

## 接地足蹠形態の運動種目差

松田 繁樹・出村 慎一<sup>\*1</sup>・竹本 康史<sup>\*2</sup>・田口 隆<sup>\*3</sup>  
久保田 浩史<sup>\*4</sup>・青木 宏樹<sup>\*1</sup>

### Sole parameters of athletes from different sports

Shigeki Matsuda Shinichi Demura Yasufumi Takemoto  
Takashi Taguchi Hiroshi Kubota Hiroki Aoki

#### Summary

This study aimed to clarify the differences of sole parameters (floating-toe, thumb angle, and plantar arch) among the athletes with and without wearing their shoes during competition, and non-athletes. Subjects were male 41 judo wrestlers, 40 handball players, who have competitive experience over 4 years, and 45 non-athletes without competitive experience. Contact surface area of the soles while standing with bare feet was photographed one time per a participant using a Pedoscope. The ratio of subjects with floating-toes was significantly lower in judo wrestlers than in handball players and non-athletes and the number of floating-toes was significantly fewer in the order of judo wrestlers, non-athletes, and handball players. Although there was no significant difference on plantar arch proportion among the above groups, thumb angle was larger in handball players than in judo wrestlers or non-athletes. In conclusion, the toe condition of contact to the ground and the toe figure may differ among the athletes with and without wearing their shoes during competition.

**Key words** : sole parameter, athlete, floating-toe, thumb angle, plantar arch

#### I. 序論

立位姿勢時に身体の中で唯一地面に接するヒトの接地足蹠面は、直立姿勢の安定性や移動能力に関与する重要な部位である。ヒトの接地足蹠面については、これまでに足趾の接地状態あるいは形状、および土踏まずに関して報告がある<sup>1)2)3)4)</sup>。近年、足趾が地面に接地しない「浮き趾」について多く報告され、主に幼児を対象に、その実態が明らかにされている<sup>1)2)5)6)7)</sup>。原田<sup>1)</sup>は、5歳児の浮き趾を有する者（以下、浮き趾者）の割合が1980年と比較し、2000年では約10倍に増加していると報告している。松田ほか<sup>2)</sup>は、3歳から6歳までの幼児を対象に、浮き趾者の割合、浮き趾の本数、および浮き趾の部位等を詳細に分析し、両足において浮き趾を1本でも有する幼児は男女とも約70～80%存在すると報告している。成年の浮き趾についても、両足のうちいずれかの足趾の接地が十分でない者は男子で約65%、女子で約75%であると報告されている<sup>8)</sup>。また、高齢化が進行している現代において、高齢者の転倒との関連から足趾に関する研究が行われてい

\* 1 : 金沢大学大学院自然科学研究科  
\* 3 : 岐阜聖徳学園大学経済情報学部

\* 2 : 岐阜聖徳学園大学教育学部  
\* 4 : 岐阜大学教育学部

る。足趾あるいは足爪の異常が転倒に影響すること<sup>9)10)</sup>、足趾把持力の低下が転倒の危険性を増大させることが報告されている<sup>11)</sup>。

土踏まずは地面から受ける衝撃を吸収するクッションの役割がある<sup>12)</sup>。土踏まずの形成がない扁平足は運動能力の低下と関連し<sup>4)13)14)</sup>、また、扁平足では地面からの衝撃の吸収能力が劣るため、足部に疼痛を引き起こしたり、その疼痛を回避するために、筋活動が増加し、疲労しやすいと指摘されている<sup>15)</sup>。近年、幼児の土踏まずの形成率が低下していることが報告され<sup>1)</sup>、土踏まずはヒトの接地足底面に関する研究の対象として今もなお取りあげられている<sup>3)4)</sup>。

接地足底面の形状を変化させるものの一つに履物が挙げられる。浅見ほか<sup>16)</sup>は、裸足の幼稚園生活が幼児の接地足底形状に及ぼす影響を検討し、裸足の生活は接地面積および足幅を増加させると報告している。永田・高橋<sup>17)</sup>は、裸足運動が接地足底形態の発達、持続的な起立保持機能の発達、および抗疲労性を高めバランスコントロール機能の育成に貢献すると述べている。前述したように、近年では高齢者の転倒と関連して接地足底形態が注目されていることを考えると、幼児期の裸足生活のみならず、それ以降の靴の着用の有無が接地足底形態に及ぼす影響についても検討すべきであろう。

競技中に靴を着用しない運動種目の一つに柔道がある。裸足で競技を行う柔道選手は、足趾が靴により圧迫されることがないため、足趾が自由に動き、足趾を頻繁に利用すると考えられる。一方、ハンドボール選手のように、靴を履く選手は、靴により足部が圧迫されており、足趾の自由がそれほど利かないことが予想される。競技中の俊敏な動きを可能にするため、多くの選手は靴紐をきつく締めることにより、爪先部が圧迫されることが推測され、浮き趾の発生も多くなる可能性がある。これまでに、運動選手の接地足底形態については、水泳選手と非運動選手を対象とした報告がある<sup>18)</sup>。しかし、柔道あるいはハンドボール選手を対象に接地足底形態の運動種目差の検討は行われていない。

本研究の目的は、柔道、ハンドボール、および非運動選手を対象に、接地足底形態（浮き趾、母趾角、および土踏まず）の運動種目差を明らかにすることである。

## II. 方法

### 1. 被験者

被験者は、大学あるいは高等専門学校に通う男子柔道選手41名、ハンドボール選手40名、およ

表1 被験者特性

		柔道 (n=41)	ハンド (n=40)	非運動 (n=45)	一要因分散分析		多重比較検定
					F	p	
年齢 (歳)	Mean	17.8	19.9	19.3	13.16*	0.00	柔道<ハンド、非運動
	SD	1.7	1.8	2.2			
身長 (cm)	Mean	169.4	172.1	171.4	3.06	0.05	
	SD	4.5	5.1	5.7			
体重 (kg)	Mean	69.3	67.0	61.8	13.61*	0.00	柔道、ハンド>非運動
	SD	7.7	5.9	7.1			
競技年数 (年)	Mean	8.5	7.9				
	SD	3.2	2.3				

注) \*:  $p < 0.05$

び非運動選手45名の計126名であった（以下、それぞれ柔道群、ハンド群、および非運動群）。ハンドおよび柔道群は、4年以上の運動競技経験を有し、非運動選手は競技経験がなかった。被験者特性は表1の通りである。年齢は柔道群がハンドおよび非運動群より有意に低値を、体重は柔道およびハンド群が非運動群より有意に高値であった。競技経験年数はハンド群と柔道群間に有意な差は認められなかった（ $t=1.10$ ,  $p>0.05$ ）。被験者には口頭で測定内容を説明し、参加の同意を得た。なお、本研究の実験プロトコルは、ヒトを対象とする研究審査委員会に承認されている。

## 2. 測定方法

接地足跡面の記録には、足跡投影機（ピドスコプ VTS-151、サカモト社製）を用いた。被験者は、測定器上に裸足で両足の内側線を5～10cm離して立ち、前方の目の高さにある指標を注視しながら両手を体側に自然に垂らした直立姿勢を保持した。被験者が両足均等に体重をかけた状態になったことを確認し、接地足跡面の画像を1回撮影した。測定は接地足跡面の画像の撮影に経験豊富な大学教員および大学院生により実施された。

## 3. 足跡変数

足跡変数は、浮き趾の有無、浮き趾本数、土踏まず比、および母趾角である。浮き趾については、完全に接地していない趾を浮き趾とし、両足に1本以上浮き趾があれば「浮き趾あり」とした。土踏まずの評価には、土踏まずの評価法として従来から利用されている土踏まず比を利用した<sup>19)20)</sup>。土踏まず比は、図1に示された土踏まず面積（A）および接地足跡面積（B）を利用し、下式のように算出される。母趾角は図1の通りで、先行研究を参考にした<sup>20)</sup>。

$$\text{土踏まず比}(\%) = \frac{\text{土踏まず面積}(A)}{\text{土踏まず面積}(A) + \text{接地足跡面積}(B)} \times 100$$

## 4. 統計解析

被験者の年齢、身長、および体重の群間差の検討には、対応のない一要因分散分析を、ハンド群と柔道群の経験年数の差の検討には、対応のないt検定を用いた。年齢および体重と足跡変数の関係を検討するため、ピアソンの積率相関係数を算出した。浮き趾の有無による身長および体重の差の検討には、対応のないt検定を用いた。浮き趾者の割合の群間差については独立性の検定を用い、有意差が認められた場合、多重比較検定を行った。浮き趾者については、浮き趾の部位別に人数と割合を算出した。浮き趾本数（左足、右足、両足）、土踏まず比（左足、右足）、および母趾角（左足、右足）の群間差の検討には、対応のない一要因分散分析を用いた。本研究における統計的有意水準は5%とした。

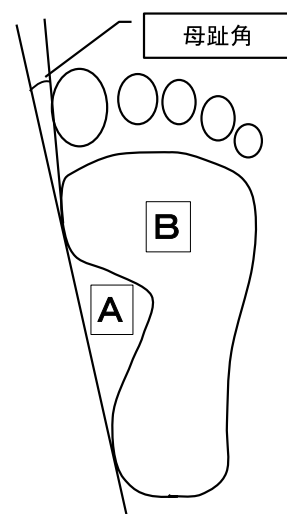


図1 土踏まず比と母趾角

## Ⅲ. 結果および考察

被験者の年齢は柔道群がハンド群および非運動群より有意に低値を、体重は柔道およびハンド群が非運動群より有意に高値であった。年齢および体重が各足跡変数に影響を及ぼす可能性があ

表2 浮き趾者の人数、割合、およびその群間差

		柔道 (n=41)	ハンド (n=40)	非運動 (n=45)	$\chi^2$	p	V 係数	多重比較検定
浮き趾あり	人数	12	31	27	19.63*	0.00	0.40	柔道<ハンド、非運動
	%	29.3	77.5	60.0				
浮き趾なし	人数	29	9	18				
	%	70.7	22.5	40.0				

注) \* :  $p < 0.05$ 

るため、年齢および体重と各足趾変数との関係を検討したが、体重と右足の母趾角 ( $r=0.204$ 、 $p<0.05$ )を除き、有意な相関は認められなかった。体重と母趾角の相関も  $r=0.204$ 、関与率0.04で低い関係であるため、体重が母趾角に及ぼす影響も少ないと考えられる。また、年齢および体重の浮き趾の有無による有意な差も認められなかった (年齢 :  $t=1.81$ 、体重 :  $t=0.173$ )。従って、本研究の結果の解釈には被験者の年齢および体重を考慮する必要はないと判断された。

浮き趾者の人数、割合、およびその群間差の検討結果を表2に示した。浮き趾者の割合は柔道群29.3%、ハンド群77.5%、非運動群60.0%であり、柔道群はハンドおよび非運動群より有意に浮き趾者の割合が少なかった。また、浮き趾本数 (両足) は柔道群、非運動群、ハンド群の順で有意に少なかった (表4)。柔道選手は、裸足で競技を行うため、足趾への靴による圧迫が少なく、また、競技中においては、足趾が直接地面と接し、動作の動きだし、切り返し、踏ん張りなどの動作を行う。このことから、足趾が底屈した形状をとり、浮き趾が少なくなっているのかもしれない。一方、ハンド群は3群の中で最も浮き趾本数が多かった。ハンドボール選手は、靴を履いて競技を行い、また、競技中の動作の俊敏性を高めるため、多くの者が靴を紐でしっかり縛る。靴による爪先部の圧迫により浮き趾が多い可能性が考えられる。

表3は、浮き趾者における浮き趾の部位を示している。浮き趾の部位は、柔道群では第5趾のみに浮き趾がみられ、左右足とも58.3%、ハンド群では左足第5趾が90.3%、第4趾が19.4%、右足第5趾が87.1%、第4および第2趾が3.2%、非運動群では左足第5趾が66.7%、第4趾が7.4%、右足第5趾が66.7%、第4趾が7.4%、第3趾が3.7%、第2趾が11.1%であった。立位姿勢時の足圧は、第1趾がその他の趾の合計よりも2倍であり<sup>21)</sup>、立位姿勢時における第1趾の

表3 浮き趾者における浮き趾の部位

		柔道 (n=12)	ハンド (n=31)	非運動 (n=27)
左足	第5趾	7人 (58.3%)	28人 (90.3%)	18人 (66.7%)
	第4趾		6人 (19.4%)	2人 (7.4%)
	第3趾			
	第2趾			
	第1趾			
右足	第5趾	7人 (58.3%)	27人 (87.1%)	18人 (66.7%)
	第4趾		1人 (3.2%)	2人 (7.4%)
	第3趾			1人 (3.7%)
	第2趾		1人 (3.2%)	3人 (11.1%)
	第1趾			

役割は重要である。動作中および立位姿勢維持においては、第1趾を主とし、内側の趾の利用が大きいと考えられる。裸足で競技を行う柔道選手は、姿勢維持や動作時において、足趾に力を入れ、足趾が直接地面をつかむように踏ん張る。このことから、その際に多く利用される内側の趾に浮き趾が見られなかったのであろう。一方、ハンドボール選手は第5趾の浮き趾が約90%であった。靴による足部の外側への圧迫が強いかもしれない。さらに、柔道選手とは異なり、第4趾あるいは第2趾にも浮き趾が見られた。第5趾以外の浮き趾は非運動選手にも見られたため、靴の着用が関与している可能性が高い。また、この結果については、選手が靴の着用により、靴の機能性に頼り、足趾の使用が少なくなっていることも関係しているかもしれない。

土踏まず比は柔道群の左足が25.8%、右足が24.6%、ハンド群の左足が28.1%、右足が27.0%、非運動群の左足が25.4%、右足が26.2%であり、土踏まず比に有意な群間差は認められなかった(表4)。幼児の土踏まずは運動能力と関係があるため<sup>4)13)14)</sup>、運動選手と非運動選手間に差があることも考えられたが、差はなかった。また、土踏まずは足趾の可動性と関連すると指摘されているため<sup>14)</sup>、競技中に足趾を頻繁に使用する柔道群の土踏まずが大きい可能性も考えられたが、結果は仮説と異なった。本研究の被験者は成人であったため、非運動選手であっても、歩行や走行を日常生活にて行っている。従って、土踏まずが相当程度、形成されていると思われる。また、足幅の大きさには限度があり、青年期以降ではほとんどのヒトで足幅は大きくならないと考えられる。それに伴い、土踏まずの大きさにも限度があるため、運動選手であっても非運動選手と差が見られなかったのかもしれない。また、足趾に比べて土踏まずは靴の影響を直接受けないことから、本結果になったと推測される。

表4のとおり、母趾角は柔道群の左足が3.6°、右足が4.5°、ハンド群の左足が7.9°、右足が7.7°、非運動群の左足が6.1°、右足が4.3°であった。母趾角は左足ではハンド群が柔道群より、右足ではハンド群が非運動群より有意に大きかった。ハンドボール選手は靴により爪先が圧迫されるた

表4 各足蹠変数の群間差

		柔道 (n = 41)	ハンド (n = 40)	非運動 (n = 45)	一要因分散分析		多重比較検定
					<i>F</i>	<i>p</i>	
浮き趾本数（左足） （本）	Mean	0.2	0.9	0.4	14.83*	0.00	柔道、非運動<ハンド
	SD	0.4	0.7	0.5			
浮き趾本数（右足） （本）	Mean	0.2	0.7	0.5	8.09*	0.00	柔道<ハンド、非運動
	SD	0.4	0.5	0.7			
浮き趾本数（両足） （本）	Mean	0.4	1.6	1.0	16.01*	0.00	柔道<非運動<ハンド
	SD	0.7	1.0	1.0			
土踏まず比（左足）	Mean	25.8	28.1	25.4	2.51	0.09	
	SD	5.3	6.7	5.8			
土踏まず比（右足）	Mean	24.6	27.0	26.2	1.60	0.21	
	SD	7.1	6.2	4.9			
母趾角（左足） （°）	Mean	3.6	7.9	6.1	5.32*	0.01	柔道<ハンド
	SD	6.3	5.0	6.4			
母趾角（右足） （°）	Mean	4.5	7.7	4.3	3.74*	0.03	非運動<ハンド
	SD	6.4	6.0	6.5			

注) \*: p<0.05



め、第1趾が内側に曲がっている可能性がある。以上より、ハンドボール選手の外側の浮き趾の増加および母趾角の増大は靴による影響が大きいと考えられる。

本研究は、被験者がいずれの群も約40名であった。結果の一般化には被験者数の更なる増大が必要であろう。

#### IV. まとめ

本研究の目的は、柔道、ハンドボール、および非運動選手を対象に、接地足蹠形態（浮き趾、母趾角、および土踏まず）の運動種目差を明らかにすることであった。その結果、浮き趾者は柔道選手がハンドボールおよび非運動選手より少なく、両足の浮き趾本数は柔道選手、非運動選手、ハンドボール選手の順に少なかった。土踏まず比は選手間に差はなかったが、母趾角はハンドボール選手が柔道あるいは非運動選手より大きかった。結論として、競技中の靴の着用の有無が足趾の接地状態および形状に影響を与えることが示唆された。

#### 文献

- 1) 原田碩三：幼児の1980年と2000年の足について 靴の医学、15；14-18、2001
- 2) 松田繁樹、出村慎一、宮口和義、春日晃章、北林保、青木宏樹、山本裕太：幼児の浮き趾の性差、年齢差、左右差および体格との関係 教育医学、54（3）；198-205、2009
- 3) 浮田咲子：A幼稚園園児の足裏について―体力・運動能力との関係― 健康とスポーツの科学、9；45-50、2003
- 4) 安部恵子：子どもの接地足蹠面の形成と体力・運動能力について 教育医学、55（3）；265-275、2010
- 5) 大貫信子、鷺田孝保、成田麻実、山田亨：幼児の浮き趾の特徴 OT ジャーナル、39（3）；261-268、2005
- 6) 大貫信子、鷺田孝保、成田麻実、山田亨：幼児の外遊び量と浮き趾出現の比較 作業療法、24（5）；461-472、2005
- 7) 内田俊彦、藤原和郎、佐々木克則、横尾浩、中野勲：幼稚園児の足型計測（第2報） 靴の医学、17（2）、40-44、2002
- 8) 恒屋昌一、白井永男：健康成人における直立時の足趾接地の実態 理学療法学、33（1）；30-37、2006
- 9) 山下和彦、野本洋平、梅沢淳、宮川晴妃、川澄正史、小山裕徳、斎藤正男：高齢者の足部・足爪異常による転倒への影響 電気学会論文誌、124（10）；2057-2063、2004
- 10) Helfand A. E.: Foot impairment: an etiologic factor in falls in the aged 1966. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 97（4）；304-309、2007.
- 11) 木藤伸宏、井原秀俊、三輪恵、神谷秀樹、島沢真一、馬場八千代、田口直彦：高齢者の転倒予防としての足指トレーニング効果 28（7）；313-319、2001
- 12) 原田碩三：幼児の土踏まずと運動能力 保健の科学、24（9）；654-659、1982
- 13) Lin C. J., Lai K. A., Kuan T. S., Chou Y. L.: Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in pre-school children. *Journal of pediatric orthopedics*, 21（3）；378-382、2001.
- 14) 野田雄二：足の裏からみた体、講談社、東京、1998
- 15) Otman S., Basgöze O., Gökce-Kutsal Y.: Energy cost of walking with flat feet. *Prosthetics and Orthotics International*, 12（2）；73-76、1988.
- 16) 浅見高明、石島繁、渋川侃二：裸足の幼稚園生活が身体の形態・機能、ならびに足蹠形状に及ぼす影響について 体育科学、18；83-94、1990
- 17) 永田晟、高橋健：直立姿勢保持とはだし運動教育―足底形態と安定性の関係― 姿勢研究、6（1）；13-18、1986
- 18) 青木宏樹、出村慎一、松田繁樹：青年男女の浮き趾と足裏形態の性差、左右差および体格との関係 教育医学、54（3）；206-212、2009

- 19) 小山吉明、藤原勝夫、池上晴夫、岡田守彦：幼児の足の形態発育について 体育学研究、26（4）：317-325、1982
- 20) 根本芳男：幼児の接地足跡発育変化に関する研究 体育学研究、11（2）：110-115、1966
- 21) Tanaka T., Hashimoto N., Nakata M., Ito T., Ino S., Ifukube T.: Analysis of toe pressures under the foot while dynamic standing on one foot in healthy subjects. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 23（3）；188-193, 1996.

