

### 3. 大学女子柔道選手における足趾力とバランス能力、 浮き趾および競技力との関係

東京学芸大学大学院 鈴木くるみ  
帝京科学大学 松井 高光  
東京学芸大学 久保田浩史

キーワード：足趾力、バランス能力、浮き趾

### 3. The relationships between toe strength and balance ability, floating toes, and judo competitiveness in university female judo athletes

Kurumi SUZUKI (Tokyo Gakugei University)  
Takamitsu MATSUI (Teikyo University of Science)  
Hiroshi KUBOTA (Tokyo Gakugei University)

Key words : toe strength, balance ability, floating toes

#### **Abstract**

The present study aimed to examine the relationships between toe strength and balance ability, toe strength and floating toes, and toe strength and judo competitiveness for university female judo athletes. Toe strength was measured, balance ability was evaluated, and floating fingers were judged for 34 female athletes (age,  $20.1 \pm 1.1$  years; height,  $159.3 \pm 6.2$  cm; weight,  $62.9 \pm 12.2$  kg; and competition years,  $13.8 \pm 2.2$ ) in the university judo club. As results, there were no significant relationships between the toe strength and balance ability, the toe strength and floating toes, the toe strength and judo competitiveness. Thus, the relationships between the toe strength and balance ability, the toe strength and floating toes, the toe strength and judo competitiveness were clarified to be low in university female judo players.

## I. 緒言

足趾力は、上肢における握力に相当するものとされ、短母指屈筋、長母指屈筋、虫様筋、短指屈筋、長指屈筋の作用により起こる複合運動による力と定義されている<sup>1)</sup>。足趾力は特に理学療法分野で注目され、バランス能力に関係し、足趾力低下は、転倒に影響し<sup>2)</sup>、高齢者の転倒の要因の一つとしても挙げられている<sup>3)</sup>。また、平衡調整能力と足趾力の間には、因果関係があること<sup>4)</sup>、足趾力が大きければ動的バランス能力に優れていること<sup>5)</sup>、バランス感覚には足趾力が関連していること<sup>2)</sup>など、足趾力と身体安定性の関係が報告されている。また、足趾力が運動パフォーマンスに影響することも報告されている。足趾力を向上させるトレーニングには、跳躍や短距離走などの運動パフォーマンスを向上させる効果があることが明らかにされている<sup>6, 7)</sup>。また、足趾力に関連するものとして、浮き趾に関する研究も行われている。浮き趾と足趾機能や立位バランスとの関係が検討され、浮き趾があると足趾力が弱いことやバランス能力が低いということが報告されている<sup>8, 9)</sup>。以上のように、足趾力低下が転倒要因であることを明らかにした研究や、足趾力が身体安定性や運動パフォーマンスに及ぼす影響の研究は多く行われてきた。

柔道においても、その競技特性から考えると、その競技力にはバランス能力が関係しているといえる。柔道では、技をかける際に足で踏ん張り、自分自身の身体が倒れないようにバランスを維持する。最も足趾力が発揮される場面として、自分と相手の体重を片足立ちで支えるような内股や大外刈りをかける場面が挙げられる。また、技をかけられ、バランスを保ち、防御する際に、畳を掴むように踏ん張ることもある。このように柔道競技から考えると、バランス能力に関連する足趾力も重要であると考えられ、足趾力が柔道の競技パフォーマンスに影響している可能性が考えられる。先行研究において、大学男子柔道選手を対象に足趾力について検討され、足趾力が強いほど攻撃時の体軸が安定すること、防御時の耐久力に大きく関連していること、片足立ちの技をかける選手ほどその軸足の足趾力が強いこと、安定性があることが報告されている<sup>10)</sup>。

以上のことから、足趾力はバランス能力、浮き趾と関連していると考えられる。これまで、足趾力についての研究は理学療法分野の研究が多く、足趾力と運動パフォーマンスの関連について研究はまだ少ない。柔道競技において、大学男子柔道選手を対象とした先行研究で足趾力が柔道競技力に関連していることが示唆されているが、男女の競技特性の違いから、女子では異なる傾向があるかもしれない。しかしながら、女子柔道選手を対象に足趾力とバランス能力、浮き趾および競技力などといった多項目との関連は未だ検討されていない。女子柔道選手においても足趾力が運動パフォーマンスにも影響を及ぼすか否かを検討することは、女子柔道選手の競技力を向上させる基礎資料になるだろう。そこで、本研究では、大学女子柔道選手を対象として、足趾力とバランス能力、足趾力と浮き趾、および足趾力と競技レベルとの間にどのような関係があるか検討することとした。

## II. 研究方法

### 1) 被験者

本研究では、大学柔道部に所属する女子選手34名（年齢 $20.1 \pm 1.1$ 歳、身長 $159.3 \pm 6.2$ cm、体重 $62.9 \pm 12.2$ kg、競技年数 $13.8 \pm 2.2$ 年）を被験者とした。競技歴は34人中33人が10年以上であった。高校で全国大会に出場した者は28名、うち入賞者は16名、大学で全国大会に出場した者は17名、うち入賞者は5名であった。測定の前に、実験の目的や手順を十分に説明し、全ての被験者から同意を得た。本研究への参加は強制ではなく被験者の意志に任せた。本研

究の被験者は十分に研究の意図を理解し、自らの意志で研究に参加したと判断した。測定期間は2018年10～11月であった。

## 2) 測定項目

### i) プロフィール調査

被験者に対して研究の説明を行った後、被験者の身体的特徴などを調査するため、次の項目を設定し、回答を得た。質問内容は、「大学名、学年、年齢、身長、体重、階級、組手、利き手、利き足、競技経験年数、高校生の頃の出場・入賞歴、大学での出場・入賞歴、下肢の既往歴（部位、怪我名）、よくかける技3つ、よく決まる技3つ」であった。プロフィール調査の後、足趾力の測定、バランス能力の評価、浮き趾の判定を行なった。

### ii) 足趾力の測定

足趾力の測定には足指筋力測定器ⅡTKK-3365b（竹井機器工業株式会社製）を用いた。椅子に座り、測定器に足を装着した状態で前脛が地面と垂直になるように調整した。足趾をかける場所は、被験者が一番力を入れやすくなるように固定した。両手を胸のあたりでクロスさせ、上半身を前方へ折り曲げて力を入れて力を入れるなどの足趾以外の力を使わないように注意を呼び掛けて測定を行った。左右足2回ずつ測定し、左右それぞれの最大値を代表値とした。

### iii) バランス能力の評価

バランス能力を評価するための測定には酒井医療社製のデジジョックボードSPR-265とデジジョックボード拡張システムMLT-100（マルチセンサーシート）、MLT-DL100（データロガー）、MLT-DJ100（MSデジジョック）を用いた。デジジョックボードの底面の中心にボス船底（小）を取り付けた。被験者は測定中、ボード上で足幅を肩幅ほどに開き、ボードを水平に安定させるように立位姿勢を維持した。測定はある程度ボードが水平で安定するようになったらスタートし、30秒間の測定を2回行った。バランス能力の評価変数として、全方向安定指数と総角度変動指数を用いた。

### iv) 浮き趾の判定

本研究では、浮き趾の調査を行うために足蹠を測定した。足蹠の測定には足蹠投影機ビドスコープVTS-151（サカモト社製）を用いた。直立の状態、1人当たり5枚、足蹠を撮影し、そのうち4枚で地面への指の接地が認められないものを浮き趾と判断した。両足に1本以上浮き趾があれば「浮き趾あり」とし、両足における浮き趾の総本数を浮き趾本数とした。なお、浮き趾の判定は1名の検者によって行われた。

### v) 統計解析

各項目における足趾力の平均値の差を検定するため、t検定を用いた。t検定を行う前に等分散性の検定を行った。本研究ではすべての数値で等分散が仮定されたため、平均値の差は等分散が仮定されるt検定を用いた。また、階級別の足趾力を比較するため、一要因分散分析を用いた。足趾力と体重や、足趾力とバランス能力の関係を検討するために、ピアソンの積率相関係数を算出した。本研究では全て統計的有意水準は5%に設定した。

### Ⅲ. 結果

表1に足趾力の平均値および標準偏差を示した。t検定により右足と左足で差があるか検討したところ、両者の足趾力には有意な差は認められなかった。右足と左足の足趾力の関係を調べたところ、有意な低い相関がみられた ( $r=0.40$ ,  $p<0.05$ )。体重により、軽量 ( $n=12$ )、中量 ( $n=12$ )、重量 ( $n=10$ ) の3群に分けて平均値を比較するため、分散分析を行ったところ、有意な差は認められなかった(表2)。また、体重と足趾力の関係を検討したところ、有意な相関はみられなかった(右足： $r=0.03$ ,  $p>0.05$ 、左足： $r=0.21$ ,  $p>0.05$ )。

また、軸足および非軸足の足趾力の平均値および標準偏差を示した(表1)。調査した被験者の組み手によって、軸足を判断した。右組みの者は、左足で立ちながら右足で刈る、払うなどの動作が多いので、左足を軸足とした ( $n=24$ )。左組みの者は、右足で立ちながら左足で刈る、払うなどの動作が多いので、右足を軸足とした ( $n=10$ )。t検定により軸足と非軸足で差があるか検討したところ、両者の足趾力には有意な差は認められなかった。

表1 大学女子柔道選手における足趾力の平均値および標準偏差

足趾力(右) (kg)			足趾力(左) (kg)			t値	p値	ES(d)
M	SD		M	SD				
20.9	± 3.7		19.0	± 4.3		2.00	0.06	0.47
軸足 (kg)			非軸足 (kg)			t値	p値	ES(d)
M	SD		M	SD				
19.6	± 4.7		20.4	± 3.6		2.00	0.43	0.19

n=34、M:平均値、SD:標準偏差、ES:効果量

表2 階級別の足趾力の平均値および標準偏差

足趾力 (右足)	M	軽量(n=12)	中量(n=12)	重量(n=10)	F値	p値
		SD	SD	SD		
		20.3	21.0	21.7	0.37	0.70
		2.9	5.1	2.9		
足趾力 (左足)	M	17.6	19.0	20.7	1.44	0.25
	SD	4.1	3.2	5.6		

M:平均値、SD:標準偏差

表3に足趾力とバランス能力(全方向安定指数と総角度変動指数、以下バランス能力)、の関係を示した。左足の足趾力と総角度変動指数との間にのみ、有意な低い関係 ( $r=0.377$ ,  $p<0.05$ ) が認められた。

表3 足趾力と全方向安定指数およびその角度変動指数の相関係数

	足趾力(右)	足趾力(左)
全方向安定指数	0.214	0.088
総角度変動指数	0.266	0.377*

\*: $p<0.05$

被験者の浮き趾の状況は、34人中22人が浮き趾有りと判定された(64.7%)。そのうち両足において浮き趾がみられたのは12人、片足のみ浮き趾がみられたのが10人であった。左右の各足にお

いて浮き趾が1本以上認められたものを浮き趾有り群（右足においては $n=13$ 、左足においては $n=21$ ）とし、浮き趾が0本のものを浮き趾無し群（右足においては $n=21$ 、左足においては $n=13$ ）とした。表4に、右足、左足それぞれで、浮き趾有り群と無し群の足趾力の平均値を示した。t検定を行った結果、足趾力の浮き趾有り群と浮き趾無し群との間には有意な差は認められなかった。

表4 浮き趾の有無別の足趾力の平均値および標準偏差

	浮き趾有り (n=13)			浮き趾無し (n=21)			t値	p値	ES(d)
	M	SD		M	SD				
足趾力 (右)	21.4	± 3.7		20.7	± 3.8		1.27	0.58	0.20
	浮き趾有り (n=21)			浮き趾無し (n=13)			t値	p値	ES(d)
	M	SD		M	SD				
足趾力 (左)	18.7	± 4.8		19.6	± 3.3		0.62	0.54	0.11

M:平均値、SD:標準偏差、ES:効果量

表5に競技レベル別で足趾力を示した。大学における競技成績をもとに、全国大会出場群 ( $n=17$ ) と全国大会非出場群 ( $n=17$ ) に分けた。群間差があるか検討するためにt検定を行った結果、有意な差は認められなかった。

表5 競技レベル別の足趾力の平均値および標準偏差

	全国大会出場群 (n=17)			全国大会非出場群 (n=17)			t値	p値	ES(d)
	M	SD		M	SD				
足趾力 (右)	20.6	± 4.2		21.3	± 3.5		2.04	0.62	0.18
足趾力 (左)	19.1	± 3.3		18.9	± 5.2		2.04	0.88	0.05

M:平均値、SD:標準偏差、ES:効果量

#### IV. 考察

本研究で対象となった大学生女子柔道選手の足趾力の平均値は右足において $20.9 \pm 3.7\text{kg}$ 、左足において $19.0 \pm 4.3\text{kg}$ であった。先行研究の一般女性の足趾力の平均値は、 $11.9 \pm 3.5\text{kg}$ であった<sup>11)</sup>。このことから、足趾力は大学生女子柔道選手が一般女性に比べて大きいと推測される。この結果の理由として、柔道は裸足で行う競技であり、直接地面を掴むような感覚で踏ん張ったりバランスをとったりするなど、一般人に比べて足趾を使うことが多い競技であることが挙げられる。今後の課題として、スポーツ実施による影響なのか柔道実施による影響なのかを検討するために、他のスポーツ選手との比較をすることや、柔道選手と同様に裸足で行う競技選手との比較をすることが挙げられる。

小嶋らの先行研究<sup>12)</sup>において、足趾力は重量級になるほど足趾力も強くなることが報告されているが、本研究では足趾力と体重との関係がみられず、同様の結果は得られなかった。推測の域を出ないが、その理由として、柔道における男女の身体の使い方が異なるのかもしれない。男子は筋力、パワーを最大限に使っているのに対して、女子は筋力だけでなく身体の柔軟性を使って柔道をする傾向がある。それにより、男子は体重に比例した筋力が足趾力にも関係しているが、女子はその影響度が男子よりも少ないため、体重と足趾力の関係が低かったのかもしれない。今

後、競技レベルを統制した上で性差を検討する必要があるが、体重と足趾力の関係は男女で異なるかと推察される。

また、軸足・非軸足の足趾力の差を検討した。柔道選手は軸足で立って様々な技をかける機会が多いため、その軸足の足趾力が発達して、軸足と非軸足の足趾力に差があると仮説をたてたが、その差は認められなかった。本研究では、ボールを蹴る時に使う足などはどちらか尋ね、利き足がどちらであるかも調査したが、右足を利き足とする者が多かった。軸足か非軸足か、というよりも利き足か非利き足かという影響の方が大きい可能性がある。今後は、左右どちらの組み方か、利き足はどちらかという特性も考慮しつつ検討する必要がある。

足趾力とバランス力を測定した結果、左足の足趾力と総角度変動指数で低い相関が認められたが、他の変数との間には関係が認められず、足趾力とバランス力は関係性が低いと考えられる。低い関係が認められた左足の足趾力と総角度変動指数の関係についても、足趾力が強い選手ほど総角度変動指数が大きくなる関係という結果で、仮説とは異なった。小嶋らの研究<sup>10)</sup>では、足趾力が強い選手ほどバランス能力が高いため、柔道選手の足趾力と安定性には何らかの関係があるという報告がされている。しかしながら、本研究ではそのような結果ではなかった。この理由として、小嶋らの研究<sup>10)</sup>では被験者が大学生男子柔道選手であったこと、バランス能力の評価変数の違いが挙げられる。前述したが、男子柔道選手に比べて女子柔道選手は身体の柔軟性が高いことから、身体の様々な特徴を活かし、安定を保っているのかもしれない。このことが柔道スタイルにも影響しているため、足趾力とバランス能力に関係がなかった可能性が考えられる。この女子の特性が今回の結果につながったと考えているが、柔道選手の足趾力とバランス能力の関係において性差があるか否かという検討は今までに行われていないため、今後検討していく必要があるだろう。また、今回の測定では直立状態でのバランス力を測定したため、競技場面とは異なる姿勢での測定であったため、競技特性を反映しにくかった可能性がある。今後、測定姿勢を柔道の基本姿勢に近づけ、両足を前後に開いて測定するなど、再検討する必要がある。

今回の被験者である大学生女子柔道選手の浮き趾の有無については、34人中22人が浮き趾有りという結果であった。足趾力と浮き趾の関係は今回の調査では認められなかった。松田らの研究<sup>13)</sup>では、男子柔道選手を対象に浮き趾の調査を行っており、その男子柔道選手の浮き趾率29.3%と比較すると、本研究で対象とした女子柔道選手の浮き趾率64.7%が多いことがわかる。一般成年においても男性よりも女性の方が浮き趾者率（男性：約65%、女性：約75%）が高い傾向にある<sup>14)</sup>。本研究で浮き趾判定をしたところ、被験者34人中浮き趾が認められた指は38本であり、そのうち34本が第5指であった。この理由として、男子に比べて女子はエックス脚の傾向があり、母指球に体重をかけると第5指が浮きやすいことがあるかもしれない。足趾力と関係が認められなかったこともこれに関連して、測定する際に第5指が測定バーに引っかからず、親指側を主に使って力を加えている者が多かった。そのため浮き趾と足趾力の関係が認められなかった可能性も考えられる。

大学における競技成績から、全国大会出場者と非出場者で分け、両者の足趾力の差を検討したが、差は認められなかった。小嶋らの研究<sup>12)</sup>では、優れた競技成績を有する者が競技成績が無い者よりも足趾力が強いことが報告されている。また、橋本ら<sup>7)</sup>は、足趾力は運動パフォーマンスに影響すると述べている。足趾力が競技成績に関連していると仮説したが、本研究ではそのような結果にはならなかった。その理由として、今回の被験者のレベル差が、それほど大きくなかったことも影響しているかもしれない。被験者となった2チームの全国出場者と非全国出場者は

(各チームから全国出場者と非全国出場者が抽出されている)、日頃、同じような環境で稽古を積んでおり、全国大会への出場の有無だけでは、競技レベルの差を判断するのは難しかった。今後の課題として、明確な競技レベルの差がある集団の比較が必要である。

以上のことから、大学女子柔道選手の足趾力とバランス能力、浮き趾、および競技成績の関係は低いことが明らかとなった。ただ、研究の限界を考慮すると、多くの課題が残されているため、さらに検討を重ねる必要があると考えられる。

## V. まとめ

本研究の目的は、大学女子柔道選手を対象として、足趾力とバランス能力、足趾力と浮き趾、および足趾力と競技レベルとの間にどのような関係があるか検討することであった。その結果、次のことが明らかとなった。

- 1) 大学生女子柔道選手の足趾力とバランス能力の関係は低い。
- 2) 大学生女子柔道選手の足趾力と浮き趾の関係は低い。
- 3) 大学生女子柔道選手の足趾力と競技レベルの関係は低い。

## 参考文献

- 1) 相馬正之・村田伸・甲斐義浩・中江秀幸・佐藤洋介・村田潤・宮崎純弥：足趾把持力発揮時の運動学的分析：下肢筋活動と足関節の運動分析. 理学療法学, 40 (suppl.2014), 1007, 2015.
- 2) 鷲塚寛子・金森昌彦・長谷奈緒美・市村真穂・西谷美幸：足趾力・下肢力とバランス感覚との関連性について. Toyama medical journal, 26 (1), 25-32, 2015.
- 3) 真島翔平・大田尾浩・久保温子・古後晴基・満丸望・溝田勝彦：高齢者の転倒と足指機能との関係. 理学療法さが, 3 (1), 43-49, 2017.
- 4) 光井信介：足趾筋力と体力因子の関係. 日本経大論集, 46 (1), 215-219, 2016.
- 5) 半田幸子・堀内邦雄・青木和夫：足趾把握筋の測定と立位姿勢調整に及ぼす影響の研究. 人間工学, 40 (3), 139-147, 2004.
- 6) 橋本貴幸・櫻庭景植・浅川育世・村野勇・中安健・大山朋彦・秋田哲・矢口春木・瀧原純・柏俊一・小手彰太・増井孝徳・外山祐太：足部内在屈筋の筋力トレーニングについて—トレーニング方法の立案とトレーニング前後における筋力値の変化—. 理学療法学, 38 (suppl. No.2), 2011.
- 7) 橋本貴幸・櫻庭景植：足部内在屈筋筋力トレーニングによる運動パフォーマンスについて—トレーニング前後における垂直跳び・片脚幅跳び・50mダッシュタイムの比較—. 理学療法学, 40 (suppl.No.2), 2013.
- 8) 青木宏樹・出村慎一・佐藤進・宮口和義・松田繁樹：青年における片足浮き趾者の足趾・足関節筋力. 日本体育学会大会予稿集, 60, 199, 2009.
- 9) 村田伸・安彦鉄平・中野英樹・阪本昌志・松尾大・川口道生・須合洋次・松井宏彰：浮き趾の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, 6 (4), 165-169, 2017.
- 10) 小嶋新太・山本洋祐・田辺勝：足趾力がスポーツパフォーマンスの安定性に及ぼす影響に関する研究—柔道競技の場合—. 武道学研究, 46, 103, 2013.

- 11) 村田伸・忽那龍雄：足把持力に影響を及ぼす因子と足把持力の予測. 理学療法学, 18 (4), 207-212, 2013.
- 12) 小嶋新太・山本洋祐・田辺勝：足趾力と柔道の戦績及びスポーツ障害の発症との関係について. 武道学研究, 48, 57, 2015.
- 13) 松田繁樹・出村慎一・竹本康史・田口隆・久保田浩史・青木宏：接地足蹠形態の運動種目差. 岐阜聖徳学園大学短期大学部紀要, 43, 175-181, 2011.
- 14) 恒屋昌一・臼井永男：健常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.