラソン走破前後の足囲（中足趾節関節の周径囲）・足背高（足長の55%位置での床面から足背部までの高さ）および体積（足底から10センチの高さまで）の変化を示したグラフである。マラソン走破直後は、足囲は有意に減少し、足背高および体積は減少傾向であった。これらの値はマラソン走破の翌日に有意に上昇し、その後8日後にかけて低下した<sup>6)</sup>。大学陸上長距離選手を対象とした研究において、35kmのランニング後に足背高と体積が有意に減少した<sup>1)</sup>と報告されている。これらから、長距離ランニングを行うと足部のサ

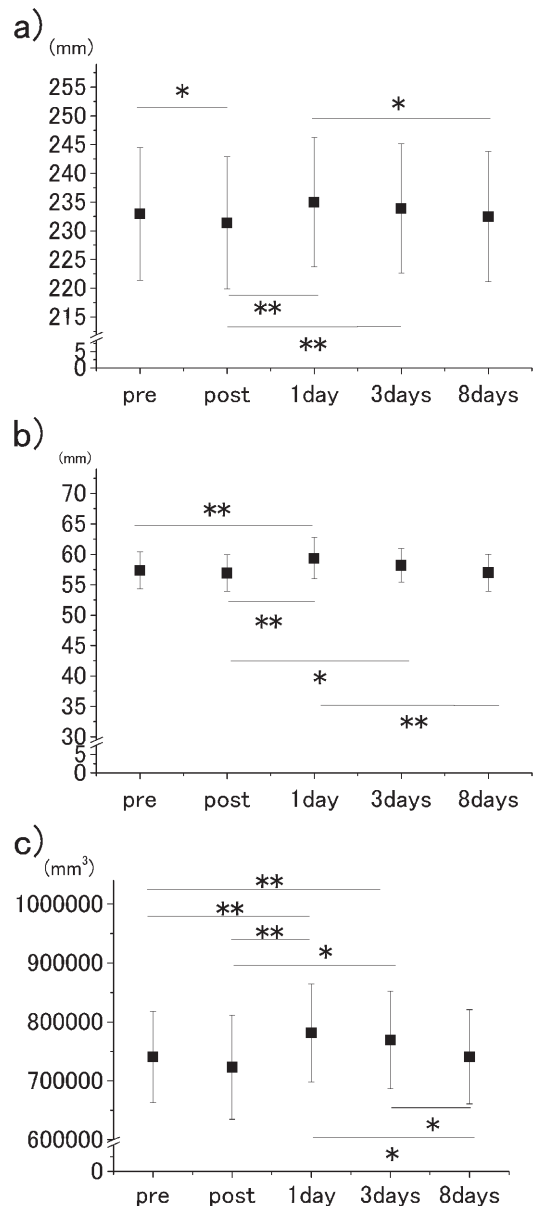


図1. マラソン走破前後の足囲 a)・足背高 b)・体積 c) の変化 (文献6) より引用して作図).

\* :  $P < 0.05$ , \*\* :  $P < 0.01$ .

イズは浮腫みにより大きくなるのではなく、反対に小さくなる傾向にあることが示された。そのため、レース後半ではシューズに対して足部がわずかに緩い状態となり、シューズ内での足部の微小な滑りが生じることが予測され、靴擦れの一因と

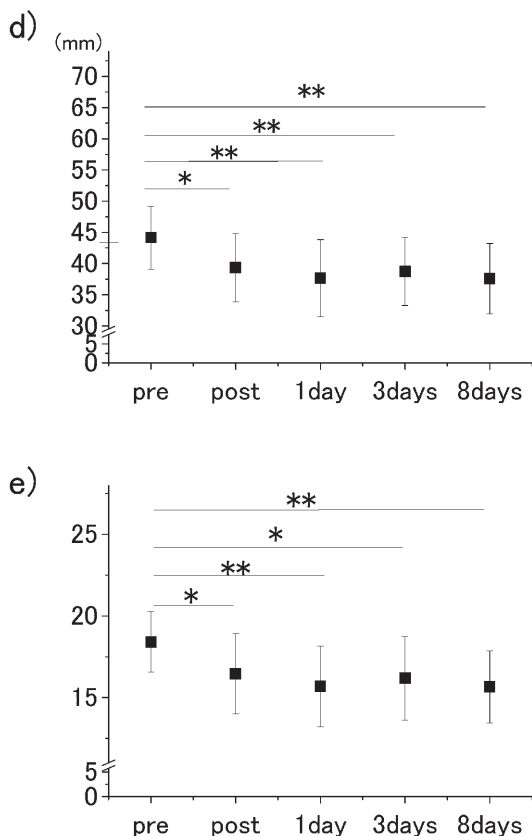


図2. マラソン走破前後の舟状骨高 d)・アーチ高率 e) の変化 (文献6) より引用して作図).  
\* : P<0.05, \*\* : P<0.01.

なり得ることが考えられた。またフルマラソンの後半においては、サイズの変化に加えて発汗によりシューズ内・ソックスおよび皮膚表面の湿度上昇が起り、より摩擦が生じやすい環境となるため、サイズの変化が起こった場合に容易に靴擦れ発生につながることも予測された。

図2はマラソン走破前後の舟状骨高 (床面から舟状骨までの高さ) およびアーチ高率 (舟状骨高/足長×100) の変化を示したグラフである。舟状骨高とアーチ高率は、マラソン前と比較してフルマラソン走破直後・1日後・3日後・8日後に有意に

低下した<sup>6)</sup>。このことより、フルマラソン走破後はアーチアライメントの回復に1週間以上の時間が必要であることが明らかとなった。

この研究から、足部ではサイズの変化とアライメントの変化が同時に起こることが分かった。そのため、長距離を走るためのランニングシューズのフィット性について考える場合、一歩毎の荷重負荷によるアーチ低下などの形態変化に加え、運動時間の経過に伴って徐々に起こる足部形態の変化も考慮に入れる必要があると考えられた。

### まとめ

ヒトの足部形態は、フルマラソン走破により変化する。シューズと足の適合性を考える場合に、運動中の足部形態の変化という視点を加えることにより、よりフィット性が向上する可能性が考えられた。

### 文 献

- 1) Cowley E, Marsden J. The effects of prolonged running on foot posture : A repeated measures study of half marathon runners using the foot posture index and navicular height. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013 ; 6 : 773.
- 2) Fukano M, Iso S. Change in foot shape after long-distance running. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2016 ; 1 (1) : 30-8.
- 3) Chalk PJ, Mcpoil T, Cornwall MW. Variations in foot volume before and after exercise. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 1995 ; 85 (9) : 470-2.
- 4) Mailler-Savage EA, Adams BB. Skin manifestations of running. *J Am Acad Dermatol*. 2006 ; 55 (2) : 290-301.
- 5) Van Tiggelen D, Wickes S, Coorevits P, et al. Sock Systems to prevent foot blisters and the impact on overuse injuries of the knee joint. *Mil Med*. 2009 ; 174 (2) : 183-9.
- 6) Fukano M, Inami T, Nakagawa K, et al. Foot posture alteration and recovery following full marathon run. *Eur J Sport Sci*. 2018 ; 18 (10) : 1338-45.

シンポジウム

## パンプスの靴売場動向と正しい靴認識を育てるために 靴医学界に求めたいこと

Considering the sales trends of high heel pumps,  
asking the medical society to nurture the right knowledge of shoes

靴ジャーナリスト  
Shoes Journalist

大谷 知子  
Tomoko Oya

**Key words** : ハイヒール (high heel), パンプス (pumps), 靴知識 (Knowledge of shoes), 啓蒙 (Edification)

### 緒 言

靴とは、何か。第一義は、歩くための道具である。この第一目的を果たすだけでいいなら、事は簡単だ。しかしながら同時に求められるのが、自分をどのように見せたいか、あるいは社会が求めているイメージに沿わせる演出具としての要素である。

後者が、靴に文化的要素を与えているが、平易に言うなら、前者は機能性、あるいは履き心地の良さ。後者はファッション性、あるいはデザイン性だ。

機能性とファッション性の両立は、靴の永遠のテーマだが、ファッション性の靴は、マーケットに存在し、機能性を構成する要素の一部は、靴医学に関わっている。そしてファッション性と言った時、その象徴のように言われるのは、ハイヒール・パンプスだ。

ハイヒールを中心としたパンプスの昨今の売場動向から、ファッション性と機能性の両立に、靴医学が果たせる役割があるか否かを探る。

なお、この稿は、第32回日本靴医学会学術集会における、シンポジウム「ファッションシューズに求められる機能と靴医学的課題」のシンポジストとしての発言を、論考の形にまとめたものである。

### 初めに

ヒールとは、足の踵 (heel) の下に当たる部位に取り付ける部品のこと。従って高さ1センチでもヒールであるが、高さ、特にシルエットには多くのバリエーションがある。従って単にヒール靴と言ったのでは、どのような靴かを特定することはできず、かつ高さによって、機能や履き心地に与える影響は異なる。

そこで何を論じているかを明確にするために、靴業界で一般通念として通っている、高さの呼称を明らかにしておく。

- ・ローヒール (low heel = 低寸) : 3cm 以下
- ・ミドルヒール (middle heel = 中寸) : 5cm 前

---

(2018/12/5 受付)

連絡先 : 大谷知子 〒361-0067 埼玉県行田市下池守  
483-1  
E-mail oya@obring.jp





図 1. 快適機能搭載パンプスとは…

後を中心に 3cm 超えから 7cm 未満

- ・ハイヒール (high heel=高寸) : 7cm 以上

また、パンプスとは、紐やベルトなどの留め具がなく、足を滑り込ませるように履くタイプの靴のこと。

ここで論じるのは、7cm 程度を中心とし、一部に 6cm 程度も含むヒール高のパンプスであり、これを「ハイヒール・パンプス」と表記する。

#### 売場動向①

婦人靴売場において、ハイヒール・パンプスは、品揃えに欠かせない商品だ。なぜなら働く女性にとって、紳士靴で言えば、ビジネスシューズ的なオフィシャルシューズであるからであり、「働く」というシーン以外でも、きちんとしたといった印象を与えられる、あるいはそう信じられている靴だからである。

そのハイヒール・パンプスの昨今の傾向は、快適機能搭載だ。その機能とは、以下のようなものだ (図 1)。

- ・中底の上に低反発などの高機能素材を敷く、あるいは中敷の裏に貼り付けるなどして、足底に掛かる圧を軽減
- ・中敷にアーチ・サポートを目的としたジェル製などのパッドを取り付ける
- ・中敷自体を立体形状にしてアーチ・サポートや踵を靴内で安定させるなどの機能を持たせる
- ・前足部に低反発材やジェルなどを挿入し、前

足部に掛かる圧を低減

- ・中敷に吸湿性の高い素材を使用、または貼り付けるなどして靴内の蒸れを防止

この他、本底に衝撃吸収性の高い素材を使用するなどもあるが、主には靴内に圧分散や衝撃吸収の機能を持った素材を使用することで、快適性を実現しようとするものであり、多くは 2 ヶ所以上に、こうした素材を使用している。

こうしたハイヒール・パンプスが登場してから 10 年近くが経過したと思われるが、今や、こうした機能搭載がハイヒール・パンプスに不可欠な仕様とされるほど市民権を得ている。

#### 売場動向②

ここ数年、目立ち始めているのが、イージーオーダーを含むサイズ展開物だ。

婦人靴のサイズレンジは通常、足長 21.5、もしくは 22.0~24.5、もしくは 25.0cm。これから外れた足長は、イレギュラーサイズとなり、スモールやビッグサイズとしての展開になる。また足囲は、一般的には E、太めが EE、またやや細いのが D。通常、販売されているのは、これらの 3 足囲だが、一つの足長に対して二つ以上の足囲が用意されているものは、まずない。また 3E 以上は、「幅広だから履き易い」などといったコピーをつけて打ち出されているが一般的だ。

これに対し、サイズ展開物は、JIS 靴サイズ表に規定された婦人靴サイズを足長、足囲の両方でほぼカバーするサイズを揃えている。

JIS 婦人靴サイズは、足長 16 種 (5mm 等差で 19.5~27.0cm)、足囲 9 種 (A, B, C, D, E, EE, EEE, EEEE, F) を定めている。これをすべて揃えると 144 種となり、既製靴としてサイズ在庫を積んで販売すると在庫負担が高くなり過ぎるため、フィッティング用サンプルを揃え、イージーオーダー方式で販売するものもある。

ヒール高は、数種から選べるシステムになっているが、6cm、あるいは 7cm と、ハイヒールの領域に入る、あるいは近い高さをカバーしているの



図2. 「i/288」を展開する売場

が通常だ。それだけハイヒール・パンプスの需要が高いと言えよう。

そもそも日本において、靴が健康に影響を及ぼすことが知られるようになったのは、1980年代半ばのことだ。女性の社会進出が進み、オフィシャルシューズとしてハイヒール・パンプスを日常的に履くようになり、その結果、足を傷める例が増えた。その状況を象徴したのが、外反母趾だったが、外反母趾でも履ける靴、外反母趾にならない靴、これがコンフォートシューズ、あるいは健康靴への注目を引き出し、さらに整形靴技術が紹介されるに至った。日本靴医学会の創立は、1987年だが、まさにこうした状況に対する医学界の対応だった。

サイズ展開物に話を戻すと、こうしたパンプスが最初に売場に登場したのは、上記の時。いわば足の健康への注目の黎明期だった。次は、1990年代後半。そして近年が、3回目になるが、そのきっかけは、「i/288（ニーハチハチ分のアイ）」(図2)と言える。

「i/288」は、(一社)日本皮革産業連合会(皮革産)が経済産業省の肝いりで2011年から取り組んだ「足入れの良い革靴プロジェクト」から生まれたものだ。

同プロジェクトの目的は、

- ・最初に履いたときのフィット感が良い
- ・長く履いてもフィット感が損なわれない

・特定個人にピッタリ合う靴ではなく、集団に対して一定以上の適合性を持つ靴

以上を備えた靴の開発によって、最終的には「足入れが良く、作りが良い日本製革靴の品質管理とブランド化を通じ、『足入れの良い革靴』の新市場形成」とした。

これに取り組んだ結果、一定以上の適合性を実現させるには、二つの足型への対応が必要という結論に至り、JISの足長16種×足囲9種×2足型で288通りのフィッティング・バリエーションとなり、「i/288」となった。

また前記の通り、最終目的は「ブランド化」を通じた「新市場の形成」であることから、百貨店での期間限定ショップによる販売実証も行われた。すると、好実績を上げた。

この事実が、サイズ展開物が売場に広がるインパクトになったと思われる。

## 二つの売場動向事例が意味するもの

売場動向①で示した快適機能搭載パンプスの背景にあるのは、“ハイヒール・パンプスは、足が痛い”という事実だ。低反発材やジェルによるつま先などに掛かる荷重や衝撃の吸収は、ハイヒールの機能的マイナスを軽減し、ファッションと機能性の両立を実現しているとも言える。

しかし低反発材は、ヘタリが全くない訳ではない。足を入れた瞬間はフワッとした感覚が心地よく、購買を決定を促しても、履き続けるうちに痛いハイヒールになってしまう可能性を孕んでいる。

つまり、低反発材などを搭載することは、ファッション性と機能性両立の決定打では決していない。

売場動向②は、例えば“足が細くて合う靴がない”といった声に応えるものだ。

しかし「i/288」が好評価を得たのは、288ものバリエーションを揃え、フィット性をアップさせたことだけが要因ではないと思われる。

「i/288」開発過程において、足入れの良さ＝フィット性の良さで実績のある靴型を選び出し、その靴型で数社が試作したところ、出来上がった



図3. 「革靴基準品質認証」パンプスの靴型、革中底、及びトップライン・ゲージ

パンプスは、それぞれが足入れ、すなわちフィッティングが異なった。靴製造は、パンプスに限らず、同じ靴型で製造しても、釣り込みの強さ、靴型を入れておく時間、またアッパーの材質が変わっても、足入れは変わる。靴づくりは、それほど微妙なものだ。

「i/288」は、この事実を教訓に、どの靴メーカーが製造しても同じ足入れになるように製靴法の標準化に取り組み、実現している。

その製靴法は、以下のようなものだ。

「i/288」の靴型は、靴内での足の前滑りを防ぐため、底面の踵部が丸く、かつアーチが深いが、中底が靴型底面にピッタリと沿わないとフィットに悪影響を及ぼすため、「i/288」専用の革中底を製作し、その取り付け方を細かく規定し、規定通りに取り付けたかをチェックするため、靴型と中底にQRコードを付けている。またトップライン・ゲージを製作し、トップラインがゲージの±1mm以内に納まるようにすることによって、釣り込みの標準化を図るなどだ(図3)。

「足入りの良い革靴プロジェクト」は、皮産連から全国の革靴製造業者組合の統合団体である全日本革靴工業協同組合連合会(全靴協連)に引き継がれ、現在に至っているが、「i/288」の製靴法は、全靴協連の「革靴基準品質認証」事業に引き継がれている。

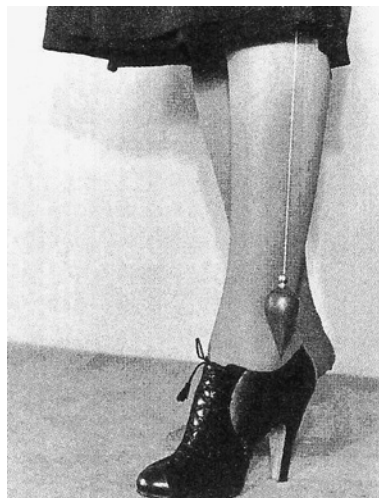


図4. サルヴァトーレ・フェラガモ自伝『夢の靴職人』(文藝春秋・1996年刊)に掲載の、体重が垂直にヒールに掛かっていることを示す図版

「i/288」の好販売実績が、履き心地の良さに基づくものならば、288ものサイズ・バリエーションもさることながら、製靴法標準化の取り組みにより、靴の基本的な品質が担保されているからであることに注目しなければならない。

#### まとめ

イタリアを代表するラグジュアリーブランドの一つ「サルヴァトーレ・フェラガモ」は、靴から発祥し創業者サルヴァトーレ・フェラガモは、優れた靴職人だった。彼は、貧しい家に生まれ育ち、小学校卒業程度の学歴しか有していないが、靴づくりを極めるために大学の教室に通い解剖学や整形外科学を学んだ。自伝には、小児麻痺によって歩くことが不自由な子どもを、靴によって歩けるようにした逸話が書かれている。そして美しく、履き心地の良いハイヒールは、いかにしたら作れるかを探究したが、ヒールが垂直に体重を受け止めなければならないという結論に達した(図4)。これが示すのは、靴をいかに製造するかが、履き心地に大きな影響を及ぼすという事実だ。

高機能素材によって足への圧や衝撃を軽減して

も、ヒールの取り付け位置が正しくなかったら、果たして快適に歩けるのだろうか。

足が前滑りを起こさないように配慮し設計された靴型であっても、釣り込みが甘かったとしたら、靴型の狙いは、果たして履き心地に反映されるのか。

この反問の答えは、否であるが、ヒールの正しい取り付けや釣り込みの精度は、ハイヒール・パンプスに限らず靴の基本品質に関わることであり、セールスポイントになりにくく、そもそもこの品質は、見えず、短時間の試し履きでは感じにくい。

消費者は、わが国における靴の歴史が短いことに起因する靴というものの認識の低さが相俟って、軽い、柔らかいといった快適を容易にイメージできる言葉に反応しやすく、足を入れた瞬間の心地良さを、履き心地が良いと誤認しがちだ。

そして認識の低さや誤認から基本品質の低い靴を履き続けると、いずれは足を傷めることは、容易に想像がつく。

だとしたら、靴の履き心地を決めるのは、適正に製造されているという基本品質の高さであることを消費者に伝え、正しい靴認識を育てることが、足を傷めることを予防する。

予防医学の見地に立てば、こうした啓蒙活動にこそ、靴医学の役割があり、その活動が、靴医学の存在を、社会に広めることにも繋がる。

これをシンポジウムのテーマ「ファッションシューズに求められる機能と靴医学的課題」に即して言うなら、基本品質を高めることがファッションシューズの機能を担保し、基本品質の重要性を広報することが、本学会のテーマである「機能する靴は美しい」を実現する。

シンポジウム

ランニングにおけるシューズの運動学的、  
生理学的効果とランニング関連障害への影響

Kinematic and physiological effects of shoes in running and  
their influence on running injuries

<sup>1</sup>立川病院整形外科

<sup>2</sup>慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

<sup>3</sup>慶應義塾大学大学院

<sup>1</sup>Department of Orthopedic Surgery, Tachikawa Hospital

<sup>2</sup>Sports Medicine Research Center, Keio University

<sup>3</sup>School of Medicine, Keio University

小久保哲郎<sup>1</sup>, 橋本健史<sup>2</sup>, 太田友彦<sup>3</sup>

Tetsuro Kokubo<sup>1</sup>, Takeshi Hashimoto<sup>2</sup>, Tomohiko Ota<sup>3</sup>

**Key words** : ランニングシューズ (Running shoes), 裸足ランニング (Barefoot running), ミニマルシューズ (Minimal shoes), クッションシューズ (Cushion shoes), ランニング関連障害 (Running related injury)

要 旨

ランニングシューズは進化し続けているが、ランニング関連障害は減少していないと言われている。近年、踵にクッションがある従来型のシューズに対してベアフットランニングやミニマルシューズが流行したこともあり、多くの比較研究が行われている。本稿ではランニングシューズの運動学的効果、生理学的効果、障害予防効果についてメタ解析論文を中心に文献的に調査した。その結果、従来のシューズに比べてミニマルシューズでは前足部接地となつて膝への負担が減り、酸素消費を減らす効果が期待できる。一方で足への負荷が増えて足部障害が起こるリスクがある。現

時点ではシューズによるランニング関連障害の予防効果は証明されていない。

はじめに

ランニングシューズはここ数年で大きな変化を見せている。従来は踵にクッション機能の付いたランニングシューズが多用されていたが、2000年代後半以降、ベアフットランニングやミニマルシューズの流行がみられた。2010年代に入って、従来型のランニングシューズとベアフットやミニマルシューズとの比較研究が多数行われるようになり、その違いが明らかになってきている。さらに近年、厚底シューズを履いた選手がマラソンや駅伝で好記録を出して、注目されている。

本稿では、ランニングシューズの歴史を概観し、その種類や機能について説明する。また、ランニングシューズの運動学的、生理学的効果およびランニング関連障害 (Running related injury 以下

(2018/12/14 受付)

連絡先 : 小久保哲郎 〒191-8531 東京都立川市錦町  
4-2-22 立川病院

Tel : 042-523-3131 Fax : 042-523-3131

E-mail : tetsu@ta3.so-net.ne.jp



RRI) の予防効果に注目して文献的に調査したので概説する。

### ランニングシューズの歴史

1972年に踵にクッション機能の付いたNikeのワッフルソールが発売され、1970年代のジョギングブームを作り、踵について走るフォームが主流となったと言われている。さらにNikeはクッション効果を上げるエアをソールに埋め込み、1980年代にアシックスは衝撃吸収システムGELを発売している。いかに衝撃を吸収するかという技術の開発競争が行われ、衝撃吸収機能に優れたシューズが市場に多く出ることになるが、RRIは減っていないことが指摘されるようになった。

2004年にNikeはそれまでクッション効果を高めてきたランニングシューズと逆のベアフットに着目してFreeシリーズを発売した。2009年にクリストファー・マクドゥーガルの『ボーン・トゥ・ラン』が刊行されてベストセラーとなり、2010年代前半にはベアフットランニングやミニマルシューズの流行がみられた。

一方で2013年にAdidasがクッション効果をさらに高める機能を搭載したBOOSTシリーズを発売した。さらに2015年にAdidasは3Dプリンターを使用してオーダーメイドシューズを発売している。2017年にはNikeがVaporFly 4%を発売してマラソン、駅伝で好記録が続出しており、現在この厚底シューズが注目を集めている。

### ランニングシューズの種類

ミニマルシューズとマキシマムシューズの違いはstack heightとheel toe dropで大まかに分けられる。前足部と踵部のstack heightの差をheel toe dropという。(図1) Coetzeeら<sup>1)</sup>は重さが200g以下、Heel Stack Heightが20mm以下でHeel Toe Dropが7mm以下の柔軟な靴をミニマルシューズと定義しようと提唱している。

### ランニングシューズの効果

ランニングシューズに期待される効果を見ると、①運動学的、②生理学的、③障害予防がある。一般的に、運動学的効果は衝撃力や関節角度、モー

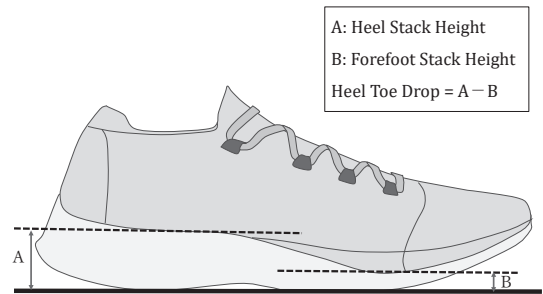


図1. Stack HeightとHeel Toe Drop

メントなどを計測し、生理学的効果は酸素消費量、最大酸素摂取量やエネルギーコストを計測して評価される。障害予防はRRIの発生率によって評価されている。

#### ①運動学的効果

運動学的効果を調べた研究のメタ解析論文はHallら<sup>2)</sup>のベアフットと靴を比較したものとTanら<sup>3)</sup>のMBTシューズと標準シューズを比較した研究がある。Hallらのメタ解析の結果は裸足の方が靴を履いて走った場合よりも垂直衝撃力が有意に低いという結果であった。また、裸足の方が足、足関節の背屈が有意に小さくなり、膝関節の屈曲が有意に大きかった。この結果から接地時の衝撃力は裸足の方が少なく、膝への負担が少ないと考察している。MBTと標準シューズを比較した論文をメタ解析したTanらは、MBTではストライドが有意に小さくなると報告している。

#### ②生理学的効果

生理学的効果を調べた研究のメタ解析論文はFullerら<sup>4)</sup>のベアフットと靴の重さと種類で比較したものと、Cheungら<sup>5)</sup>の裸足とミニマルシューズと標準シューズを比較した研究がある。Fullerらは靴の重さに応じて酸素消費が増大して大きくなり、ミニマルシューズの方が従来のシューズより酸素消費量が有意に少なかったと報告した。Cheungらは、裸足やミニマルシューズでは従来のランニングシューズより酸素消費量が少なくなり、理論上パフォーマンスがよくなると報告し、その原因として裸足やミニマルシューズでは前足



表

下肢ランニング障害	病名
膝関節の障害	膝蓋大腿関節障害 腸脛靭帯炎
下腿の障害	シンスプリント 脛骨疲労骨折
足部・足関節の障害	アキレス腱障害 足底腱膜炎

部接地になり、ストライドと接地時間が減るためであると考察している。

### ③ RRI の予防効果

下肢の主な RRI は表のとおりである。Yeung ら<sup>6)</sup>は、9 週間の軍訓練に際して行った 2 つの研究をメタ解析した結果、足部形態に基づいて選択したシューズと通常シューズでは RRI の発生率に有意差はなかったと報告した。Knapik ら<sup>7)</sup>は 2016 年のレビューでミニマルシューズと従来型のシューズを比較した 4 つの研究を取り上げ、2 つは全く反対の結果であり、2 つは有意差がないとして靴の影響は不明であると述べている。Altman ら<sup>8)</sup>は裸足と靴を比較して靴を履いた方が膝や股関節の障害が多かったが、走行距離で調整すると RRI の発生に差はなかったと報告している。

一方、Johnson ら<sup>9)</sup>はミニマルシューズを履いた方が 10 週間のトレーニング後に母趾外転筋量が增大しており、ミニマルシューズでトレーニング後に MRI で骨髄浮腫を認めたケースでは足部内在筋量が有意に少ないことを報告した。ミニマルシューズでは足部・足関節に負荷がかかるため、筋力が弱いと障害の原因になると言及している。

### 厚底シューズについて

2018 年 9 月 13 日、ベルリンでエリウド・キプチョゲ選手が 2 時間 01 分 39 秒のマラソン世界最高を記録した。キプチョゲは 2017 年にイタリアで行われた Breaking2 プロジェクトでも 2 時間 00 分 25 秒で走っている。このレースでキプチョゲが履いていたのは Nike の厚底シューズ VaporFly 4% である。2018 年 2 月の東京で当時日本最高を出した設楽裕太選手も、同年 9 月のシカゴで日本最高

を更新した大迫傑選手もこの Nike VaporFly 4% を履いて記録を達成している。

Hoogkamer ら<sup>10)</sup>は、カーボンファイバープレートをミッドソールに内蔵した Nike のプロトタイプシューズのエネルギーコストの比較研究を報告している。同社の標準シューズとして Nike Zoom Streak 6 とアディダスの adizero Adios BOOST 2 に比べてエネルギーコストを約 4% 低下させると述べている。Gregory ら<sup>11)</sup>はカーボンファイバー製の足底板を用いた研究で標準インソールよりも垂直跳びとスプリントで有意差を認めたと報告している。

この厚底シューズやカーボンファイバー製のインソールが競技力を向上させる効果は研究室でも、実際のレースでも確認されており疑う余地はないが、RRI の発生に関するデータはまだない。運動学的な評価もまだ研究報告がないため、どのようにランニングフォームが変化しているのか今のところ不明である。ランニング障害を増やさないかという懸念は払拭できない。おそらく今後数年で運動学的効果や障害予防に関する研究が報告されるようになるだろう。

## 結 語

ミニマルシューズ、ベアフットシューズは膝への負担を減らして、酸素消費も減らすが、足部足関節への負荷は増えるため、筋力の弱いランナーが急激に変更すると障害を発生する可能性がある。衝撃吸収材やミッドソールの機能は進化しつつあり、競技力を強化するシューズが開発されているが、障害発生に関しては不明である。

## 文 献

- 1) Coetzee DR, Albertus Y, Tam N, et al. Conceptualizing minimalist footwear: an objective definition. *J Sports Sci* 2018; 36: 949-54.
- 2) Hall JPL, Barton C, Jones PR, et al. The biomechanical differences between barefoot and shod distance running: A systematic review and preliminary meta-analysis. *Sports Medicine* 2013; 43: 1335-53.
- 3) Tan JM, Auhl M, Menz HB, et al. The effect of Masai

- Barefoot Technology (MBT) footwear on lower limb biomechanics : A systematic review. *Gait Posture* 2016 ; 43 : 76-86.
- 4) Fuller JT, Bellenger CR, Thewlis D, et al. The effect of footwear on running performance and running economy in distance runners. *Sports Medicine* 2015 ; 45 : 411-22.
  - 5) Cheung RT, Ngai SP. Effects of footwear on running economy in distance runners : A meta-analytical review. *J Sci Med Sport* 2016 ; 19 : 260-6.
  - 6) Yeung SS, Yeung EW, Gillespie LD. Interventions for preventing lower limb soft-tissue running injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011.
  - 7) Knapik JJ, Orr R, Pope R, et al. Injuries And Footwear (Part 2) : Minimalist running shoes. *J Spec Oper Med.* 2016 ; 16 : 89-96.
  - 8) Altman AR, Davis IS. Prospective comparison of running injuries between shod and barefoot runners. *Br J Sport Med.* 2016 ; 50 : 476-80.
  - 9) Johnson AW, Mitchell UH, Hunter I, et al. The effects of a transition to minimalist shoe running on intrinsic foot muscle size. *Int J Sport Med.* 2016 ; 37 : 154-8.
  - 10) Hoogkamer W, Kipp S, Frank JH, et al. Comparison of the energetic cost of running in marathon racing shoes. *Sport Med.* 2018 ; 48 : 1009-1019.
  - 11) Gregory RW, Axtell RS, Robertson MI, et al. The effects of a carbon fiber shoe insole on athletic performance in collegiate athletes. *J Sport Sci.* 2018 ; 6 : 219-30.

教育講演

ハイヒールの素晴らしさについて  
～予防医学に通じる「歩き方」と「靴の履き方」の  
重要性について～

Advantages of wearing high heels

—The importance of educating the right way of wearing and  
walking in high heels to prevent health problems—

一般社団法人日本ハイヒール協会 代表理事

General Incorporated Association Japan High-heeled Association Representative Director

マダム由美子

Madame Yumiko

**Key words** : ハイヒール (high-heeled), バレエ (Ballet), ルイ 14 世 (Louis XIV of France),  
歩き方 (walking)

要旨要約

近年、ハイヒールは女性のファッションアイテムとして広く受け入れられ、10代から中高年まで幅広い世代に履かれるようになってきましたが、一方で外反母趾など様々な足トラブルを起こす女性も少なくありません。これは、正しいハイヒールの選び方や履き方、歩き方を知らない女性がほとんどであり、誤った装用を続けたことで足トラブルを起こしているためと思われます。筆者は長年、ハイヒールの正しい履き方、歩き方をメソッド化したレッスンを主宰し、これまで多くの足トラブルに悩む女性も受講していますが、その多くが正しい知識を身につけ、足のトレーニング法を

実践し、正しい履き方・歩き方を習得した結果、トラブルが改善しハイヒールをはけるようになっています。

筆者のメソッドの特徴は、バレエの要素を取り入れてハイヒールの履き方・歩き方を指導している点にあります。実はハイヒールとバレエは深い関わりがあり、古くは欧州では王侯貴族たちがバレエを学ぶことでハイヒールでの正しい歩行や立ち居振る舞いを身につけていました。本稿では、まず、このハイヒールとバレエの歴史的背景を概説した上で、女性にハイヒールが好まれる背景や装用による効果についてご紹介します。

続いて、足トラブルの実状とその原因、筆者が実際にレッスンでお伝えしているハイヒールの選び方や正しい歩き方、足トラブル改善のためのトレーニング法について報告させていただきます。

(2018/11/30 受付)

連絡先：マダム由美子 〒150-6018 東京都渋谷区恵比寿4-20-3 恵比寿ガーデンプレイスタワー18F  
一般社団法人日本ハイヒール協会

～はじめに～

過日、第32回日本靴医学学会（2018年9月23



図1. レッスン風景

日～24日)にて、「機能する靴は美しい！」というテーマのもと、私は「ハイヒールの素晴らしさ」について、指定発言をさせていただきました。

当日は、400名ほどの方々がお集りくださり、靴と足をうまく機能させていくための意見交換がなされ、とても有意義な時間となりました。

当日お世話になり、ご尽力をいただきました学会役員の諸先生、会員の先生方、事務局の皆様には、この場をお借りし謹んで御礼を申し上げます。

私は、2003年よりバレエの要素を取り入れた美しい姿勢・所作、ハイヒールの正しい履き方・歩き方をメソッド化し、テレビや雑誌、書籍を通してその方法論を紹介し、これまで10代～70代の5000人以上の方々を指導してまいりました。

これまでの指導でわかったことは、ハイヒールという履物について無知識のまま履き続けた結果、足のトラブルで悩む人が後を絶たないという状況です。私は、この状況を解消していくために、「歩き方」「履き方」の視点から足の予防・サポートのお手伝いができたらと願い、微力ながら日々指導を行っています(図1)。

このような仕事に携わるようになったきっかけ

は、6歳から習得した舞踏歴38年の「バレエ」経験と、14歳から大好きで履き続けている「ハイヒール愛好家」という体験からあることを見出したためです。

それは、バレエを知らなくても誰にでも、「バレエの知恵」を取り入れて「ハイヒールを快適に美しく履きこなすための方法」があるということです。

「踊るためのバレエ」ではなく「日常において足や体の動きが機能するバレエ」。

そこに私は着目し、15年前に、誰でもバレエの要素を取り入れて姿勢や歩き方が正しく美しく機能するための方法をメソッド化し、それを教える教室を開講いたしました。

本誌では、その方法論、指導論をご紹介します。

## 1章 ハイヒール文化の歴史的背景と社会的機能について

### 【I】ハイヒールのはじまりについて

ハイヒールのはじまりは諸説あり、紀元前に革を何枚も重ねた厚底靴があったことからはじまったとも言われていますが、イタリアルネッサンス時代、当時のファッション文化の最先端都市であったベネツィアで、仮面舞踏会で仮装するとき「チョピン」という、まるで竹馬のような30～50cmぐらいの高下駄の履物が履かれるようになったのが、有力なハイヒールのはじまりとも言われています。その後、ハイヒールは、日常で履ける靴として機能的に進化し、16世紀ごろからヨーロッパの王侯貴族によって履かれ広まります。ハイヒールを履く目的は、背を高く、スタイルをよく見せるためで、男女ともに着用していました。

### 【II】ハイヒールとバレエとの深い関係性について

ハイヒールは、ヨーロッパの王国貴族の男性社会において定着しました。

女性ではなく男性が「ハイヒール」という履物をステータスに、ハイヒールを履いてバレエの教養を身につけたという歴史にも驚きです。当時の

殿方たちにとっては、それを身につけることが、堂々とした風格、威厳ある雰囲気を与え、貴族社会をより良く生きるための必須技能だったようです。そしてそれが後に、19世紀ごろ庶民へと広がっていきます。

元々バレエは500年以上前から、ハイヒールで踊られていたヨーロッパの歴史的背景からはじまります。バレエを通してハイヒールを履いて美しい立ち居振る舞いができることを目的とし、美しく動ける足の動かし方などが、フランスでは1600年頃には、すでにアカデミックに体系化されていました。

つまり、バレエにハイヒールはなくてはならないアイテムだったことが歴史的背景からも伺い知れます。ハイヒールを快適に履き姿勢良く優雅に振る舞うことは、バレエの体幹軸を使う体の動かし方を身につけることが必要なため、バレエ道が深く求められていたようです。

今やバレエの代表的な履物として定着した「カカトがとれたつま先立ちの履物・トゥシューズ」は、ハイヒールの究極の履物とされていますが、それが登場したのは、「芸術として見せるパフォーマンスのバレエ」へと発展し始めた1800年代以降のことです。

日本では、バレエとハイヒールがどう関わりがあり、バレエの体の使い方の要素がハイヒールの歩き方でどのように役に立つのかなどは、まだまだ知らない人が多いというのが現状です。

### 【Ⅲ】ハイヒールを「ファッション文化」として世界に広めたフランス国王について

意外と知られていないハイヒールの世界。

ハイヒールが王侯貴族の男性から流行したという事に驚かれたと思います。

その功労者は、意外にもあの世界遺産・ベルサイユ宮殿を築いた太陽王ルイ14世(1638~1715)です。現在、ルーブル美術館やベルサイユ宮殿にも展示されているルイ14世の有名な肖像画をご覧になられた方は、気付かれましたでしょうか。よく見ると、ルイ14世は、王だけに許されたカカ

トが太い形状の6~7cmあるレッドハイヒール(「ルイヒール」と呼ばれていました)を履き、バレエの基本の足型「4番」という足のポジションで、内くるぶしを見せて立ち、膝をぎゅっと伸ばし、美脚足に見せる工夫をしています。当時の男性は、ハイヒールを履き白いシルクタイツとブルマを着用したスタイルが主流でした。

足を露わに見せて、美脚を競い合っていたようです。

この白いタイツの着用が、後のバレエダンサーのスタイルへと繋がっていきます。

一説によりますと、ルイ14世は容姿に恵まれていなかった自分の外見を克服するために、動きや体のラインの美しさで威厳や存在をアピールするためにハイヒールを履き、バレエの動きを極め、振付家と共にアカデミックな書物まで刊行したと言われています。

ルイ14世が「太陽王」と呼ばれるようになった理由もバレエからです。

1653年14歳で王に即位するときの式典イベントで、貴族たちをまわりに従えた「太陽の神」に扮するバレエを上演したことで、その名が定着しました。ルイ14世は、自身の威厳を示すためや公にメッセージを伝える手段としてバレエを政治的にもうまく活用していたようです。

そしてその後、ハイヒールは、女性社会にも広がり、女性にとってはなくてはならない、「女性らしさを表現するために大切なファッションツール」へと変化していきます(図2)。

### 【Ⅳ】ハイヒールの社会的な影響や機能について

日本では戦後、女性らしさのアイデンティティを表現するためのツールとして、ハイヒールが、一般的に少しずつ広がりはじめます。日本でハイヒールがブームになり、誰もが履いてみたい!と、憧れのアイテムとなるきっかけを作った方は、皇后美智子様です。

それは1958年11月27日、日本中が沸いた婚約会見の日のことです。

その時の美智子様は、フランスの有名デザイ





図2. ルイ14世肖像画

ハイヒールを履いてバレエの4番の足型で立っている姿

ナー、クリスチャンディオールがAラインの白のワンピースをお召しになり、足元はヨーロッパでは最も典型的なヒールの形状であった「白のフレンチヒール」を履かれたスタイル。それまでは、着物文化が中心だった日本国民女性は、洋風の出で立ちの美智子様のニューファッションを目のあたりにし、「新しい美しさ」に驚き「ミッチー・ブーム」となりました。日本中の人々が美智子様の颯爽とハイヒールを履かれたニュースタイルの美しさに心奪われた日です。その後ハイヒールは、日本航空スチュワーデスの制服の必須アイテムとして起用され、女性の憧れの職業の履物となっていきます。草履の時代からハイヒールの時代へ…。そのような経緯を経て、ハイヒールが格好良く働く女性のための「必須アイテム」としても注目されるようになっていきます。

面白い点は、ハイヒールのヒール部分の形状が時代ごとに求められる女性のボディーラインの流行りと重なる点です。カカトの形状が細いピンヒールは、1980年代「ボディーコンシャス」といった体のラインにぴったり沿うスリムなファッションが流行した頃に誕生しました。

フランス革命以降、ハイヒールが女性らしさを象徴する履物として、一般庶民にも広がり始めてからは、ヒールの形状が時代の流行と共に変化し、多様化していったのも面白い点です。

## 2章 女性はハイヒール装用に何を求めるか？

### 【I】ハイヒールが履けることは、いつまでも現役でイキイキと活動できる女性の証となる

ハイヒールを履く人がよく口にすることは、「ハイヒールを履けたほうが女性らしく見えるし、ファッションも楽しめるし、背筋が伸びスタイルが良く見えるからハイヒールを履きたいのです」という言葉です。私を知る80代でハイヒールを履いているAさんという女性は、お元気でエネルギーギッシュです。Aさんは「ハイヒールが履けるということは、自分が老け込まず、まだまだいけるという証拠で、姿勢もしゃんとするから」と話していました。

Aさんが80歳を超えても、ハイヒールが履ける足や体を保っていることは、ほんとうに素晴らしいことです。

### 【II】知られざるハイヒールの素晴らしい効果について

ハイヒールが履けない人の多くの女性は、「履けるものならハイヒールを履きたい」とおっしゃいます。この本音が叶うよう、そういう方のお手伝いがしたいと私は日々思うのです。

ハイヒールを履きたくても履けないと諦めている人に、私が日頃からお伝えしていることは、「ハイヒールの知識をきちんと理解し、正しい履き方、歩き方の知恵を身につければ、ハイヒールは私たちの【健康】【美】【老い】をサポートしてくれる素晴らしいアイテムになります」ということです。

しかし、その素晴らしい価値や効果についてはまだまだ知られていないですし、体験できていない人が多いというのが現状です。

「ハイヒールは体に悪い履物」というマイナスイメージのレッテルを貼られてしまっている状況です。前章でもお伝えしましたが、日本における靴





図3. 縮こまった足指の例

の歴史はヨーロッパ諸国に比べると浅く、多くの人が正しい履き方や歩き方を知らぬまま、無理やり靴を履いて過ごすようになってしまった結果、素晴らしい効果を得られるどころか、ハイヒールを履いていたから外反母趾など足のトラブルが起きてしまった！というマイナス概念が膨らんだと私は感じています。

日本人の足元が、草履から靴にすっかりと定着してしまった現代。これからの日本人の健康維持や体力アップをサポートするためにも、今こそ、正しい靴の履き方、歩き方の知識を学び、学校でも「体を育てる科目」として履修できるようになればと願っている次第です。

**【Ⅲ】本当はいいことだらけのハイヒールの素晴らしい効果を得られていなく、悩んでいる女性たちが多くいることの現実について**

多くの女性の本音は、「履けることなら、やはり履きたいハイヒール」。

履きたくてもあきらめている女性は、「ハイヒール3重苦」に悩んでいます。

それは、1. 痛い 2. つらい 3. 疲れる という3重苦です。

これまで足のトラブルで悩んでこられた女性の

主な傾向と対策を以下にあげてみましょう。

1の「痛い」で悩んでいる人の傾向は、足の指が縮こまり、関節が固まって動かなくなっている人です。そういう人の多くは、足指に固いマメができていたり、外反母趾気味だったりします。縮こまった足指で長く歩き続けていると、靴と指の摩擦が高まり、指が擦り剥け、マメができ、固くなり、痛くなってきます。

そういう人への対策は、後ほど詳しくご紹介しますが、「足指伸ばしストレッチ」を指導して、まずは足指が伸びるよう足指の関節を動かし、足指に筋力をつけ、地面の蹴りだし、踏ん張れるための「足の土台づくり」をしてもらいます(図3)。

2の「つらい」で悩んでいる人の傾向は、重心が外側荷重の傾向があり、頭が上下・左右に動いたり、首が前ににゅっと突き出て姿勢悪く歩いている様子がみられます。そういう人の多くは足や体の外側のほうに荷重がかかり、内股気味の方にも見られます。そういう人のヒール底をみると、外側部分だけが削れてしまっています。そういう人への対策は、まずは自分のヒール底をチェックしてもらい、地面に着地する時の「足の型」を見直してもらいます。

注意すべき点は、足のつま先がカカトよりも内側に入らないようにすることです。つまり、内股にならない「足の型」で立つ練習からはじめてもらいます。

外側荷重にならない「足の型」を指導する理由は、体を「内側荷重にして強い体幹軸」をつくり、グラグラせずに安定して歩けるようになるためです。これは姿勢矯正にもなります(図4a, b)。

3の「疲れる」で悩んでいる人の傾向は、足の裏の筋肉が弱い人に多くみられます。

フラットシューズでお買い物に行っても、すぐに足が疲れてしまったり、ハイヒールでは長い時間立ってられないという人です。そういう人への対策としておすすめしているのが「スーパーボールエクササイズ」です。理由は、足の裏の筋肉を強くするためです。



図4. a. 内股（外側荷重）NG b. バレエ3番の足型（内側荷重）OK

足の裏の筋肉が強くなると、長時間歩いたりハイヒールを履いても疲れにくい体になるからです。スーパーボールがない場合は消しゴムで代用できます。やり方はのちほど詳しくご説明いたします。

以上の1~3の対策法は、すべてバレエのトレーニング法を応用したものです。

ハイヒールがうまく履けなかった人は、自分の足に主導権を持たせてあげられず、ハイヒールの奴隷になっています。自分の足に主導権を持たせる重要な点が、以上のようなトレーニング法を取り入れて「快適に歩けるための筋肉をつくること」なのです。

「ハイヒール足」をつくるための筋肉づくりは、バレエを知らない人にでも簡単にいつでもどこでもできますので、私のレッスンにいらした方は、日々の生活の中でこれらを少しずつ行いながら、ハイヒール3重苦の解消をめざし、実際に快適な歩行を得られるようになっていきます（図5a, b）。

### 3章 「ハイヒール3重苦」を解消するためのトレーニング法とハイヒールの正しい履き方・歩き方について

#### 【I】「ハイヒール3重苦」を解消するために提案している「ハイヒール足」づくりに大切なトレーニング法とハイヒールの選び方・履き方

自分の足型に合う靴を選んでいない人もハイヒール3重苦で悩む傾向にあります。

意外と多いのが、足の大きさを目立たなくするために自分の足幅よりも細い幅のハイヒールを無理やり履いて長年歩いてしまっている人です。そのため足指が上下に重なり合った状態、足指の関節が縮こまり固く動かない状態となり、足指に力が入らず、歩行の際地面を蹴りだして歩くことができず、不必要な足の使い方をしてトラブル足となってしまいます。これ以上、トラブル足を増長させないために、まずは、ハイヒールにもTPOに合わせた選び方、ドレスコードがあることを認識して頂きたいです。

ハイヒールの選び方は、「美しく歩ける靴」と「美しく魅せる靴」の2つに大きくわかれます。

美しく歩ける靴は、足指と足裏の筋肉が機能し、



図5. a. マダム由美子開発によるハイヒールが履けない人のための筋肉づくりができるハイヒール  
 b. マダム由美子著日本初ハイヒール本「ハイヒールマジック（講談社）」

膝を伸ばして颯爽と「快適に歩ける靴」.

美しく魅せる靴は、ほとんど歩かないパーティーなどの場面でアクセサリーのように足を美しく見せる「お飾り靴」.

私は、美しく魅せる靴を日常履きの靴として選ばないことをまずは指導しています.

初心者向けのハイヒールとしておすすめしているのは、カカト、足首、甲がパカパカと外れないようストラップやベルトなどが付いている靴です. 一般的な「パンプス」は、足の筋力がないと脱げやすいので実は上級者向けのハイヒールなのです.

2章でも簡単にご説明をいたしました、以下の3つのトレーニング法は、ハイヒールを履いて快適な歩行をするために重要な要素です. 歩行時に引き起こしやすい足のトラブルを予防するためにも大切なトレーニング法と考え、指導している方法です. トレーニング法はいくつかありますが、代表的なものを以下にてご紹介します. どれも簡単に短時間でできるトレーニング法です.

1. 「痛い」を予防するためには「足指の筋肉強

化」を指導しています.

それは「足指伸ばしエクササイズ of トレーニング」です.

具体的には、足指の一本ずつを、足指の付け根からゆっくりと真っすぐ平行に引っ張り、引っ張った指先を天井の方に向けて反らせるという足指のストレッチです.

これをお風呂の中で毎日するよう指導しています.

とても簡単にできます. これを毎日きちんと行っていた方は、確実に足指が伸びるようになり、マメが小さくなり、半年ぐらいでマメがなくなりハイヒールを履いても指が痛くなくなったと報告してくれました.

2. 「つらい」を予防するためには「足裏の筋肉強化」を指導しています.

それは「スーパーボール（消しゴムでも代用化）を使ったトレーニング」です.

バレリーナも行っていますが、スーパーボールを足指でつかみ、足首と膝を伸ばして、足の裏を縮め足の裏の筋肉を鍛えるという方法です. 最初

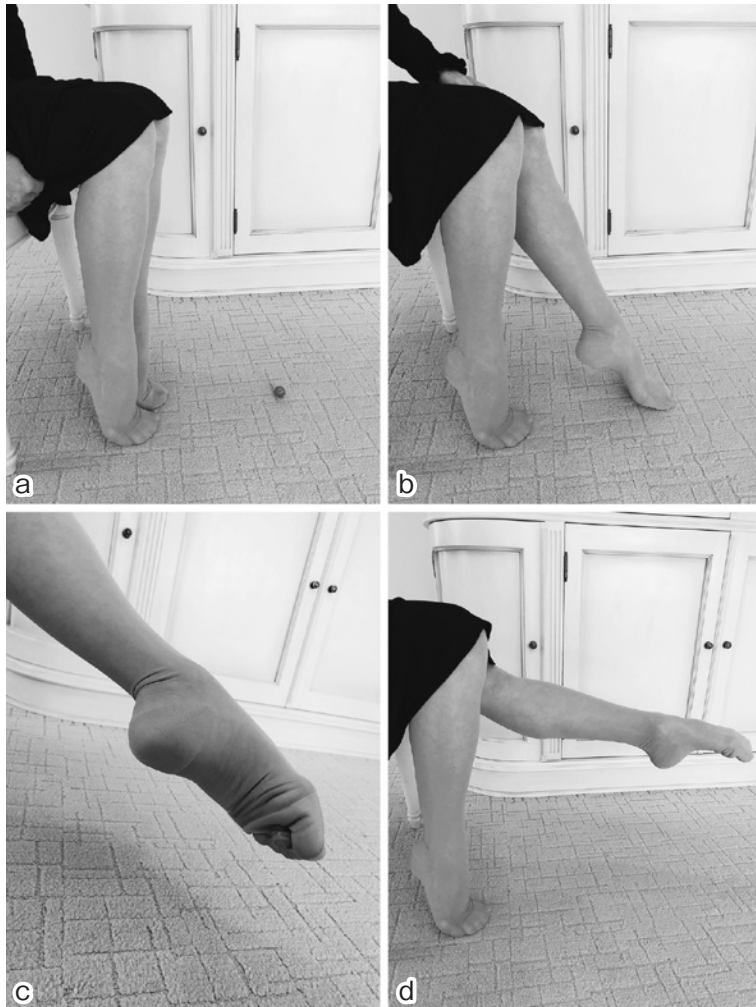


図6. スーパーボールエクササイズのやり方

- a. スーパーボールエクササイズのやり方「1 スーパーボールを床に置く」
- b. スーパーボールエクササイズのやり方「2 スーパーボールを足でつかむ」
- c. スーパーボールエクササイズのやり方「3 スーパーボールを足指と足裏でつかんでいる状態」
- d. スーパーボールエクササイズのやり方「4 足首とひざを伸ばしてスーパーボールをつかむ」

ほとんどの方は、足の裏がつります。足の裏がつかなくなってくると足裏に筋肉がついてきている証拠です。

ポイントは足首と膝を伸ばして行うことです。このポイントを押さえて行うことで、つらさを軽減してくれる「足裏の筋肉」がより一層強くなります(図6a~d)。

3. 「疲れる」を予防するためには「内側荷重の体幹軸(インナーマッスル)づくり」を指導しています。

それは、体の体幹軸が使える、疲れずに歩ける足の土台となる「足型のポジションの矯正法」です。地面に着地する足の型は、つま先の角度によって、捻挫や腰痛を引き起こしてしまう場合があります。





図7. 着地足の足型で重要なバレエ4番の足型

す。外側荷重は、力が外側に分散してしまいがちなため、余分な箇所に負担がかかり、体が疲れてしまう状況を生み出すと私は考えています。歩行時に疲れない体であるためには、体のエネルギーを中央に集めて、強くしなやかな体幹軸をつくるのが重要です。ハイヒールは足で履くのではなく「お腹で履く」という感覚が大切です。この体幹軸づくりの第一歩として「足の型」を指導します。その足型は4番といい、地面に着地した足のつま先が、かかとよりやや外側に向いている型です。ウォーキングの際は、体幹軸を強化するために「4番」の足の型で、常に着地する練習をするよう指導しています。

第1章でも、ご紹介したフランス王ルイ14世が肖像画で描かれている足の型は4番のポジションです(図7)。

## 【II】最近増えている「浮き指」について

足の裏の腹に、固いタコができて悩んでいる人がいます。痛みを伴いはじめたら歩行も困難になりますので要注意です。そういう人を観察してみると、足指の第一関節が少し反り、地面から足指の先が少し浮いている「浮き指」の状態が多く見受けられます。

足指が地面について足指が使えるようになると、固いタコは予防できます。

そこで、私は浮き指防止のためのトレーニング法として「カカト上げエクササイズ」と「つま先伸ばしストレッチ」をワンセットでおすすめています。

最初に椅子に座り、内くるぶしと内ひざをつけます。そしてまずは足指を床にピッタリとつけてカカトを思いっきり引き上げる「カカト上げエクササイズ」を行います。

次に、足指を裏返し地面につけて、足指～甲～足首のラインが伸びる「つま先伸ばしストレッチ」を行います。この時、内くるぶしと内膝をつけて行うことがポイントです(図8a, b)。

## 【III】ハイヒールの正しく美しい歩き方の3つの基本について

ハイヒールは先でも述べましたように、内側荷重で体幹軸を使いながら歩けると安定した歩行が行えます。内股足は外側荷重となり、膝や腰、首が曲がりやすくなるため、過度な負担が関節にかかりやすく、ハイヒールの歩き方には向かない足型なので要注意です。

### ハイヒールの正しい歩き方の3つの基本について

#### 1. つま先とカカトが同時着地です

ハイヒールは、カカトの形状が小さいため、カカトから降ろすと転倒の危険性が増すためカカトからおろすのはNGです。着地が安定してできるために足指の強化が必要です。

#### 2. 内くるぶしを見せるように歩くことです

ハイヒールは、内側荷重で体幹軸を使いながら歩けると安定して美しく歩けます。

そのためには、内股にせず、内くるぶしを見せるように歩くと体が内側に締まりやすく、強い体幹軸が歩きながら作れるようになります。さらに股関節の可動域が広がってくるので、足の前後の運びがラクになってきます。初心者には線の上を真っすぐに歩く指導をしています。



図8. a. カカト上げエクササイズ b. つま先伸ばしストレッチ

### 3. 両膝を伸ばして、おへその下に力を入れて歩くことです

ハイヒールは、両膝を伸ばして、お腹に力を入れて歩きます。

膝が曲がったまま歩くと、ひょこひょこした歩き方になり、姿勢が悪くなり、腰や肩・首などへの負担も大きくなります。膝に筋力がなく、力が入らない人には膝の屈伸運動をおすすめして、膝関節を強くするトレーニングを同時におすすめしています。

#### ～終わりに～

ハイヒールは正しく履けば「健康」「美」「老化」をサポートしてくれる「素晴らしいトレーニング靴」になり得る履物です。

これまで、ハイヒールの知識を知り、素晴らしい効果を得てステキに変化した女性たちはたくさんいらっしゃいます。実際に、外反母趾、モートン病、マメやタコなど、足のトラブルで悩んでいる方々が幾人もレッスンにお越しになりました。何十年も外反母趾が痛くて夜も熟睡できなかったというある50代の女性に、足のトラブルがこれ以

上ひどくならない予防として、足のケア法、エクササイズ、歩き方を指導していった結果、何十年ぶりに痛みがなくなり熟睡できるようになり、普段の歩行もラクになったというお声をいただきました。このような受講生を通して、人の体は筋肉の使い次第でいくらでも変えることができるという希望を、日々の指導で実感しています。

このような方々の喜びのお声を聞くたびに、「歩き方」について、これからももっと色々と研究をし、時代に合わせて指導法も改善していく必要があると感じています。

さらにハイヒールは、正しい履き方・歩き方を理解し、その方法論を身につけると、これからの「高齢化社会」に向けて老化を予防し、明るく前向きに日常を迎えられる「アンチエイジングツール」になるものと私は考えています。ハイヒールを正しく履いていると、スーパーマーケットに行くだけでも十分筋力づくりや健康維持になり得ると考えています。

そして、正しい歩き方は高齢者へのサポートだけではなく、未来の日本を担う「子供たちの姿勢維持、身体能力・体力アップや健康維持」にもつ



ながら「体育の教育の一環」になるものと考えております。

今後も微力ではありますが、足のトラブルで悩む人、そして足のトラブルで困る人が増えないための予防のためにも、少しでもお役に立ちたいと指導熱は高まるばかりです。

これからは、日本靴医学会の諸先生皆様とご一緒に知恵を絞り合いながら、足と靴を機能させ、

毎日を快適に健康に、そして美しく歩ける人が子供から高齢者まで増える活動を促進させ、社会貢献ができますことを心から願っております。

最後に、このたびはお忙しい中、最後までお読み下さいましたことを心から感謝を申し上げ、日本靴医学会機関誌の編集でお世話になりました諸先生、事務局の皆様にご心から御礼を申し上げます。

教育講演

ファッション性と快適性の両立を目指したハイヒールの検討

Development of high heels aiming for compatibility of  
fashionability and comfort

<sup>1)</sup>東京電機大学デザイン工学科

<sup>2)</sup>中央大学研究開発機構

<sup>3)</sup>中央大学理工学部

<sup>1)</sup>Department of Design Engineering and Technology, Tokyo Denki University

<sup>2)</sup>Research and Development Initiative, Chuo University

<sup>3)</sup>Faculty of Science and Engineering, Chuo University

山田 泰之<sup>1,2)</sup>, 西濱 里英<sup>2)</sup>, 中村 太郎<sup>3)</sup>  
Yasuyuki Yamada<sup>1,2)</sup>, Rie Nishihama<sup>2)</sup>, Taro Nakamura<sup>3)</sup>

**Key words** : ハイヒール (High Heels), サスペンション (Suspension), ファッション (Fashion)

要 旨

ハイヒールはパーティ等での一時利用を前提に、立ち姿と足取りの美しさを優先してデザインされており、自然で快適な歩行の提供は優先度が低い傾向にある。そのため、ハイヒール歩行は、疲労につながるだけでなく、姿勢の悪化や関節痛などを引き起こす。しかし、ファッションや、TPOや社則などの社会的な制約等で、着用して歩行移動する場合がある。このように、ハイヒールによる健康上や安全性の問題がある。本研究では、ファッション性と快適性を両立したサスペンション付きハイヒールの実現可能性を検討する。ヒール部を2枚の湾曲した板バネで構成することで、歩行時の荷重方向に一致した衝撃吸収を実現し、滑らかな歩行の実現を試みる。最後に試作したハイヒールを用いて、歩行計測を行いその効果を確認した。

(2018/12/25 受付)

連絡先 : 山田泰之 〒112-8551 東京都足立区千住旭町  
5番 東京電機大学  
TEL : 03-5284-5957  
E-mail : y.yamada@mail.dendai.ac.jp

緒 言

ハイヒールはパーティ等での一時利用を前提に、立ち姿と足取りの美しさを優先してデザインされている。このため、自然で快適な歩行を提供するという配慮は基本設計での優先度が低い。例えば、ハイヒールで歩く際のコツコツ音は、接地時の衝撃がダイレクトに体に伝わっていることを示唆している。このようなクッション性が低く、足関節の可動範囲を制限した靴での歩行では、疲労につながるだけでなく、歩行の不安定性や転倒の危険性を招く。さらに、ハイヒール利用時の脚姿勢とあいまって、姿勢の悪化や関節や腱などに様々な疾病を引き起こす要因とされている。

ハイヒールは、一般的に、リジットなヒール部を有しているため、先行例では、各種のパッドを中敷きとして入れることで、衝撃を和らげることを試みているが、筋肉のクッション材を設けることは、足入れ時の柔らかさは増すものの、歩行時の衝撃を吸収するためには、あまりにも変位量が

少なく、効果が弱いと推測される。

そこで、本研究では、衝撃吸収の方法として、サスペンション構造に注目し、ファッション性と快適性の両立をするサスペンション機能を有する新しいハイヒールの実現可能性について検討した。

**サスペンション機能付きハイヒール**

サスペンションには、図1 (a) のバイクのフロントフォークのようにピストン形状のみで直動する形式と、図1 (b) のような、バイクのスイングアームや自動車のストラット式サスペンションのように揺動する形式がある。

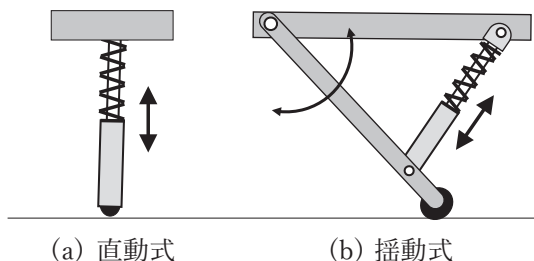


図1. サスペンション構造の例

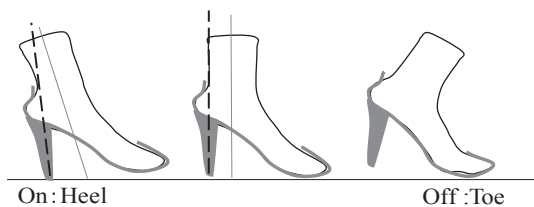


図2. 接地時の様子

サスペンションが効率よく機能するには、荷重方向とサスペンションの変位方向の関係性も重要である。一般的には、荷重方向と変位方向をなるべく一致させる。既に、直動式サスペンションをハイヒールに採用した例は散見されるが、実用化された例は見当たらない。直動式の場合、図2に示すように、接地時の体重による荷重方向がほぼ下腿軸と一致すると仮定すると、サスペンションの変位方向であるヒールの軸方向とは、一致しない。加えて、この荷重ベクトルとヒール軸のなす角度は、接地から離地にかけて変化するため、ヒール軸方向のサスペンションでは、歩行中の衝撃を吸収する際の効率が悪くなることが推測される。

そこで、筆者らは、図1 (b) のように、回転中心を持った揺動運動形式のサスペンションが望ましいと考えた。概念図としては、図3のような構成である。このように、踵に揺動するサスペンション機構を設けることで、図4のように、ハイヒール

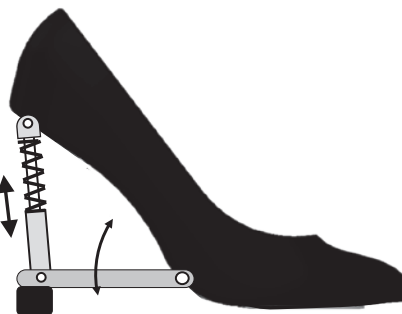


図3. 揺動サスペンションを備えたハイヒールイメージ

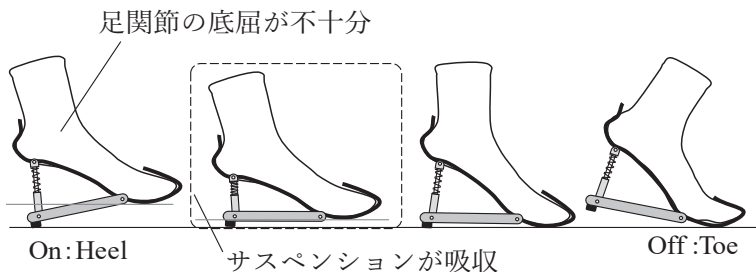


図4. 揺動サスペンションの効果予想

ル歩行の特徴である足関節の底屈が不十分な状態で接地した場合でも、サスペンション機構が沈み込むことで、衝撃を吸収しつつ、爪先が地面に接地するため、爪先への体重移動を促進する効果を期待できる。

また、このサスペンション機構を設けた場合、図5のように、サスペンション機構の回転中心を設ける位置で、足の動きが変化することが予想される。図5(a)のリンクの回転中心の位置では、接地時の足関節への荷重方向と、接地時のサスペンションの変位方向が一致するが、図5(b)や(c)では、下腿軸方向と接地時のサスペンションの揺動方向が異なる。ユーザの歩き方や、坂の傾斜など様々な要因で、接地から立脚期での足関節の変化が異なるため、図5の回転中心もそれに依存して適したものと予想されるが、フィージビリティスタディとして、図5(a)の足首方

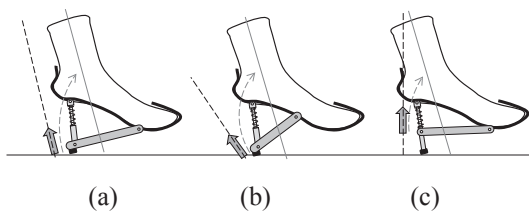


図5. 回転中心とヒール先端の動き

向と平行に動く踵を目指す。踵の揺動運動の瞬間中心位置とハイヒール歩行の関係については、今後の課題である。

上記の検討を元に、新しいヒール部形状の様々な検討例を図6(a)に示す。コイルスプリングや空気入タイヤにヒントを得たクッション構造は、高い衝撃吸収性や軽量化が期待できるが、ハイヒールのもつデザイン性への影響が大きいと考えて採用をとりやめた。衝撃吸収性、製作性、意匠性を考慮して、図7のように、板バネを曲げた形状を採用することとした。この形状は、揺動形式のサスペンション構造の機能を模擬し、意匠面においては、従来のリジッドなヒール部よりも、より軽快で軽やかなファッションブルなラインを生み出すことも可能であると考えている。

#### 対象と方法

図7のサスペンションを有したハイヒールの効果を検証するため、成人女性1名(身長161cm)を被験者に、同等のヒール高さ(75mm)を有したハイヒールとサスペンション付きハイヒールで歩行計測をした。計測項目は、関節角度(足関節、膝関節、股関節)、床反力と筋電位(腓腹筋、前脛骨筋)とした。

図8のように、歩き始めから4歩目の左足の踵

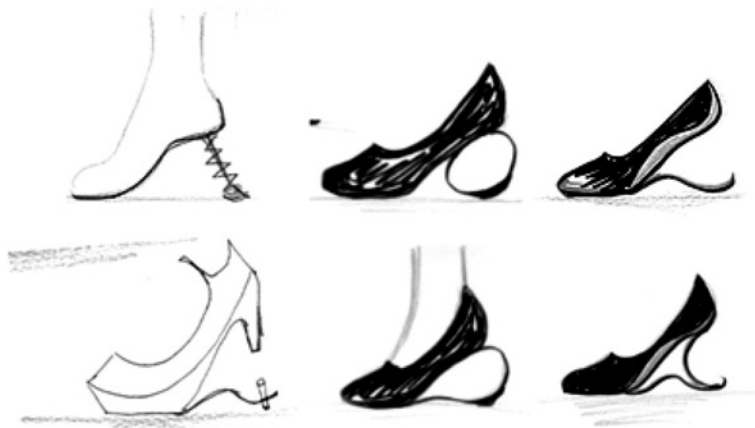


図6. 検討例



図7. 板バネ式サスペンション

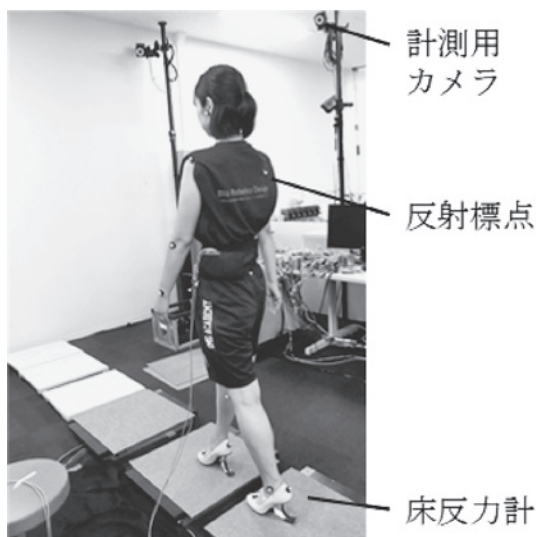
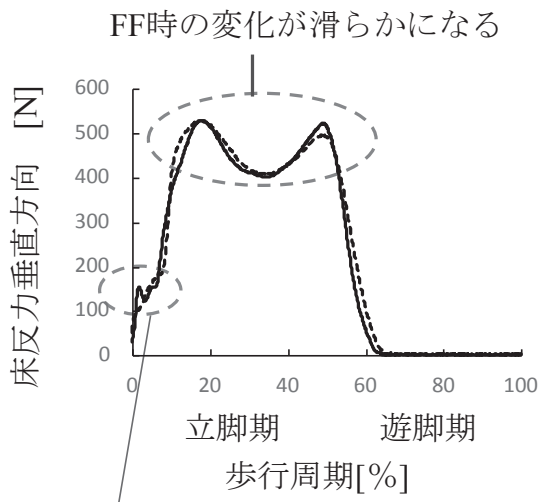


図8. 計測風景

接地から7歩目の右足の踵接地までが計測できるように、フォースプレート（TF-4060：テック技販）と歩行路を敷き、モーションキャプチャシステム（MAC3D System：Motion Analysis）で計測し、サンプリング周波数は100Hzとした。なお、床反力計と筋電位計（EMG-021/025：原田電子工業）は、モーションキャプチャシステムに接続し、サンプリング周波数は1000Hzとした。

試行回数は5回とした。なお、各靴での実験開始前に、被験者に5分間程度歩行をさせ、靴に十分に慣れてから計測を開始した。

取得したデータは、5歩目の右足の踵接地から



HC時のピークがなくなる

図9. 床反力（垂直方向）の結果

次の右足の踵接地までを1周期（100%）とし、時間軸を基準化した。なお、踵接地の判定は、合成床反力の大きさが5N以上になったときとした。

関節角度は、モーションキャプチャシステム（MAC3D System：Motion Analysis）を用い、全身に張り付けた20点の標点位置より筋骨格シミュレーションソフト（N-motion Musculus：NAC）を用い算出した。筋電位は、ローパスフィルタ（双方向2次のバターワース、遮断周波数5Hz）をかけた後、全波整流化し、ローパスフィルタ（双方向2次のバターワース、遮断周波数5.3 Hz）をかけた。

### 結果と考察

計測の結果、関節角度および筋電位は、大きな差が見られなかった。理由としては、歩行路面が平面かつ摩擦が高く安定している点、および被験者がハイヒール歩行に習熟している点などが考えられる。

一方で、図9のように、床反力の垂直成分では、サスペンション付きハイヒールを着用した場合（点線）は、踵接地時の衝撃を示す、接地初期の荷

重のスパイク的な立ち上がりが無くなった。さらに、接地から立脚期にかけての荷重移動がより滑らかになっている。これより、揺動サスペンションを備えたハイヒールが、衝撃を吸収し、図4のように踵接地から爪先へ体重移動して立脚期に至る荷重移動をより滑らかにする可能性があることを確認した。

今回は、被験者が1名と少なかつたため、今後は、被験者数を増やし、更なる効果の検証を行う必要がある。

## 結 語

ハイヒールの着用による健康上の諸問題の改善にむけて、履いても疲れないハイヒールという選択肢の実現を試みており、揺動するサスペンション機構の機能と意匠性を両立する、板バネ構造のハイヒールのヒール部を提案した。提案するサスペンション付きハイヒールと、通常のハイヒールを比較した結果、提案ハイヒール着用時は、踵接地時の衝撃が和らぎ、荷重移動がスムーズになる可能性があることを確認した。



ランチョンセミナー

## 歩行とランニングのバイオメカニクス

—その時靴は何をしているのか—

### A biomechanical study of the function of the shoes during walking and running

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

Sports Medicine Research Center, Keio University

橋本 健史

Takeshi Hashimoto

**Key words** : 足アーチ (foot arch), バイオメカニクス (biomechanics), 歩行 (gait)

#### 要 旨

ランニングによるスポーツ障害を予防することはきわめて重要なことである。ランニング障害を引き起こしやすいフォームとしては、foot-strike時の股関節の過大な内転、膝関節の過大な内旋、および足関節の過大な外返しがある。ランニングシューズの働きは、foot-strike時の足関節底屈を減少させ、前脛骨筋の活動を増大、腓腹筋の活動を減少させ、後足部接地へと誘導し、歩幅を増大して歩調を減少させることである。これからのランニングシューズに求められることは、truss mechanismとwindlass mechanismを維持しつつ、踵部への衝撃を減らしていくことだと考えられる。

#### はじめに

すべての動物のなかで、二足歩行を行う動物は

(2018/12/25 受付)

連絡先 : 橋本健史 〒223-8521 神奈川県横浜市港北区  
日吉 4-1-1 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

TEL 045-566-1090 FAX 045-566-1067  
e-mail hashimotot@keio.jp

ヒトと鳥類であるが、直立二足歩行を行うのはヒトのみである。立ち上がることによって、ヒトは遠くまで見通せる視力と家族に食物を運べる手と重い脳を支えられる脊椎構造を得た。この直立二足歩行の実現には、さまざまな進化が必要であった。構造的には足アーチ構造が最も革命的であった。これにより、遠くまで低エネルギー消費で移動できるようになったのである。また、後脛骨筋と長腓骨筋が重要な働きをしており、足のstiffnessを瞬間的にrigidな足とflexibleな足に変化させて、効率的な歩行、ランニングを実現している。

一方、靴は寒冷および路面の凹凸から足を防御するべく開発された。ただ、歩行時、ランニング時に、実際に靴がどのように足に対して働いているかについては、詳しくわかっているわけではない。われわれの研究結果では、靴は足がもつ本来の働きに対してそれを抑制するような結果であった。

本稿では、歩行とランニングのバイオメカニクスについて、足アーチを中心に最新の文献とわれわれの研究結果を解説する。また、靴が歩行時、ランニング時に足に対して及ぼす効果について解

説し、どのような靴が理想的な靴となり得るのかについても言及する。

## 1. 歩行とランニングのバイオメカニクス

### 1-a 歩行のバイオメカニクス

歩行のバイオメカニクスを理解するにあたって、そのポイントは足アーチ構造である。足アーチはどのような働きをしているのであろうか。足アーチの働きには2つあり、ひとつはtruss mechanismでいまひとつはwindlass mechanismである。Truss mechanismは足が三角構造を有することで、体重の分散をうまく行うことである。霊長類のなかでも比較的体重が重いヒトでは重要なことである。Windlass mechanismは歩行相のうち、踵離地時に足趾の背屈に伴い、足趾基節骨基部に停止する足底腱膜が巻き上げられて、足アーチが高くrigidな足となって、踏み出しの力を効率的に路面に伝える構造である。われわれがモーションキャプチャー（(ProReflex, Qualisys Oqus 3 AB, Gothenburg, Sweden)を用いて行った実験

結果を示す(図1)。歩行時に、母趾中足趾節間関節(MTP関節)の背屈に伴い、足アーチ高が増大していくことがわかる<sup>1)</sup>。

足アーチとならんで、重要な要素が後脛骨筋と長腓骨筋である。後脛骨筋が緊張すると足部が回外して解剖学的に距舟関節、踵立方関節の運動軸が並行でなくなり、stiffnessの大きな足となる。逆に後脛骨筋が弛緩すると足部が回内し、解剖学的に距舟関節、踵立方関節の運動軸が並行となり、stiffnessの小さな足となる。長腓骨筋腱は後脛骨筋の逆の働きをしている。後脛骨筋は、歩行時に踵接地時と踵離地時に収縮しており、このとき、stiffnessの大きな足となっているわけである。これは、踵接地時に接地時の衝撃に耐えるために有効であり、踵離地時には後足部のけりだしの力を効率よく前足部に伝えられるという利点がある<sup>2)3)</sup>。

以上をまとめると、ヒトは歩行時に次のようなことを行っていると考えられる。歩行相の割合はMannによった<sup>4)</sup>。

歩行相0~7%：後脛骨筋は緊張し<sup>5)</sup>、足はstiff-

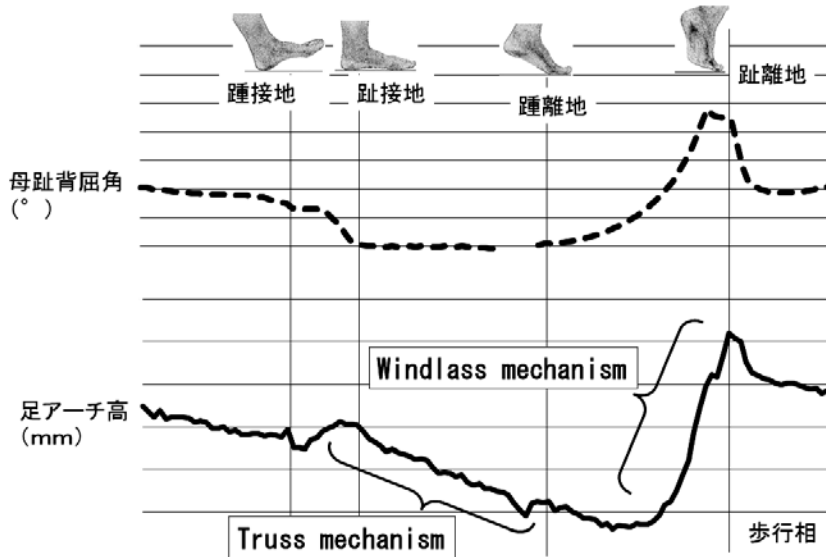


図1. 裸足歩行時における母趾MTP関節の背屈角と足アーチ高(舟状骨内側結節部の高さ)の変化。踵接地とともに、足アーチ高は体重によって沈み込み、低下していく。これがtruss mechanismである。踵離地を過ぎると、母趾が背屈され、母趾背屈角が増大することに伴って、足アーチ高が増大する。これがwindlass mechanismである。

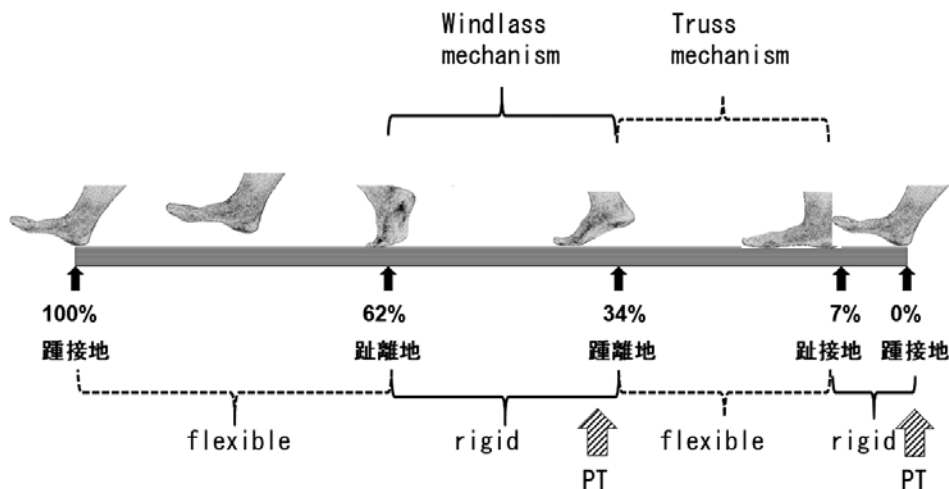


図2. 歩行時における足部の stiffness の継時的変化. % は歩行相を表す. 網掛け矢印 PT: 後脛骨筋の緊張

ness の大きな (硬い) 状態となって接地時の衝撃を吸収する.

歩行相 7~34% : 踵接地により, 足アーチの truss mechanism が作動する. 同時に後脛骨筋は弛緩して stiffness の小さな足となってこれを助けている. 足アーチが低下するにしたがって, 体重が足部全体に分散吸収されていく.

歩行相 34~62% : 踵離地により母趾 MTP 関節の背屈が始まり, 足アーチの windlass mechanism が作動する. 同時に後脛骨筋が収縮して<sup>5)</sup>, stiffness の大きな足となってこれを助ける.

歩行相 62~100% : 母趾 MTP 関節の背屈は終わり, windlass mechanism は終了する. また, 後脛骨筋も弛緩して足の stiffness は小さくなる. 遊脚期は前脛骨筋, 長母趾伸筋, 長趾伸筋が収縮して足関節背屈位を維持する. その他は, 弛緩してエネルギーを温存している (図2).

このように, ヒトは非常に巧緻な歩行システムを完成させたわけである. これにより, 少ないエネルギーで効率よく長距離を歩行することができるようになり, 生存に非常に有利となったと考えられる.

### 1-b ランニングのバイオメカニクス

ランニングの位相は Slocum らによって分類されている. 立脚期 (stance phase) を踵接地から順に, foot-strike, mid-support, takeoff と分け, 遊脚期 (swing phase) を順に, follow-through, forward-swing, foot descent とした<sup>6)</sup>. Phinyonmark らは, ランニング時の動作解析を詳しく報告した. そのポイントは, 最も身体に負担のかかる foot-strike において, 股関節は内転し, 膝関節は内旋のち外旋し, 足関節は直前で内返し, 直後に外返しをしていた<sup>7)</sup>.

### 2. ランニングによるスポーツ障害

ランニングに伴うスポーツ障害は, 頻度の多い順に, 膝蓋大腿関節障害, 腸脛靭帯炎, 足底腱膜炎, 膝半月板損傷, 脛骨ストレス症候群, 膝蓋腱炎, アキレス腱症などと報告されている<sup>8)</sup>. 最近, ランニングに伴うスポーツ障害とランニングフォームとの関係について報告が相次いでいる. 股関節においては, ランニング中の過大な内転が脛骨疲労骨折と関係していたとする報告がある<sup>9)</sup>. 膝関節においては, 過大な内転と膝蓋大腿関節障害が関係するという報告<sup>10)</sup>, 過大な内旋が腸脛靭

帯炎と関係するという報告<sup>11)</sup>などがある。足関節においては、過大な外返し<sup>12)</sup>、過大な外返し時間<sup>13)</sup>などがランニング障害に係るフォームとして報告されている。われわれは足関節不安定症の患者における足関節の歩行解析に着目して、踵接地前の内返しと踵接地後の外返しが大きいことを報告した<sup>14)</sup>。

これらの危険なランニングフォームを早期に見出し、矯正していくことがスポーツ障害予防につながっていくと考えられる。また、もし、これらのフォームを改善できるランニングシューズがあれば、それは理想のランニングシューズとなると思われる。

### 3. ランニングシューズの働き

#### 3-a 歩行時のシューズの働き

われわれは、シューズが歩行時にどのような働きを足に及ぼしているのかを調べた。裸足の状態とシューズを履いた状態で歩行をさせ、モーションキャプチャーで足アーチと母趾 MTP 関節背屈角の変化を調べた。その結果、シューズは、足が本来持っている truss mechanism を抑制し<sup>15)</sup>、かつ、windlass mechanism を抑制する<sup>16)</sup>ことがわかった。シューズは、足アーチの極端な変化をある程度抑制して、足への負担を軽減している可能性があることがわかった。

#### 3-b 走行時のランニングシューズの働き

ランニングシューズを履いたときの足関節への影響としては、foot-strike 時の足関節底屈を減少させたという報告がある<sup>17)18)</sup>。筋群への効果としては、前脛骨筋の活動を増大させ、腓腹筋の活動を減少させた<sup>19)</sup>。接地形態としては、後足部接地へと誘導した<sup>17)18)</sup>。そして、歩幅を増大して歩調を減少させた<sup>17)19)</sup>。総じて、ランニングシューズを履くことによって、裸足走行時に比較して、foot-strike 時の踵保護からの解放をしていると考えられる。

### 4. ランニングシューズに求められること

以上より、ランニングシューズに求められるこ

とは、次の2点を挙げることができる。ひとつは、foot-strike 時の衝撃吸収である。踵部のソールに十分な衝撃吸収の能力を持たせることが重要で、かつ、そのことをシューズの重量を増やさずに達成すること。さらに足関節踵部のホールドをしっかりさせることである。これは、truss mechanism のサポートとなる。いまひとつは、足趾 MTP 関節（ボールジョイント）での易可動性である。これにより、windlass mechanism をサポートすることになり、前足部の蹴り出しの力の補助となる。もとより、シューズの通気性、軽量化、耐久性は基本的に重要なことである。

### 5. Wearable sensorによるreal-time feedbackの試み

最後に、われわれが試みている wearable sensor によるランニングフォーム解析の研究について述べる。アスリートにとってスポーツ障害を予防することは非常に重要である。最近、スポーツ障害を引き起こすランニングフォームが報告されている<sup>9)~13)</sup>。もし、これらのランニングフォームをアスリートがランニングをしているときに、リアルタイムに簡便に判定することができれば、そのフォームを早期に修正することによって、スポーツ障害を予防できる可能性がある。われわれは、JINS (株)と共同で、メガネ型の wearable sensor (JINS MEME, JINS Inc., Tokyo, Japan)を開発した(図3)。これには、3軸加速度計、3軸角速度計、眼電位計を装着してあり、ランニング中の頭部の動きおよび眼球の動きを測定することができる<sup>20)</sup>。頭部と体幹の動きの関係は、向きが反対に連動することがわかっており<sup>21)</sup>、ランニング中の頭部の動きから体幹の動きを推測することができる<sup>22)</sup>。今後、このセンサーを用いて、スポーツ傷害予防にむけた研究をすすめていく考えである。

### まとめ

ランニングによるスポーツ障害を予防することはきわめて重要なことである。ランニング障害を

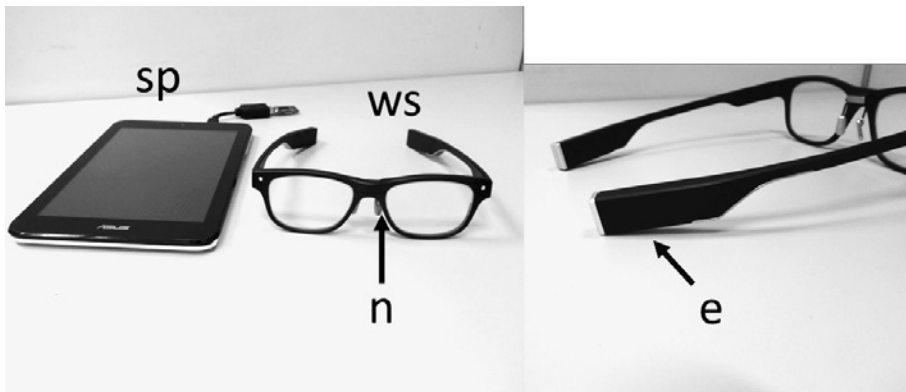


図3. われわれがJINS (株) と共同開発した wearable sensor (JINS MEME, JINS Inc., Tokyo, Japan). sp: スマートフォン. ws: wearable sensor. e: 耳掛けのこの部位に, 3軸加速度計, 3軸角速度計を内蔵している. n: 鼻パッドには, 眼電位計を内蔵する. これにより, 眼球の動きを計測することができる. データは100Hzで取り込まれ, Bluetooth通信で, リアルタイムにスマートフォン, パソコンなどへ転送される. 重量は36gで, 通常のメガネと同様に装着できる.

引き起こしやすいフォームとしては, foot-strike 時の股関節の過大な内転, 膝関節の過大な内旋, および足関節の過大な外返しがある.

ランニングシューズの働きは, foot-strike 時の足関節底屈を減少させ, 前脛骨筋の活動を増大, 腓腹筋の活動を減少させ, 後足部接地へと誘導し, 歩幅を増大して歩調を減少させることである. これからのランニングシューズに求められることは, truss mechanism と windlass mechanism を維持しつつ, 踵部への衝撃を減らしていくことと考えられる.

#### 文 献

- 1) 橋本健史: 足アーチ構造の機能. 慶應医学 2004; 81: 17-21.
- 2) Elftman, H: The transverse tarsal joint and its control. Clin Orthop 1960; 16: 41-6.
- 3) Kokubo T., Hashimoto T., Nagura T., et al. Effect of the posterior tibial and peroneal longus on the mechanical properties of the foot arch. Foot Ankle Int 2012; 33: 320-5.
- 4) Mann RA. Overview of foot and ankle biomechanics. In: Disorders of the foot and ankle. Jahss MH, editor. New York: W.B. Saunders; 1991. 385-408.
- 5) Bogey RA, Gitter AJ, Barnes LA. Determination of ankle muscle power in normal gait using an EMG-to-

- force processing approach. J Electromyogr Kinesiol 2010; 20 (1): 46-54.
- 6) Slocum DB, James SL. Biomechanics of running. JAMA 1968; 205 (11): 721-8.
- 7) Phinyomark A, Osis S, Hettinga BA, et al. Kinematic gait patterns in healthy runners: A hierarchical cluster analysis. J Biomech 2015; 48 (14): 3897-904.
- 8) Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, et al. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. Br J Sports Med 2002; 36 (2): 95-101.
- 9) Pohl MB, Mullineaux DR, Milner CE, et al. Biomechanical predictors of retrospective tibial stress fractures in runners. J Biomech 2008; 41: 1160-5.
- 10) Willy RW, Manal KT, Witvrouw EE, et al. Are mechanics different between male and female runners with patellofemoral pain? Med Sci Sports Exerc 2012; 44: 2165-71.
- 11) Noehren B, Davis I, Hamill J. Prospective study of the biomechanical factors associated with iliotibial band syndrome. Clin Biomech 2007; 22 (9): 951-6.
- 12) Messier SP, Pittala KA. Etiologic factors associated with selected running injuries. Med Sci Sports Exerc 1988; 20 (5): 501-5.
- 13) Kuhman DJ, Paquette MR, Peel SA, et al. Comparison of ankle kinematics and ground reaction forces between prospectively injured and uninjured collegiate cross country runners. Hum Mov Sci 2016; 47: 9-15.
- 14) Hashimoto T, Inokuchi S. The kinematic study of the ankle joint instability during gait due to the rupture of lateral ligaments. Foot Ankle Int 1997; 18: 729-34.

- 15) 橋本健史, 池澤裕子, 星野 達ら: 歩行時における靴の機能についての運動学的検討. 靴の医学 2003; 17: 92-5.
- 16) 橋本健史, 池澤裕子, 谷島 浩ら: 歩行時における靴の機能についての運動学的検討—windlass mechanism に対する効果について—. 靴の医学 2004; 18: 76-80.
- 17) Hollander K, Heidt C, Van der Zwaard BC, et al. Long-Term Effects of Habitual Barefoot Running and Walking: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc* 2017; 49 (4): 752-62.
- 18) Fredericks W, Swank S, Teisberg M, et al. Lower extremity biomechanical relationships with different speeds in traditional, minimalist, and barefoot footwear. *J Sports Sci Med* 2015; 14 (2): 276-83.
- 19) Lucas-Cuevas AG, Priego Quesada JI, Giménez JV, et al. Initiating running barefoot: effects on muscle activation and impact accelerations in habitually rearfoot shod runners. *Eur J Sport Sci* 2016; 16 (8): 1145-52.
- 20) Kanoh S, Ichi-nohe S, Shioya S, et al. Development of an eyewear to measure eye and body movements. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2015; 2015: 2267-70.
- 21) Assaiante C, Amblard B. Ontogenesis of head stabilization in space during locomotion in children: influence of visual cues. *Exp Brain Res*. 1993; 93 (3): 499-515.
- 22) 木畑実麻, 橋本健史, 勝川史憲. 加速度計を内蔵したメガネ型ウェアラブルセンサーとモーションキャプチャーによるデータとの相関性について—ランニングフォーム異常の早期発見にむけて—. *日本臨床スポーツ医学会誌* 2018; 26: 423-9.



総 説

## 子ども靴に必要な 10 の機能

### 10 essential functions about children's shoes

<sup>1)</sup>日独小児靴学研究会

<sup>2)</sup>塩之谷整形外科

<sup>3)</sup>ウェルネス&シューサロンフラウプラッツ

<sup>1)</sup>Japan & German Children's Shoe Science Study Group

<sup>2)</sup>Shionoya Orthopedic Clinic

<sup>3)</sup>Welness & Shoe Salon Frau Platz

塩之谷 香<sup>1)2)</sup>, 伊藤 笑子<sup>1)3)</sup>

Kaori Shionoya<sup>1)2)</sup>, Emiko Ito<sup>1)3)</sup>

**Key words** : 子ども靴 (Children's shoes), 機能 (Function), 日独小児靴学研究会 (JAGSS)

#### 要 旨

日本では子ども靴についての規格は統一されたものがなく、各メーカーによって表記が異なる事が多い。また、流行によって左右されたり、子どもの足の成長にとって悪影響を及ぼすと思われるような靴が多く市販されており、それを親が買い与えていたりする。それは靴選びに対する知識のなさを物語っている。筆者は靴外来 20 年を通して、靴によると思われる子どもの足のトラブルを数多く診てきた。では「良い子ども靴はどれか？」と親に問われても、足の成長段階によって異なる条件もあれば、一貫して必要な条件もある。子ども靴が有すべき機能を挙げ、各成長段階で重視すべき点を見分ける目を持つための指標として整理した。

#### 緒 言

筆者は自院と関連病院で靴外来を始めて 20 年

(2018/1/11 受付)

連絡先 : 塩之谷香 〒441-8134 愛知県豊橋市植田町関取 54

Tel 0532-25-2115 Fax 0532-25-5941

E-mail : kaori@shionoya.net

が経つ。適切とはいえない構造の靴を数多く目の当たりにし、誤った靴選びによる足のトラブルを診察してきた。適合した靴をきちんと履いている子どもはまだまだ少ないのが実情である。

子ども靴への消費者の関心は深まってきたと感じているが、靴選びに際しては「どんな靴が良いですか?」「どこのブランドが良いですか?」などという問いがほとんどである。

子どもの靴の選択は保護者の役割ではあるが、判断する指標が整っておらず、あやふやな知識と判断で子どもが好むキャラクターのついた靴や流行の靴などを買い与えている場合も多い。子ども靴に必要な機能はそれぞれの子どもの年齢や足の形、疾病の有無や運動能力によっても異なり、「良い子ども靴」という表現では不明瞭である。

筆者は 2016 年より日独小児靴学研究会 (JAGSS) を共同代表として立ち上げ、外部講師を招いて子どもの足と靴について学ぶ志をもった熱意ある受講者たちと共に研鑽を積んでいる。この会で子どもの靴に必要な機能をわかりやすく示し、メーカー間の定義の相違や成長段階を踏まえた靴選択のための客観的な指標を挙げて広く普及することを目的とした。



図1. 上：初診時に着用していた靴。支持性、固定性に欠ける。下：選んで履き替えさせた靴。固定性、屈曲性とも適正である。

## 結 果

子ども靴に必要な条件を検討し、1) 軽量性、2) フィット性、3) 安定性、4) 支持性、5) 固定性、6) 屈曲性、7) 衝撃緩衝性、8) グリップ性、9) 通気性、10) 耐久性を靴選択の際に考慮すべき項目として挙げた。

子どもの成長過程において必要な条件は異なる。例えば、歩き出す前の乳児が履くファーストシューズには、まず靴を履くことに慣れさせるための段階としての軽量性は必要である。しかし体重も軽く、それほど運動量が多いわけではないので耐久性は不要である。まだ歩き始めたばかりの幼児の歩行は不安定なため、屋外での歩行動作を獲得するためには、軽量性とフィット性だけでなく、安定性が必要である。歩き始めからしばらく経ち、幼稚園に入園する3才以前には、1人で歩く、階段を登る、走る、という動作に発展するが、まだ足関節の動揺性も大きく、安定性に加えて、支持性が求められる。

歩行が安定し、活動量が増える幼児期には幼稚

園などの集団生活の中で多様な動きや運動をする機会も増えるため、固定性や屈曲性が必要となってくる。体育やスポーツを始めるようになる小学生には屈曲性やグリップ性だけでなく、運動量や体格の増加も著しいため、耐久性なども欠かせない。また、サッカーや野球などの特定の機能に特化した靴や用途に応じての靴の履き分けも必要になってくる。

どの時期を通じても皮膚の衛生面より通気性は必須である。

## 症 例

靴の機能が立位・歩行に大きく影響していたと思われる症例は多いが、代表的な症例を供覧する。症例1：5才女児。転倒しやすいことは以前からあったが、両膝関節の痛みを夜間に訴えて来院。膝関節の診察で異常はなく、運動時に履いていた靴をみると屈曲性はあるものの軟らかすぎてMP関節とは一致しておらず支持性・固定性に欠ける靴であり、足囲も適合していなかった。適切なサイズの、支持性・固定性・屈曲性のある靴に変更



図2. 上：膝・足関節の外反が強く，自立・歩行が困難であった．下：支持性の高い靴により，安定した立位が取れ，間もなく歩行が可能となった．

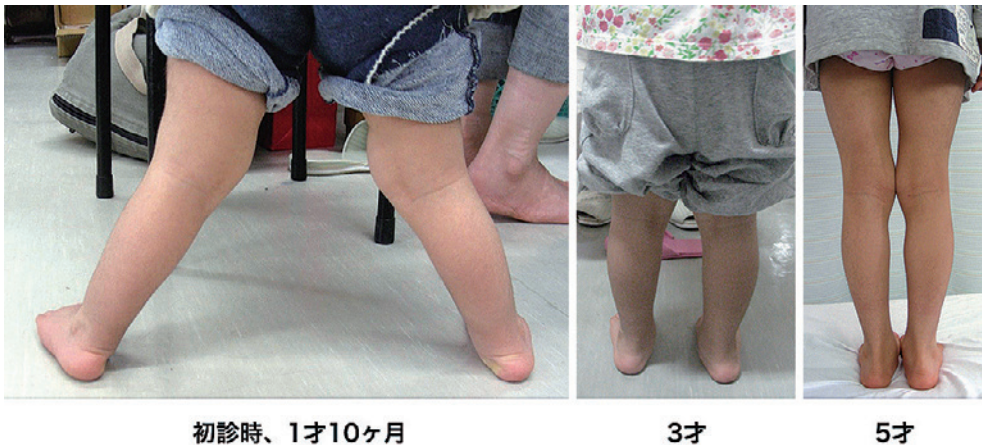


図3. 程度の強いX脚であったが，成長とともに正常な形態に変化した．

させたところ，2週間後の再診時には膝関節の疼痛は消失していた．また，転倒しにくくなったという保護者からの報告があった．(図1)

症例2：1才10ヶ月女児．つかまり立ちはできるものの，まだ歩行はできないという訴えで来院．関節弛緩性が強く立位時に膝関節が強度に外反し，立位保持が維持できない．固定性，支持性の

良好な靴を履かせたところ，立位時の膝関節の外反が抑制されて安定した立位がその場で取れるようになった．(図2) 1ヶ月後の再診時には歩行が可能となっていた．小児整形外科に受診させたが系統疾患は発見されず，5才まで経過を観察したが下肢形態は正常に発達した．(図3)



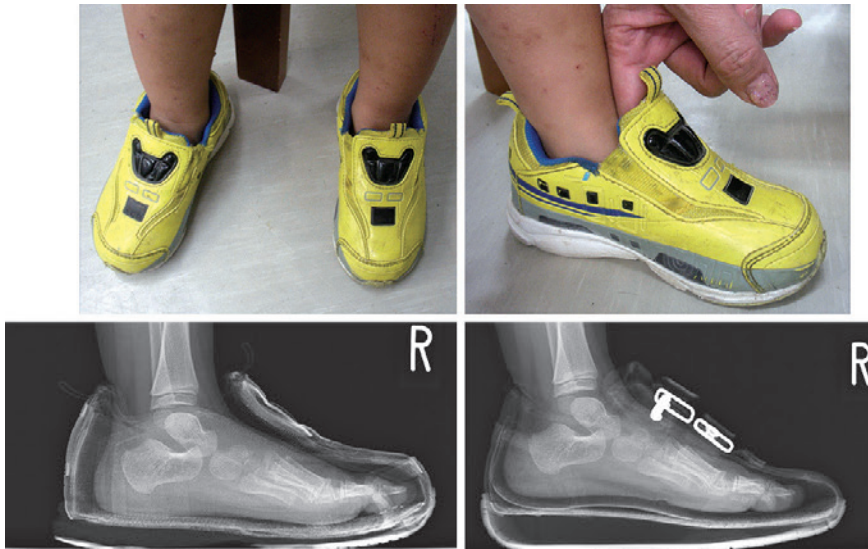


図4. 上：乗り物を模した靴。スリップオンでフィット性、固定性に欠ける。左下：その着用時。踵、甲がゆるく前滑りしている。右下：適正と思われる靴。踵、甲に隙間は見られない。



図5. 左：履き口が広く、留め具がないためフィット性がない。中：後足部が軟らかく芯材が入っておらず支持性がない。右：底が厚くて容易に曲がらず、屈曲性に欠ける。

## 考 察

子どもの足は生下時から3才までにかけての成長が著しく、足長は2才頃に成人の約半分に達する<sup>1)</sup>。生下時の足根骨は距骨と踵骨に骨化核を見る

のみであり、他の足根骨は4-5才頃までに骨化核が出現し<sup>2)</sup>、骨化の進行は約13年を要する<sup>3)</sup>。歩行が始まる頃の子どもの骨は軟骨部分が大きく、この時期に異常な負担がかかることは避けるべきである。子どもの足のアーチ形成が可能であるかど

うかは3才までにほぼ決まり<sup>2)</sup>, 4-5才の間にアーチ形成がはっきりし<sup>3)</sup>, 3才から6才頃にかけてしっかりした足に発達していく時期となる<sup>4)</sup>. 歩行も両腕を広く広げてバランスの取れないワイドベースのよちよち歩行から, 安定した大人型の歩行を獲得する5-6才までの足部形態・運動能力などの質・量は, その後に比べて圧倒的な変化を示す<sup>3)</sup>. 佐藤らは文献2)において子ども靴に必要な機能について列挙している. 後足部の「フィット性」を向上させるためのベルトの位置, MP 関節での背屈を可能にさせる「屈曲性」, 足根骨を支えるための補強, つまり「支持性」などである.

子ども靴に必要な機能を備えていない靴が非常に多く氾濫しているため, 消費者としても靴選びの指標がないことによって判断に困るということがしばしばきかれる.(図4, 5)

各指標について数値化をすることは困難であるが, 屈曲部位がMP 関節に一致することや, 足根骨を保持するような支持性が子ども靴に必要なことという知識すらない保護者も多いため, 「このようなことに気をつけて靴を選ぶとよい」ということだけでも最低ラインとして示すことができると考える.

もちろんどのような靴を履いていたとしても問題を生ぜず, 疼痛を起こすことなく成長していく子どもも多い. しかし, 下肢の疼痛を訴えて来院する子どもたちの足部や靴を見ると, 他の医療機関では靴の問題が見逃されているし, 親も気がついていない場合がほとんどである<sup>5)</sup>.

適切なサイズを選び, 正しく履くこと, また消

耗した靴を履き続けたい, などという基本的な事項にも留意すべきであることは言うまでもない. 靴選びに関して歴史の浅い本邦で靴についての意識を根付かせるためには幼い頃からの公的な教育が必要であり, 教育機関を通じて広めていく必要があると考える<sup>6)</sup>.

## 結 語

「良い子ども靴」というだけではなく, 必要な機能を具体的に示した. 「それぞれの子どもに適した靴」を各年代や活動性に応じて選ぶため, 指標となる項目を保護者に提示していきたい.

## 補 足

必要な10項目はわかりやすい言葉を用いて網羅したつもりであるが, 決定されているものではなく, 他に考慮する必要がある機能があれば指摘いただければ幸いである.

## 文 献

- 1) 伊藤笑子, 塩之谷香, ベーレ・ルッツ. 日独小児靴学研究会 (JAGSS) テキスト. 編集中.
- 2) 佐藤雅人. 子どもの足と子ども靴. 靴の医学 2006; 20 (2): 6-13.
- 3) ウィリアム・A・ロッシ, ロス・テナント. プロフェッショナルシューフィッティング. 第1版. プレジデント社. 東京: 日本製靴株式会社; 1987. p12.
- 4) 伊藤笑子, 阿部 薫. 幼稚園児における足アーチ形成過程の時系列的検討. 靴の医学 2010; 24 (2): 114-8.
- 5) 塩之谷香, 片瀬真由美, 宮崎康介, 他. 不適切な靴が原因と考えられる成長期の下肢障害. 靴の医学 2008; 22 (2): 83-8.
- 6) 吉村真由美. 子どものための靴教育・シューエデュケーション<sup>®</sup>. 人間生活工学 2013; 14 (2): 19-24.

コラム

## 足底挿板は前屈姿勢の脊椎アライメントを変化させる

### Using the foot orthosis changes the flexion alignment of the spine

<sup>1</sup>浜脇整形外科病院 リハビリテーション科

<sup>2</sup>浜脇整形外科病院 整形外科

<sup>1</sup>Dept of Rehabilitation, Hamawaki Orthopedic Hospital

<sup>2</sup>Dept of Orthopaedic Surgery, Hamawaki Orthopedic Hospital

船引 達朗<sup>1</sup>, 橋本 渉<sup>1</sup>, 浜脇 純一<sup>2</sup>

Tatsuro Funabiki<sup>1</sup>, Wataru Hashimoto<sup>1</sup>, Jyunichi Hamawaki<sup>2</sup>

**Key words** : 足底挿板 (foot orthosis), DYMOCO インソール (DYMOCO insole), 脊椎アライメント (spinal alignment), スパイナルマウス (spinal mouse)

#### 要 旨

本研究は、足底挿板が脊椎アライメントに与える影響について検討した。

対象は、健康成人男性 27 名に対し足底挿板を挿入する前後で、静止立位姿勢、前屈姿勢、後屈姿勢について脊椎傾斜角、胸椎後弯角、腰椎前弯角、仙骨傾斜角を計測した。静止立位姿勢、後屈姿勢においては、脊椎傾斜角、胸椎後弯角、腰椎前弯角、仙骨傾斜角いずれも足底挿板の挿入前後で有意な差は認めなかった。前屈姿勢で、脊椎傾斜角と仙骨傾斜角は有意に増加し、胸椎後弯角は有意に減少した (それぞれ  $P < 0.05$ )。足底挿板挿入は、前屈姿勢で脊椎傾斜角と胸椎アライメントおよび仙骨アライメントを変化させることが示唆された。

#### a) 緒 言

入谷は、腰部を含む下肢の疼痛性疾患の関節アライメント不良に対して姿勢制御を目的とした足底板療法の有用性を報告している<sup>1)</sup>。また村田の報

(2017/10/30 受付)

連絡先 : 浜脇整形外科病院 〒730-0051 広島県広島市中区大手町 4-6-6  
TEL 082-240-1166 FAX 082-240-1122  
E-mail : info@hamawaki.or.jp

告から、インソールは足趾把持機能を高め、立位バランスに一定の効果があるとしており<sup>2)</sup>、足底挿板は関節アライメントや姿勢制御、身体作業効率の観点から何らかの効果があると思われる。しかし、脊椎アライメントへの影響に関する報告は渉猟しえない。そこで今回は足底挿板が静止立位姿勢、前屈姿勢、後屈姿勢にどのような影響を与えるかを検討した。

#### b) 対象と方法

対象は、健康成人男性 27 名 (年齢 22 歳 ~ 42 歳) で本研究の趣旨を理解し、同意を得た。また、当院の倫理審査委員会の承認を得て行い (承認番号 : 2017005 番)、利益相反関係にある企業はない。

対象に対して足部の内側縦アーチ、外側縦アーチ、横アーチをサポートする Dynamic move control system<sup>3)</sup> (以下 : DYMOCO) の 3 軸アーチパッド (図 1) を挿入する。図 1 は、ベースインソールの足底面に 3 軸アーチパッドを貼った状態を示す。パッドサイズは被検者の足底面に仮装着し、足部の内側縦アーチ、外側縦アーチ、横アーチをそれぞれ支持していることを確認して決定した。

脊柱形状計測には、Index 社製 Spinal mouse<sup>®</sup> (図 2)<sup>4)</sup> を用いて被検者を肩幅で自然立位姿勢を





図1. 【3軸アーチパッド】



図2. 【測定機器】 Spinal mouse®

1. 静止立位姿勢

2. 前屈姿勢

3. 後屈姿勢

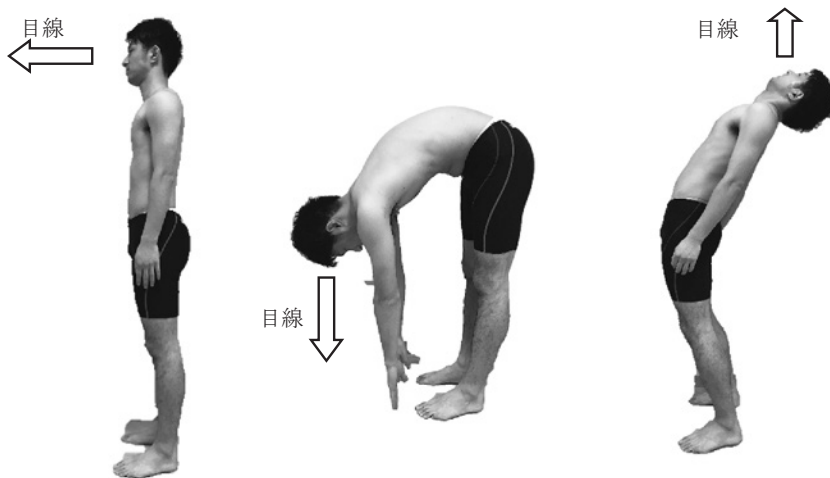


図3. 【測定肢位】

とらせ、3軸アーチパッドの挿入前後で、静止立位姿勢、前屈姿勢、後屈姿勢で測定した。(図3)計測項目は(1)脊椎傾斜角(Th1~S1への直線と垂線との間の角度)、(2)胸椎後弯角(Th1~Th12までの脊柱全体の弯曲角度)、(3)腰椎前弯角(Th12~S1までの脊柱全体の弯曲角度)、(4)仙骨傾斜角(仙骨体の輪郭線と垂線のなす角度)

とした。(図4)計測方法は、裸足で図3の姿勢で体表から計測器を頸部から仙骨までをトレースすることで、コンピュータソフトウェア上に図4の角度が算出されるものである。脊柱の彎曲の角度表記は+が後彎、-が前彎を示す。計測回数は、各項目3回測定しその平均値を用いた。

統計学的解析は、足底挿板挿入前後の各算出値

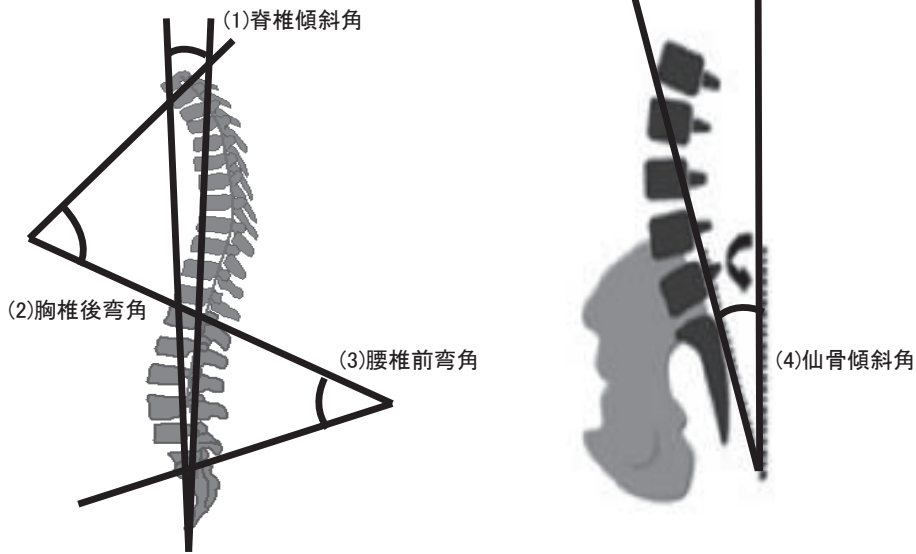


図4. 脊柱形状計測

について対応のあるt検定を用いて検討した(有意水準は5%未満とした)。

### c) 結 果

表1に、静止立位姿勢での脊柱と仙骨角度を示す。静止立位姿勢では、足底挿板挿入前は脊椎傾斜角  $1.74 \pm 3.16$  度、胸椎後弯角  $40.93 \pm 8.1$  度、腰椎前弯角  $-22.85 \pm 6.88$  度、仙骨傾斜角  $12.11 \pm 5.76$  度であった。足底挿板挿入後は脊椎傾斜角  $1.78 \pm 2.83$  度、胸椎後弯角  $40.74 \pm 7.21$  度、腰椎前弯角  $-20.7 \pm 7.65$  度、仙骨傾斜角  $10.7 \pm 5.76$  度の結果より足底挿板挿入前後で統計学的有意差は認められなかった。

表2に、前屈姿勢での脊柱と仙骨角度を示す。前屈姿勢では、足底挿板挿入前は脊椎傾斜角  $108.63 \pm 12.82$  度、胸椎後弯角  $58.93 \pm 12.27$  度、腰椎前弯角  $41.3 \pm 10.6$  度、仙骨傾斜角  $59.33 \pm 11.19$  度であった。足底挿板挿入後は脊椎傾斜角  $111.44 \pm 12.18$  度、胸椎後弯角  $56.11 \pm 12.24$  度、腰椎前弯角  $43.19 \pm 9.59$  度、仙骨傾斜角  $61.85 \pm 10.24$  度であった。前屈姿勢で脊椎傾斜角と仙骨傾斜角は有意に増加し ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ )、胸椎後弯角は有

表1. 静止立位姿勢における脊柱アライメント

	挿入前 平均値/標準偏差	挿入後 平均値/標準偏差
脊椎傾斜角(度)	$1.74 \pm 3.16$	$1.78 \pm 2.83$
胸椎後弯角(度)	$40.93 \pm 8.1$	$40.74 \pm 7.21$
腰椎前弯角(度)	$-22.85 \pm 6.88$	$-20.7 \pm 7.65$
仙骨傾斜角(度)	$12.11 \pm 5.76$	$10.7 \pm 5.78$

表2. 前屈姿勢における脊柱アライメント

	挿入前 平均値/標準偏差	挿入後 平均値/標準偏差
脊椎傾斜角(度)	$108.63 \pm 12.82$	$111.44 \pm 12.18^*$
胸椎後弯角(度)	$58.93 \pm 12.27$	$56.11 \pm 12.24^*$
腰椎前弯角(度)	$41.3 \pm 10.6$	$43.19 \pm 9.59$
仙骨傾斜角(度)	$59.33 \pm 11.19$	$61.85 \pm 10.24^{**}$

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

表3. 後屈姿勢における脊柱アライメント

	挿入前	挿入後
脊椎傾斜角(度)	$-29.59 \pm 11.01$	$-30.56 \pm 12.44$
胸椎後弯角(度)	$33.52 \pm 14.55$	$32.56 \pm 11.45$
腰椎前弯角(度)	$-30.81 \pm 12.15$	$-31.19 \pm 12.09$
仙骨傾斜角(度)	$-10.44 \pm 11.72$	$-10.59 \pm 12.08$

意に減少した ( $P < 0.05$ ).

表3に、後屈姿勢での脊柱と仙骨角度を示す。後屈姿勢では、足底挿板挿入前は脊椎傾斜角  $-29.59 \pm 11.01$  度、胸椎後彎角  $33.53 \pm 14.55$  度、腰椎前彎角  $-30.81 \pm 12.15$  度、仙骨傾斜角  $-10.44 \pm 11.72$  度であった。足底挿板挿入後は脊椎傾斜角  $-30.56 \pm 12.44$  度、胸椎後彎角  $32.56 \pm 11.45$  度、腰椎前彎角  $-31.19 \pm 12.09$  度、仙骨傾斜角  $-10.59 \pm 12.08$  度の結果で足底挿板挿入前後いずれも有意差はなかった。

#### d) 考 察

今回の結果より、なぜ前屈姿勢において脊椎傾斜角と仙骨傾斜角は増加したのだろうか？岩橋は、足底板の足圧分布の変化と関節中心と床反力作用線と距離の変化によるモーメント作用について報告している<sup>5)</sup>。入谷は、足底挿板により足から上位分節への運動連鎖を基盤として姿勢を制御すると述べている<sup>6)</sup>。米村らも、腰部脊柱管狭窄症に対して歩行バランスの改善を目的に動的足底挿板を挿入し、良好な治療成績を得たとしているが<sup>7)</sup>、骨盤から脊椎の運動連鎖 (Kinematic chain) に関する検討は十分になされていない。

そもそも運動連鎖は、“kinematic chain” という機械工学の言葉であるが、Steindlerによって身体運動に隣接する関節間の運動のつながりを示すために、身体運動学に導入されたのが始まりである<sup>8)9)</sup>。

そしてこの運動連鎖が足から下腿、大腿、骨盤へと連鎖していくことを上行性運動連鎖と捉え、Khamis や Yizhar によると、荷重下で足底に外側ウェッジを挿入して距骨下関節を回内させた状態での下腿、大腿の回旋の程度と骨盤の傾斜角度の変化を測定し、ウェッジの有無で、骨盤の前傾角度が異なると報告している<sup>10)</sup>。建内も下肢運動連鎖において骨盤前傾と骨盤前方回旋はどちらも距骨下関節の回内と連動すると報告している<sup>11)</sup>。つまり距骨下関節の回内は、脛骨を内旋させ、膝関節を外反、大腿骨を内旋させ、そして、

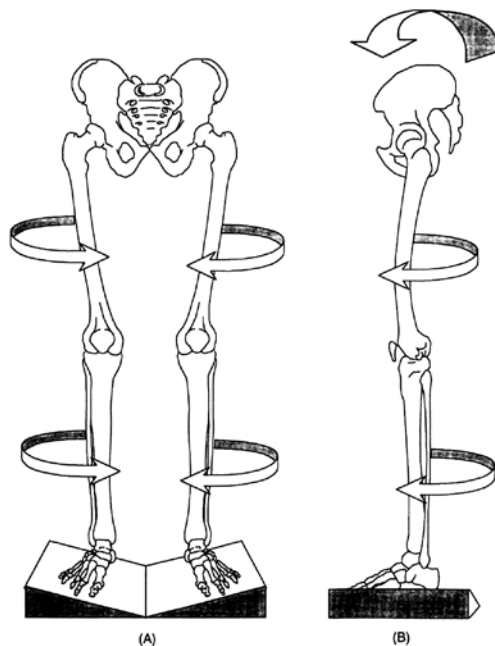


図5. 距骨下関節回内における下腿、大腿および骨盤への上行性運動連鎖 (文献9より引用)

骨盤を前傾させる。一方、距骨下関節の回外は、脛骨、大腿骨および骨盤に対して逆の運動に作用するとしている (図5)<sup>7)</sup>。本研究結果においても前屈姿勢で脊椎傾斜角と仙骨傾斜角が有意に増加 (表2) しているから、足底挿板により足から上行性に運動連鎖が生じ、距骨下関節回内、下腿・大腿内旋、骨盤前傾が誘導された結果、脊椎前屈角度を示す脊椎傾斜角が増加したと推察される。

前屈姿勢において脊椎傾斜角と仙骨傾斜角が増加する一方で、胸椎後彎角は有意に減少している ( $P < 0.05$ )。安川らは、体幹前屈時に胸椎後彎角が大きく、腰椎前彎角が減少し体幹軸運動角度保持に胸椎後彎が寄与していると示している<sup>12)</sup>。本研究結果 (表2) より足底挿板を挿入することにより、足から上行性に運動連鎖が生じわずかな骨盤の前傾運動が可能となり、仙骨と脊椎全体の傾斜角が増加したと思われる。その結果、相対的に胸椎の後彎角は減少したものと考えられる。大石は、腰仙椎部のアライメントは胸椎のアライメントお

よび可動性に大きく影響しているとしており<sup>13)</sup>、今回の結果もその報告を裏付ける結果となった。

以上のことから、足底挿板が足から上行性に運動連鎖した結果、前屈姿勢において仙骨から胸腰椎までの脊椎セグメントへ連鎖を起し、より円滑な前屈姿勢に作用することが示唆された。

### e) 結 語

1. 足底挿板が姿勢の違いにより脊椎アライメントに与える影響を検討した。

2. 足底挿板の挿入により前屈姿勢で脊椎傾斜角、仙骨傾斜角増加と胸椎後弯角減少の上行性運動連鎖を示した。

3. 足底挿板の挿入により脊椎セグメントが変化し前屈角度が増大することが示された。

### 文 献

- 1) 入谷 誠. 足部評価とインソール. *The journal of clinical physical therapy* 2013; 16: 1-9.
- 2) 村田 伸. 足趾把持機能を高めるインソールの開発. *Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy* 2016; 6 (3): 139-43.

- 3) <http://www.orthotics-society.or.jp/visitor/dymoco/index.html> (2018.1.5 時点)
- 4) <http://spinalmouse.jp/>
- 5) 岩橋洋子. 足底板の効果についての検討. *理学療法学* 第42回日本理学療法学会大会抄録集 2006; 34 (supple 2): セッション ID999.
- 6) 入谷 誠. 足部機能とインソール (スポーツ障害のリハビリテーション—運動連鎖のアプローチ). *Monthly book medical rehabilitation* 2011; 10: 113-8.
- 7) 米村仁洋. 腰部脊柱管狭窄症に対する足元からのアプローチ動的足底挿板 (DYMOCO) の応用. *靴の医学* 2016; 29 (2): 84-8.
- 8) 佐藤洋一郎. 運動連鎖とエビデンス 2011; 22 (1): 17-25.
- 9) Steindler A. *Kinesiology of the human body under normal and pathological conditions*. 1977. 5th ed. Springfield, IL: Charles C Thomas.
- 10) Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait Posture* 2007; 25: 127-34.
- 11) 建内宏重. 「下肢運動連鎖の基礎知識」股関節と下肢運動連鎖. *臨床スポーツ医学* 2013; 30: 205-9.
- 12) 安川貴子, 入江一憲. 腰痛を有する女子ダンサーの体幹前後屈時の胸腰椎彎曲と仙骨傾斜の特徴. *日本体育大学紀要* 2012; 41 (2): 153-60.
- 13) 大石純子. 胸椎の彎曲の変化が腰仙椎のアライメントに与える影響. *東海北陸理学療法学会誌* 2011; 27: ROMBUNNO.O-051 (CD-ROM).

コラム

## 木造軸組構法住宅の法改正と小児靴における安全基準の一考察

# A study of safety of children's shoes: from the viewpoint of wooden framing construction on method

<sup>1)</sup>日独小児靴学研究会

<sup>2)</sup>有限会社 荒木毅建築事務所

<sup>3)</sup>塩之谷整形外科

<sup>4)</sup>ウェルネス & シューズサロン・フラウブラッツ

<sup>1)</sup>Japan & Germany Children's Shoe Science Study Group, <sup>2)</sup>Takeshi Araki Architects a Limited Company

<sup>3)</sup>Shionoya Orthopedic Clinic, <sup>4)</sup>Wellness & Shoe Salon Frau Platz

青山 祐美<sup>1)2)</sup>, 塩之谷 香<sup>1)3)</sup>, 伊藤 笑子<sup>1)4)</sup>

Yumi Aoyama<sup>1)2)</sup>, Kaori Shionoya<sup>1)3)</sup>, Emiko Itoh<sup>1)4)</sup>

**Key words** : 小児靴 (children's shoes), 木造軸組構法住宅 (the wooden framing construction on method house), 建築基準法 (The Building Standard Law of Japan), 引抜き力 (Pull-out force), 安全基準 (safety standards)

## 要 旨

「足は身体の土台」という比喩はよく耳にする  
が、この「土台」という言葉は建築用語である。

筆者は木造住宅の設計に従事しており、足部の  
役割として比喩される建築用語から両者の類似性  
に着目した。しかし、揺れや動きへの対応では両  
者に相違が見られる。日本の既製小児靴には統一  
された安全基準がない。一方、建築には建築基準  
法による最低基準や技術的指針がある。

阪神・淡路大震災における木造軸組構法住宅の  
倒壊要因の1つは基礎と土台の接合部における引  
抜き力であり、靴から足部にも引抜き力による捻  
挫や転倒の可能性が高まると考える。筆者は小児  
靴の技術的指針と安全基準を示すために、靴の構

成要素を抽出し、建築基準法の法改正による仕様  
規定や役割と照合した。

## 緒 言

足部の役割には基礎および土台、距腿関節の形  
状がほぞ継ぎ<sup>1)</sup>と建築用語に比喩される(図1)も  
の、足部や靴と建築の類似性に関する研究は見  
当たらない。筆者は木造住宅を中心とした建築設  
計に従事しながら小児靴について学んでいる立場  
から、足部および靴と建築の類似性を探ることと  
した。

筆者が両者の類似性を探る理由は揺れや動きに  
あり、その安全性の相違にある。身体が立位時に  
微小に動揺するように、建築物にも常時微動が存  
在する。また、歩行や運動時に大きく動くように、  
地震力や風圧力により建築物にも外力がかかる。  
その揺れに対する安全性では、日本の小児靴は各  
メーカー毎の独自のものであり、統一された基準  
がない。一方、建築には生命、健康などの保護を

(2018/01/05 受付)

連絡先: 青山 祐美 〒160-0007 東京都新宿区荒木町  
11-8 アメニティハウス 202  
TEL 03-6380-6046  
E-mail take1120011@yahoo.co.jp



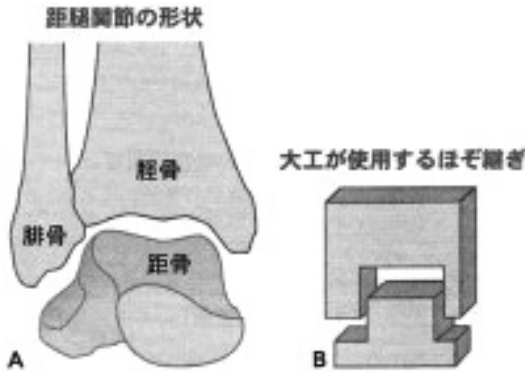


図1. 比較される建築用語

目的とした全国一律の建築基準法<sup>2)</sup>があり、地震被害により検討が行われている。阪神・淡路大震災<sup>3)</sup>により甚大な被害を受けた木造軸組構法住宅（以後、木造住宅）の倒壊原因の1つは引抜き力に抵抗できない構造であったため、2000年に大きく改正（以後、法改正）された。

本研究の目的は、阪神・淡路大震災を教訓とした木造住宅における基礎、基礎と土台の接合部（以後、接合部）における法改正に着目し、建築基準法の観点から日本の小児靴における安全基準を示すこととした。

### 対象と方法

足部および靴の対象範囲は、MP関節を支点とした屈曲位置から踵骨までの後足部とし、建築の対象範囲は、阪神・淡路大震災で被害の集中した2階建て木造住宅とした。ただし、本研究では木造規定の面積による適用除外は考慮していない。

まず足部および靴と木造住宅における比喩の適合では、建築大辞典、建築基準法を用いて探った。次に接合部と基礎の法改正による役割<sup>4)</sup>と仕様規定を示した上で、靴の構成要素を整理、抽出した。さらに小児靴に必要な機能を抽出、分析した。

### 結 果

まず類似性による比喩の照合では、「足は身体の土台」ではなく「足部の骨は身体の土台」となっ

た。両者の類似性は、足部の骨と土台では、骨、底面、トラス、凹凸、joint、靴と基礎では、保護、高さ、接地、必需品、引抜き力の類似性が見られた。次に阪神・淡路大震災を教訓とした法改正による接合部と基礎では、接合部には役割や規定や技術的指針を示した。なお法改正による規定を靴と照合するにあたり、靴の構成要素を整理した。さらに法改正による役割を「子ども靴に必要な10の機能<sup>5)</sup>と照合し、靴の機能性へと置換した。

まず足部は身体の一部、靴は装着するもののように、木造住宅は木造部分とコンクリートの基礎（布基礎）から構成されている。

足部の骨は身体の骨格、土台は木造住宅の骨組を構成する要素である。足部の骨は骨格の底面、土台も木造部分の最下部で底面に位置する。足部は内側・外側縦アーチと横アーチ、隅部の土台と斜め材の火打ち土台によりトラスを構成する。足部の距腿関節も木造住宅の柱と土台の形状も図1のように凹凸形状である。関節も接合部も英語でjointであり、関節は靭帯で連結し、土台と柱の接合部は補強金物で緊結させることが改正により規定された。

靴は足部を保護する役割を持ち、踵や甲を覆う高さがあり、靴底で地面に接地するものである。図2のように基礎は土台を保護する役割、雨の跳ね返しから土台の濡れを防ぐために地面から立ち上がり高さがあり、底盤で地盤に接地するものである。現代生活において靴は外出時の必需品であると共に、足部に引抜き力を発生させるものである。基礎は規定により木造住宅の必需品であると共に、水平力により基礎と土台や柱の接合部に回転モーメントによる引抜き力を発生させるものである。筆者は歩行時におけるMP関節を支点としたMPモーメント<sup>6)</sup>により靴を屈曲させる力を足部における引抜き力と定義した。（図3）

接合部には風圧力や地震力などの水平力によって引き起こされる土台の浮き上がりやずれなどの動きを防ぐ役割がある。そのため技術的指針としてアンカーボルトやホールダウン金物などの接合

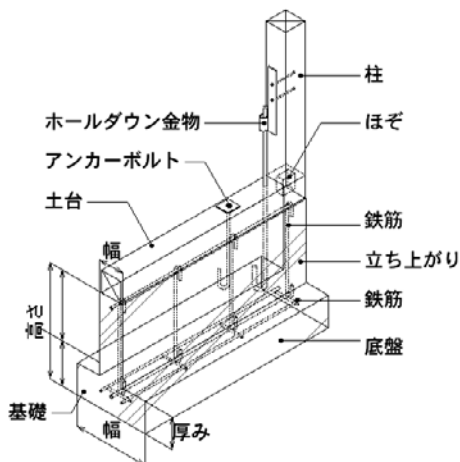


図2. 木造軸組構法における用語と布基礎仕様

金物の形状や耐力，設置位置により引抜き力に抵抗する仕様が規定された。

次いで基礎梁と底盤で構成される基礎には，建物の荷重を地盤へ伝達し，建物を安全に支持する役割がある。基礎梁には底盤から伝わる反力に耐え，底盤の変形を抑える役割がある。そのため技術的指針として基礎梁を構成する立ち上がり部分の幅と高さ，鉄筋（主筋）の種類や径などが規定された。基礎底盤には建物の荷重を地盤へ伝える役割を持つように，技術的指針として底盤を構成する幅と厚み，鉄筋（補強筋）の径や間隔などが規定された。また基礎のコンクリートにも鉄筋が入り，使用するコンクリートや鉄筋などの品質も規定により耐久性が向上した。

なお法改正による仕様規定や技術的指針を靴と照合するにあたり，靴の構成要素を整理した。菅野<sup>7)</sup>は靴の構造の材料を甲，裏，中敷，中底，月形しんと先しん，シャンク，表底としている。岡崎<sup>8)</sup>は靴の基本構造を皮革，かかと，アッパーとしている。大塚<sup>9)</sup>は，甲の部分の表・裏全体を総称して甲革（Upper Leather），爪先芯（Box Toe），月形芯（Counter）とし，甲には靴紐などの締着具としている。近藤<sup>10)</sup>は現代の革靴として靴底と甲部の材料としている。また靴紐は子どもの発達



図3. 足部と土台に発生する引抜き力

によるため締着具としてベルトも追加した。

以上からこの研究における靴の構成要素は紐やベルト，アッパー（甲と裏），中敷，カウンター（月形しん），シャンク，靴底と整理した。（図4）

以下は改正による仕様規定や技術的指針を靴の構成要素と照合したものである。

「足部と小児靴の隙間には運動により足部が靴から脱げないように紐やベルトなどの留め具を用いて固定する留め具の形状や強度，取り付け位置が重要である。アッパーと靴底で構成される小児靴は体重を地面に伝達し，身体を安全に支持する役割がある。アッパーには靴底から伝わる反力に耐えるためにアッパーを構成する踵部分において未完全な足根骨を正しい位置にて保護する踵回りの幅や高さによる形状と，カウンターの材質や強度，靴底から伝わる反力に耐えるためシャンクの材質や強度が必要である。靴底には体重を地面に伝えるための材質や硬度，小児靴全体には素材や品質が必要である。」

また大塚<sup>9)</sup>は靴には機能性が求められると述べており，法改正による役割を「子ども靴に必要な

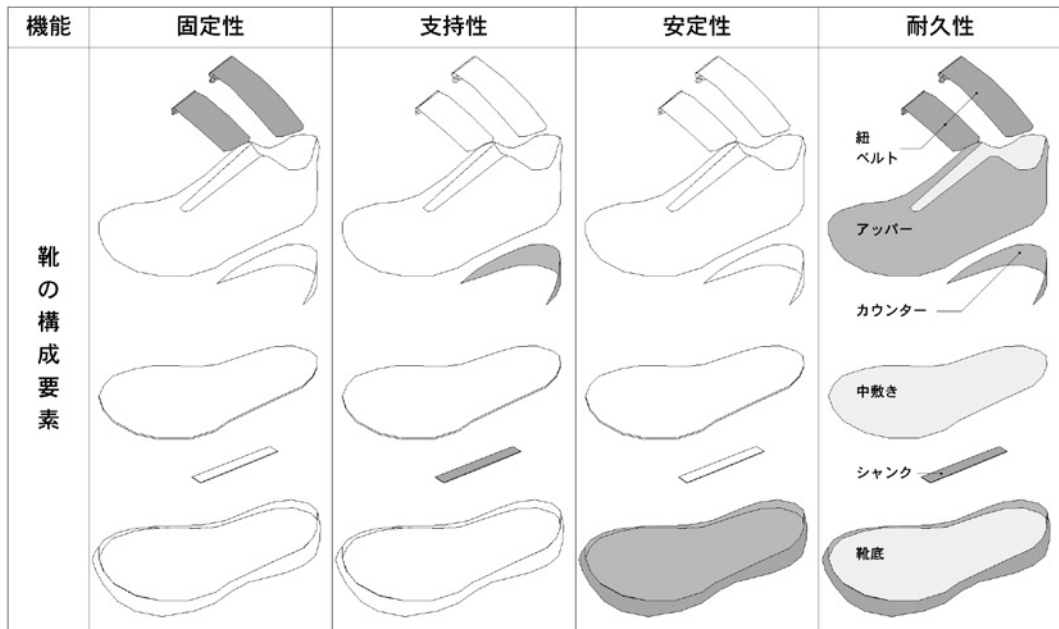


図4. 靴の構成要素と機能

10の機能」と照合し、靴の機能性へと置換した。図4のように接合部は紐やベルトなどの留め具であり不適切な動きを制限する固定性、基礎梁はカウンターであり足根骨を支える支持性、底盤は靴底であり関節の負担を軽減する安定性、小児靴には素材や品質による耐久性となった。

### 考 察

足部および靴と木造住宅における比喩の照合からは、土台は足部の骨であることから、比喩は正しくないと言える。そして足部の骨と土台からは凹凸とjoint、靴と基礎からは引抜き力が重要な要素であると考えられる。

阪神・淡路大震災の調査報告によると木造住宅の倒壊要因の1つが引抜き力に抵抗できない構造であったように、小児の足部と靴においても抵抗できない構造の靴は子どもの捻挫や転倒などの可能性が示される。子どもの足は未完成の凹凸jointである距腿関節により身体を支えているために、足部と靴を一体化させて引抜き力に抵抗できる靴の

固定性が重要であり、小児靴には支持性、安定性、耐久性が必要と言える。

筆者は子どもの生命、健康などの保護を目的とした小児靴の最低基準として固定性、支持性、安定性、耐久性の4つの機能を示したい。また基礎と土台の接合部、基礎の役割と仕様規定から置換した小児靴の仕様も図5の対比表により技術的指針として示したい。

本研究では木造建築における面積による適用除外を考慮しなかったが、この適用除外は小児の体格などによるものと比較できると考える。そのため今後は小児の年齢や体重などを考慮し、外力に抵抗できる引抜き力の算定により多角的な基準や技術的指針を検討していきたい。

### 結 語

阪神・淡路大震災を教訓とした建築基準法の観点から、日本における小児既製靴の安全基準として固定性、支持性、安定性、耐久性の4つの機能が必要と考えた。また法改正の役割と仕様規定か

足部および靴	類似	建築	小児靴	照合	木造建築
身体動揺	微小な揺れ	常時微動	生命, 健康の保護	目的	生命, 健康の保護
歩行や運動	動き	地震や風力(外力)	紐, ベルト	固定性	アンカーボルト(接合金物)
小児靴	相違	木造軸組構法住宅	靴が脱げない	役割	土台の浮き上がりやずれ防止
各メーカー独自	安全基準	全国一律	位置, 形状	技術的指針	位置, 形状, 定着長さ
	見直し	地震被害により改正	踵部分/靴底	支持性	立ち上がり/底盤
足部	類似性	土台	カウンター	役割	立ち上がり部分
骨格	骨	骨組	身体を安全に支持する		建物を安全に支持する
骨格の位置	底面	木造架構の底面	踵回りの幅と厚みによる形状	技術的指針	幅と厚み
縦・横アーチ	トラス	土台と火打ち土台	素材や強度		鉄筋の種類や径
距腿関節の形状	凹凸	土台と柱の形状	シャンク	役割	底盤部分
関節(英語)	joint	接合部(英語)	床反力に耐える		底盤の変形を抑える
靴	類似性	基礎	素材や強度	技術的指針	幅と厚み, 鉄筋の種類や径
足部	保護	土台	靴底	支持性	底盤
踵や甲を覆う	高さ	立ち上がり	体重を地面に伝える	役割	荷重を地盤に伝える
靴底	接地	底盤	幅と厚み	技術的指針	幅と厚み, 鉄筋の径や間隔
外出時	必需品	木造建築	靴全体	支持性	基礎全体
MP モーメント	引抜き力	回転モーメント	素材の品質	役割	材料の品質
			安全基準	技術的指針	最低基準

図 5. 足部と靴における対比表

ら示した既製小児靴における安全基準と技術的指針は, 子どもの安全性を向上させる靴の選択指標の一助になると考える。

謝辞: ご協力頂いた株式会社細田工務店 齊藤年男氏に深謝する。支えてくれた家族に感謝する。

## 文 献

- Mansfield PJ, Neumann DA. エッセンシャル・キネシオロジー. 第2版. 東京: 南江堂; 2015. 302.
- 建築基準法/建築基準法に基づく主要な告示. 基本建築関係法令集 [法令編]/[法令編]. 国土交通省住宅局建築指導課建築技術者試験研究会. 東京: 井上書院; 2017.
- 岡野 健. 木造住宅の耐震. 日本木材学会. 1996. 11-34/142-6.
- 大橋好光, 齊藤年男, 佐藤 隆他. ひとりで学べる住宅基礎の構造設計演習帳. 第3版. 東京: 一般財団法人日本建築センター; 2017. 169-73.
- 塩之谷香. 子ども靴に必要な10の機能. 靴の医学 2017; 31: 87.
- 宮崎信次, 山本澄子. 健常者平地裸足歩行時の中足指節関節モーメント. バイオメカニズム 1994; 12 (0): 243-52.
- 菅野英二郎. 人と靴. 繊維消誌. 繊維製品消費科学 1977; 18 (2): 11-15.
- 岡崎哲也, 梅津祐一, 蜂須賀研二. 基本構造とチェックポイント. 日本義肢装具学会誌 2000; 16: 169-73.
- 大塚 斌. 快適な靴とは. 繊維消誌. 繊維製品消費科学 1995; 36 (11): 18-24.
- 近藤四郎. 足と靴の科学. 繊維消誌. 繊維製品消費科学 1995; 36 (10): 13-9.

## 編集委員会からの謝辞

(靴の医学) 査読者の先生がたには、お忙しいなか、丁寧、迅速かつ親身に査読をしていただき、本当に感謝しております。編集委員会を代表して深甚なる謝意を表します。本当にありがとうございました。

### 2018 年度査読担当者

青木 孝文	秋山 唯	池澤 裕子	井上 敏生	印南 健
宇佐見則夫	内田 俊彦	浦辺 幸夫	大内 一夫	大塚 和孝
奥田 龍三	落合 達宏	門野 邦彦	北 純	倉 秀治
小久保哲郎	佐本 憲宏	塩之谷 香	庄野 和	杉本 和也
須田 康文	高尾 昌人	田代宏一郎	谷口 晃	鳥居 俊
野口 昌彦	羽鳥 正仁	平石 英一	星野 達	安田 義
安田 稔人	矢部裕一郎			

(敬称略)

靴の医学 編集委員長 橋本 健史



# 日本靴医学会 会則

## (名称)

第1条 本会は、“日本靴医学会”(英文で表示する場合は、The Japanese Society for Medical Study of Footwear) と称する。

## (目的および事業)

第2条 本会は、靴の医学的知識と技術の進歩、普及をはかり、学術文化の向上に寄与することを目的とする。

第3条 本会は、第2条の目的達成のためにつきの事業を行う。

1. 学術集会および講習会などの開催
2. 会誌・図書などの発行
3. その他、本会の目的達成に必要な事業

## (会員)

第4条 会員は、本会の目的に賛同するつぎの者とする。

1. 正会員 日本国の医師免許証を有する個人、あるいは別に定める規定により承認された個人で、別に定める年会費を納める者。
2. 準会員 靴医学についての専門知識と技術を有する正会員以外の個人と法人で、別に定める年会費を納める。
3. 賛助会員 本会の事業を賛助し、別に定める年会費を納める個人または団体。
4. 名誉会員 本会の進歩発展に多大な寄与、特別に功労のあった者で、評議員および総会で承認された日本および外国に在住する個人。

## (入会および退会)

第5条 正会員、準会員および賛助会員として入会を希望する者は、所定の申し込み書に必要事項を記入して本会事務局に申し込

む。理事会の承認を受けたのち、当該年度の年会費の納入をもって会員としての権利を行使できる。

1. 名誉会員として承認された者は、入会の手続きを要しない。本人の承諾をもって会員となることができ、年会費を納めることを要しない。
2. 退会希望者は、退会届けを本会事務局に提出する。退会に際しては、正会員、準会員および賛助会員で年会費に未納があるときは、これを完納しなくてはならない。再度入会を希望するときは、第5条一項に規定する入会手続きをとり、会員であった期間の未納年会費があれば、これを納入する。
3. 正会員、準会員および賛助会員で、正当な理由なく2年間会費を納入しない者は、理事会および評議員会の議を経て除名することができる。再度入会を希望するときは、第5条一項に規定する入会手続きをとり、会員であった期間の未納年会費を納入する。
4. 本会の規定に背く行為、本会の名誉を損なう行為のあった会員は、理事会および評議員会の議を経て除名する。

## (役員および理事会)

第6条 本会に下記の役員を置く

1. 理事長 1名
2. 理事 若干名
3. 監事 2名

二. 理事長は理事会で互選によって選出する。  
三. 理事および監事は評議員の中から理事会で推薦し、評議員会および総会で承認する。

四. 役員任期は2年とし、再任を妨げない。

第7条 理事長は本会を代表し、会務を総括する。  
二. 理事は本会の代表権を有し、理事会を組

織して会務（庶務、財務、渉外、学術、各種委員会）を執行する。

- 三. 理事会に副理事長を置く。
- 四. 監事は本会の財産および業務の執行を監査する。
- 五. 理事会は理事長が必要に応じて招集し、理事会の議長は理事長とする。
- 六. 次の事項は理事会で審議し、評議員会の決議を経て総会の承認を得なければならない。
  1. 学術集会の会長、副会長の選出
  2. 理事および監事の選出
  3. 事業報告、事業計画、予算、決算に関する事項
  4. 会則の変更
  5. その他、特に必要と考えられる事項

（評議員および評議員会）

- 第8条 本会に評議員を若干名置く。
- 二. 評議員は、正会員の中から理事会の議を経て理事長が委嘱する。任期は2年とし再任は妨げない。
  - 三. 評議員は評議員会を組織し、第7条六項に規定する本会の運営に関する重要事項を審議する。
  - 四. 評議員会は年1回、理事長が招集する。
  - 五. 理事長が必要と認めるとき、および理事または評議員の1/3以上、正会員の1/4以上から開催の請求があったとき、理事長は評議員会を1ヶ月以内に招集しなければならない。
  - 六. 評議員会の議事は出席者の過半数をもって決定する。
  - 七. 名誉会員は評議員会に出席して意見を述べることはできるが、決議には参加できない。
  - 八. 評議員会の議長は第10条に規定した学術集会会長とする。

（総会）

- 第9条 総会は第4条に規定した正会員をもって

組織する。

- 二. 通常総会は年1回、学術集会期間中に理事長が招集する。
- 三. 臨時総会は理事会からの請求があったとき、理事長はこれを招集しなくてはならない。
- 四. 総会では第7条六項に規定する重要事項を審議し、承認する。
- 五. 総会の議長は出席者の過半数をもってこれを決する。
- 六. 総会の議長は第10条に規定した学術集会会長とする。

（学術集会会長および学術集会）

- 第10条 学術集会を年1回開催するため、会長および副会長をおく。副会長は次年度の学術集会を開催する会長予定者とする。任期はその集会にかかわる期間とする。
- 二. 会長および副会長は理事会において理事および評議員の中から推薦し、評議員会および総会で承認する。副会長は会長を補佐し、会長に事故あるときにはその職務を代行する。
  - 三. 会長は学術集会を主催し、学術集会の発表演題の採否を決定する。
  - 四. 会長は、その任期中に開催される評議員会と総会の議長をつとめる。
  - 五. 会長および副会長は評議員の身分であっても理事会に出席して意見を述べることができる。ただし理事会の決議には参加できない。

- 第11条 会員は参加費を支払い、学術集会に参加することができる。
- 二. 学術集会での発表の主演者および共同演者は、原則として正会員、準会員、名誉会員とする。
  - 三. 会長は本会の会員以外の者を学術集会に招いて、講演、シンポジウムなどの演者を依頼することができる。
  - 四. 本会の会員以外でも、会長の承認を得て

学術集會に特別参加し、主演者および共同演者として発表することができる。

- 五. 四項に該当する者が機関誌に投稿を希望する場合には、臨時会費として当該年度の年会費を納入しなければならない。

(委員会)

第12条 本会の活動のため、理事会の議を経て各種委員会を置くことができる。

(経費)

第13条 本会の経費は会費およびその他の収入をもってあてる。

(事業年度)

第14条 本会の会計年度は、毎年8月1日に始まり翌年の7月31日に終わる。

(附則)

第15条 本会則は平成20年10月4日から適用する。

#### 年会費細則

第1条 年会費について、正会員は10,000円、個人準会員は8,000円および法人準会員は登録者1名あたり13,000円とし、当該年度に全額を納入すること。

第2条 賛助会員の年会費は10,000円以上とし、当該年度に全額を納入するものとする。

第3条 正会員、準会員および賛助会員で正当な理由なく2年間会費を納入しない者は理事会、評議員会を経て除名する事ができる。

附則) この細則変更は、理事会で審議し、評議員会の決議を経て、総会の承認を要するものとする。

#### 内規

##### 1. 名誉会員に関する内規

国籍の如何を問わず、本会の進歩発展に多大な寄与、特別の功労のあった者とする。理事会推

薦し、評議員会および総会で承認を得なければならない。

##### 2. 正会員に関する内規

1) 靴医学についての専門知識を有し、本会の発展に大きな寄与をなすと考えられ、2人以上の評議員から推薦を受けた者。

2) 準会員として10年以上本学会に所属して本会の発展に貢献した者。

3) 準会員で筆頭演者(著者)として、学会学術集會の演題発表または「靴の医学」論文号への論文掲載が合計で2回(編)以上を満した者。

##### 3. 理事および評議員に関する内規

1) 理事は12名以内とする。

2) 評議員の定員は定めない。

3) 理由なく理事会あるいは評議員会を2年連続欠席した役員は、任期途中であっても、当該役員会終了時に退任とする。

4) 70歳を越えた役員は、次の役員会終了時に定年とする。

##### 4. 見舞金・香典に関する内規

見舞金等については、役員逝去の場合のみ、香典・生花を事務局より送る。その他、有志一同で行うには、個人の自由とする。

##### 5. 法人準会員に関する内規

1) 法人準会員は、入会時に担当者数を登録し、会費納入時にこれを変更できる。

2) 法人準会員は、入会時に当該法人に属する個人の氏名を担当者として登録し、会費納入時にこれを変更できる。

3) 登録された担当者は個人準会員に準じた権利義務を有する。

##### 6. 当内規は平成25年9月27日より施行する。

## 日本靴医学会機関誌「靴の医学」投稿規定

1. 著者・共著者は、全て日本靴医学会会員に限る。  
ただし、本学会が依頼ないしは許可した場合は、この限りでない。
2. 論文は未発表のものに限る。
3. 投稿原稿は、別に定める細則に従い作製し、定められた締切日までに、定められた場所へ送る。  
投稿締め切り日は厳守する。
4. 投稿は原著論文と、それ以外の寄稿に分ける。  
原著論文は科学論文としての正当性と再現性を要する。  
原著論文の原稿は下記の形式と順序に従い執筆する。
  - 1) 表紙には下記の事項を記載する
    - a) 表題名（英文併記）
    - b) 著者・共著者（5名以内）（英文併記）
    - c) 著者・共著者の所属機関（英文併記）
    - d) 著者の連絡先住所、電話番号、Fax番号、E-mailアドレス
  - 2) 論文要旨（300字以内）  
キーワード（5個以内、英文併記）
  - 3) 本文は下記の事項を記載する
    - a) 緒言
    - b) 対象と方法
    - c) 結果
    - d) 考察
    - e) 結語
  - 4) 文献は10編以内とする。文献は本文中での引用順位に番号を付け配列する。本文中では上付きの番号を付けて引用する。4名を超える著者は「他」，“et al.”を添え、省略する。雑誌名の省略は、和文では雑誌に表示された略称、欧文雑誌ではIndex Medicusの略称に従う。文献の記載法を次に記す。
    - a) 雑誌は、著者名（姓を先）、標題名、雑誌名、西暦発行年；巻：最初の頁-最後の頁。  
Justy M, Bragdon CR, Lee K, et al. Surface damage to cobalt-chrome femoral head prostheses. J Bone Joint Surg Br 1994;76:73-7.  
石塚忠雄. 新しい老人靴の開発について. 靴の医学 1990;3:20-5.
    - b) 単行本は、著者名（姓を先）、表題、書名、版、編者、発行地：発行者（社）；発行年、引用部の最初頁-最後頁。  
Ganong WF. Review of medical physiology. 6th ed. Tokyo:Lange Medical Publications;1973. 18-31.  
Maquet P. Osteotomies of the proximal femur. In:Osteoarthritis in the young adult hip. Reynolds D, Freeman M, editors. Edinburgh:Churchill Living-stone;1989. 63-81.

寺山和雄. 頸椎後縦靱帯骨化. 新臨床外科全書 17 巻 1. 伊丹康人編. 東京：金原出版；1978. 191-222.

5) 図・表説明は、理解に必要十分で、簡潔かつ本文と重複しない。

6) 図・表を細則に従い作製し、図・表の挿入個所は本文中に指定する。

図・表は個人が特定できないものとする。

5. 原稿は和文、常用漢字、新かな使いとし、簡潔であることを要する。学術用語は「医学用語辞典（日本医学会編）」、「整形外科用語集（日整会編）」、「足の外科学用語集（日本足の外科学会編）」に従う。論文中の固有名詞は原語、数字は算用数字、度量衡単位は SI 単位系を用いる。日本語化した外国語はカタカナで、欧米人名はアルファベットで記載する。英語は文頭の一字のみを大文字で記載する。商品名・会社名などの記載は、再現の為に必然性のある場合のみとし、単なる宣伝や商行為と思われる場合はこれを禁止する。
6. 原稿は製本時組み上がり 4 頁以内を原則とする。（図・表は原稿用紙 1 枚と数え、400 字詰原稿用紙でほぼ 14 枚以内となる。）
7. 原稿は査読の後、編集委員会で掲載を決定する。編集委員会は、内容について、修正を要するものや疑義あるものは、コメントを付けて書き直し求める。また、編集委員会は、著者に断ることなく、不適切な用語・字句・表現などを修正または削除することがある。
8. 日本靴医学会学術集会で発表し、かつ規定期間内に投稿した論文の掲載料は、規定の頁数までを無料とする。それ以外の投稿の掲載料は、有料とする。また、別刷り、超過分、カラー印刷、特別に要した費用に関しては全て自己負担とする。ただし、本学会が依頼または許可した場合は、この限りでない。
9. 原稿は、原則、返却しない。

付則 本規定は平成 18 年 4 月 1 日から適用する。この規定の変更には、理事会、評議員会の承認を要する。



## 「靴の医学」投稿規定細則

1. 日本靴医学会学術集会で発表した論文は、1ヶ月以内に投稿する。  
それ以外の投稿は随時受付ける。
2. 原稿はCD-Rに焼き、プリントしたハードコピー（図表も含む）を1部添えて下記に送付する。  
日本靴医学会「靴の医学」編集部  
〒114-0024 東京都北区西ヶ原3-46-10（株）杏林舎内  
FAX:03-3910-4380 e-mail:edit@kutsuigaku.com
3. 全てのファイルはWindowsで開きかつ読めるものとする。
4. 原稿の文章は、WindowsのWordで開き、読めるように作製し、kutsu\_xxxx.doc（xxxxは著者名の小文字アルファベット）のワード・ファイル（拡張子doc）として保存する。また、同じ文章をkutsu\_xxxx.txtのテキストファイル（拡張子txt）としても保存する。
5. 写真は画質が著しく劣化するので、オリジナルの画像ファイルから作製し、発表時のパワーポイントの写真を利用しない。  
画像ファイルの形式は、TIFF（\*.tif）が望ましい。ファイル名はkutsu\_xxxx\_fig\_n.tif（nは図の番号、枝番はa, b, c…を後に付ける）とする。デジカメでよく利用されるJPEG（\*.jpg）形式の画像ファイルは、保存を繰り返すたびに画質が劣化するので、JPEGを利用する際には、保存時、必ず高画質、低（無）圧縮を選択する。  
解像度は、掲載希望サイズの実寸で300dpi（1インチ当たり300ドット）以上を厳守する。前述の説明が不明の場合は、デジカメで撮影したオリジナルのファイルを添付し、希望サイズをハードコピーに明記する。「靴の医学」はB5サイズ2段組なので、幅140mmで横1枚、70mmで横2枚の図がおさまる。  
図のサイズ、解像度、上下左右、白黒かカラー（自己負担）かはファイルの通りとするので、プリントしたハードコピーで読者が十分判読できることを十分確認し、貼付する。  
組写真は必然性のあるものに限り、事前に1枚の写真に合成して提出する。
6. グラフは発表時のパワーポイントのグラフを利用しない。Excelなど、グラフを作製したプログラムで作成されるファイルを投稿する。写真と同様、希望のサイズにプリントし、読者が判読できる事を確認する。ファイル名はkutsu\_xxxx\_fig\_n.xls（Excelの場合、nは図の番号）とする。
7. 表は発表時のパワーポイントの表を利用しない。Excelなど、表を作製したプログラムで作成されるファイルを投稿する。写真と同様、希望のサイズにプリントし、読者が判読できる事を確認する。ファイル名はkutsu\_xxxx\_tab\_n.xls（Excelの場合、nは表の番号）とする。
8. 表紙と同じ情報と、原稿の本文、写真、図、表に使用したアプリケーション（プログラム）名とそのバージョン番号を、それぞれWindowsのノートパッドなどで、テキストとしてread\_xxxx.txtのファイルに保存する。
9. 原稿の文章、写真、図、表、read\_xxxx.txtを、印刷し貼付する。カラー印刷を希望する場合は、カラーの見本プリントを同封し、カラー印刷を希望する旨を明記する。
10. CDの表面に「靴の医学」、著者名、投稿年月日、e-mailアドレスを明記する。

付則 本細則は平成18年4月1日から適用する。本細則の変更は、理事会、評議員会へ報告する。

## 編集後記

テニスの大坂なおみ選手が大活躍をしています。昨年の全米オープンでのグランドスラム日本人初優勝、今年の全豪オープンでの連続グランドスラム優勝と、破竹の勢いで、遂にWTA ランキングトップに立ちました。2年ほど前からそのパワフルなショットを見て、いつかはグランドスラムで優勝するのではないかと考えていたのですが、早くも現実となりました。彼女の言葉で印象的なものが“Patience and positive”です。“けっして感情に左右されず、冷静に客観的に物事を判断しつつ、かつ積極的に行動する”ということでしょうか。テニスだけでなく、人生全般に通用する非常に示唆に富んだ深い言葉だと思いました。

さて、本号には昨年、2018年9月23、24日に大関賞会長のもと、両国のKFC Hall & Roomsで開催された第32回日本靴医学会学術集会の発表論文が主に掲載されております。大変盛り上がった学会であったと記憶しております。まず、宇佐見則夫理事長より、「靴医学会の現状と展望」という巻頭言を頂きました。会員数の増加と他学会との交流活発化および委員会活動活発化を期するという力強いお言葉を頂きました。会員皆で精進していきたいと思っております。マダム由美子、山田泰之の両先生からは教育講演を御投稿いただき、深野、大谷、小久保の各先生からはシンポジウムの発表原稿を御投稿いただきました。会員に資するところ大であると思っております。また、私、橋本からランチョンセミナーの拙文を投稿させていただきました。それぞれの原著発表論文もすばらしい内容です。今後もしばしば、御研究を続けられるように願います。

いよいよ、来年2020年は東京オリンピックパラリンピックです。日本靴医学会としてもぜひ、サポートしていければと思います。

編集委員長 橋本健史

入会申し込み 新規入会を希望される方は、事務局へ郵送かFaxでお申し込み下さい。  
詳細は、ホームページ (<http://www.kutsuigaku.com>)にてご確認下さい。

理事長	宇佐見則夫								
副理事長	羽鳥正仁	内田俊彦	大関 覚	奥田 龍三	北 純				
理事	井上敏宏	杉本和也	須田 康文	田中 康仁	仁木 久照				
監事	佐田英一	和田郁雄							
評議員	町田孝文	秋山唯	阿部 薫	池澤 裕子	印南 健次				
	青木幸夫	遠藤拓	大内 一夫	大塚 孝治	奥村 庄裕				
	浦合達宏	門野邦彦	金澤 和貴	倉 秀治	畔柳 裕二				
	小久保哲郎	佐々木克則	笹原 潤	塩谷 香	嶋 洋明				
	常徳 剛	庄野 和信	竹内 一馬	田代 一郎	谷口 晃一				
	鳥居 貴章	西井 幸達	野口 昌彦	橋本 健史	平石 英義				
	安田 稔人	矢部 裕一朗	松本 芳樹	矢代 裕夫	安田 義由				
	早稲田明生		吉野 伸司	吉村 一朗	吉村 真由				
名誉会員	石井清一	井口 傑	大久保 衛	加藤 哲也	加藤 宏				
	木下光雄	君塚 葵	小林 敏	佐藤 雅人	島津 晃一				
	新城 孝道	高倉 義典	高橋 公	寺本 司	中嶋 寛之				
	松浦 義和	松崎 昭夫	山崎 信寿	山本 晴康	横江 清司				

(2019年3月現在、50音順)

靴の医学 第32巻2号 2019年3月発行©

定価 5,400円 (本体価格 5,000円 税 400円) 送料 300円

編集・発行者 日本靴医学会

〒101-0003 東京都千代田区一ツ橋1-1-1 パレスサイドビル

株式会社毎日学術フォーラム内

FAX : 03-6267-4555

E-mail : maf-kutsuigaku@mynavi.jp

Printed in Japan

製作・印刷：株式会社 杏林舎