

足底圧力中心からみた空手道基本動作の特性

The characteristics of basic karate motions in terms of foot pressure

田 中 理 沙*, 亀 山 歩*, 田 中 重 陽**, 角 田 直 也***

Risa TANAKA*, Ayumi KAMEYAMA*
Shigeharu TANAKA** and Naoya TSUNODA***

ABSTRACT

The aim of this study was to ascertain foot pressure during basic karate motions. Subjects were divided into two groups, one of which performed kata (forms) (n = 10) and the other of which performed kumite (sparring) (n = 9).

The basic motions of *gyakutsuki* (a punch with the opposing leg forward), *maekeri* (a front kick), and *tsukiuke* (a punching block) were performed by all subjects. These motions were recorded with two high-speed cameras (HSV = 1700), and foot pressure was measured using a Zebris FDM sensor. Measurement parameters for all 3 motions were duration of motion (DM), foot pressure (FP), distance traveled by the center of pressure (DCOP) and velocity of the COP (VCOP). When *gyakutsuki* and *maekeri* were performed, the DM, DCOP, and VCOP did not differ significantly. When the *tsukiuke* was performed, however, DCOP and VCOP differed significantly between kata and kumite. DCOP and VCOP were greater when *tsukiuke* was performed as part of a kata than when it was performed during kumite. Results revealed that while performing kata karate practitioners performed greater motion that involved rotation of the hip joint.

Key words; karate, basic motions, foot pressure

I. は じ め に

空手道は、全世界で約6000万人を超す競技人口があり、世界空手選手権大会をはじめとする多くの国際大会が開催されている¹⁾。また、学校教育として、競技スポーツ、生涯スポーツとしても

国内外への普及率が高いことから、2020年東京オリンピックから正式競技として採用されることが決定した。そこで我が国では、空手道選手の競技力向上を図り、国際大会で活躍できる選手育成が重要な課題であると思われる。

空手道には、形・組手の2つの競技種目が存在

* 国士舘大学体育学部武道学科 (Physical education department of Martial Arts, Kokushikan University)

** 国士舘大学政経学部政治行政学科 (Faculty of Political Science, Kokushikan University)

*** 国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科 (Graduate School of Sport System, Kokushikan University)

する。形種目は、仮想の相手との攻防を表現する種目であり、スピードや技の正確性、緩急などが重要である。組手種目は、実際の相手との攻防を行い、ポイントを競う種目である。ダメージを与えることを目的とせず、より速く相手からポイントを獲れるかを競うものであることから、スピード¹⁾や相手との駆け引きが勝敗を分ける。

形・組手種目ともに共通した基本動作には、突き、蹴りがある。これまでに、空手道の基本動作を対象としたスポーツ科学研究は、動作分析によって選手個々の技術を評価したもの^{7) 9) 10) 11) 12)}や、運動強度^{3) 4) 5) 14)}、筋活動³⁾の観点から検討されたものがある。しかし、これらの先行研究では、種目間での比較を行ったものや、連続技を対象としたものはみられない。また、多くのスポーツ競技において、より速い動作を生み出すためには、有効となる地面反力を獲得することの重要性が指摘^{6) 8) 13)}されているにもかかわらず、空手道の専門動作における体重移動や、重心移動に関する知見は見当たらない。

基本動作における足底圧力を分析することは、形及び組手種目のそれぞれの動作特性を理解するだけでなく、指導者が種目に応じた専門性の高い指導を行うための有益な情報が得られるものと考えられる。そこで本研究では、足底圧力中心からみた空手道の基本動作より、形及び組手種目の競技特性を明らかにすることを目的とした。

Ⅱ. 方 法

1. 被検者

被検者は、日常的に空手道の稽古を実施している男女大学空手道選手19名とした。その内訳は、形選手10名、組手選手9名であった。なお被検者は、全員が上下肢ともに整形外科的な障害の無い者を対象とした。被検者の身体的特性は、表1に示した。各被検者には測定に先立って研究の目的及び測定方法の安全性について十分説明をし、任意による

測定参加への同意を得た。また、本研究は国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科研究倫理委員の承認を受けた後に実施した。

2. 形態計測

形態計測は、身長、体重及び全身筋量を測定した。身長は身長計、体重は身体組成測定装置 (Body Composition Analyzer MC-190, TANITA 社製) を用いてインピーダンス法により実施した。

3. 動作の測定

動作の測定は、高速度カメラ (HSV-1700、デジモ社製) を用いて実施した。カメラの位置は、被検者の前方向及び側方 (90度) に設置し、カメラの光軸の中心から7.4mとした。また、フィルムスピードは毎秒100コマで撮影した。動作の撮影に先立ち、一辺2mの立方体を撮影した。実施試技は、前屈逆突き動作 (以下、逆突き)、前屈前蹴り動作 (以下、前蹴り)、連続技である突き受け動作 (以下、突き受け) の3試技とし、それぞれランプ点灯の合図により、普段通りのリズムでできるだけ素早く行わせた。逆突き及び前蹴りは、左脚を前にした状態で行わせ、突き受けは右脚を前にした状態で行わせた。

4. 試技中における足底圧力の測定

各試技中における足底圧力の測定は、Zebris FDM フォーブプレート (Zebris systems 製) (314×62×2.5cm) を用いて計測した。なお、Zebris を用いた測定は、実際の動作と照らし合わせるために、画像撮影と同期して、100Hzで測定した。

表1 被検者の年齢、競技歴及び身体特性

	n	年齢 (歳)	競技歴 (年)	身長 (cm)	体重 (kg)
形	10	21.4±2.8	13.6±2.7	162.1±6.2	61.1±11.2
組手	9	20.2±1.3	12.3±3.2	164.5±8.8	60.6±12.1

平均値±標準偏差



図1 試技別分析区間

5. 分析項目

分析項目は、各試技の動作時間、足底圧力、足底圧力中心の移動距離及び移動速度とした。

6. 分析区間

分析区間の模式図を図1に示した。逆突きは、右手の動き出し（Ⅰ）から、右腕が伸びきるまで（Ⅱ）とし前蹴りは、右脚の動き出し（Ⅰ）から、蹴込（Ⅱ）、引き足（Ⅲ）、右脚の踵が再びZebrisに接地する蹴り終わり（Ⅳ）までとした。突き受けは、右手の突き始め（Ⅰ）から、右腕が伸びきるまでを突き①（Ⅱ）、右手の受け①（Ⅲ）、左手の突き②（Ⅳ）左手の受け②（Ⅴ）までとした。

7. 統計処理

全ての測定項目における値は、平均値±標準偏差値で示した。測定項目の群間比較には対応のないt-testを用いた。相対時間に対する各測定項目の比較については、一元配置分散分析法を用いて行い、要因に有意な効果が認められた場合には、Post-hoc test (Bonferroni法) による多重比較検定を行った。いずれも有意水準は5%未満とした。

表2 形及び組手における試技ごとの動作時間・足底圧力中心移動距離・足底圧力移動速度

		動作時間 (sec)	身長あたりの足底圧力中心 移動距離(m)	足底圧力移動速度 (m/s/m)
逆突き	形	0.26±0.02	0.32±0.13	1.21±0.53
	組手	0.28±0.06	0.20±0.08	0.72±0.43
前蹴り	形	0.89±0.07	0.87±0.18	0.97±0.24
	組手	0.92±0.19	0.82±0.19	0.95±0.38
突き受け	形	1.08±0.14	2.42±1.02	2.27±1.12
	組手	1.16±0.27	1.45±0.56	1.19±0.51

平均値±標準偏差 * :p<0.05

Ⅲ. 結 果

表2に、形選手及び組手選手における各試技の動作時間・足底圧力中心移動距離及び足底圧力中心移動速度を示した。すべての試技において、形選手の動作時間は組手選手のそれよりも短い値を示したものの、有意な差は認められなかった。また、身長あたりの測定圧力中心の移動距離は、突き受けにおいて形選手が組手選手よりも有意に長かった。一方、逆突き及び前蹴りにおいては有意な差は認められなかった。さらに、足底圧力中心の移動速度においても、突き受けでは、形選手が組手選手よりも有意に速かったものの、逆突き及

び前蹴りにおいては形選手と有意な差は認められなかった。

図2は、逆突きにおける足底圧力動態を示したものである。形選手は相対時間5%から40%地点までは右脚荷重され、40%地点で右脚荷重から左脚荷重へと移り変わっており、組手選手は相対時間5%から30%までは右脚に荷重され、その後35%から右脚荷重から左脚荷重に切り替わっており、類似した波形を示した。

図3に、前蹴りにおける足底圧力動態を示した。形選手は、相対時間15%地点において蹴り足が地面から離れたことによる荷重の消失が確認された。また、形選手は、蹴り始めから右脚の荷重の消失までが組手選手に比べより急激な変化を示した。一方、組手選手は、相対時間25%地点において蹴り足である右脚の荷重が消失し、蹴り始め（Ⅰ）から右脚の荷重の消失までの様相が形選手に比べ緩やかであった。蹴り終わりにおける蹴り足の地面接地は、形選手は65%付近であるのに対し、組手選手は75%地点であった。また、右脚の地面接地後は形選手の方が組手選手に比べ、緩やかに加重されていく傾向が認められた。

突き受けにおける足底圧力動態を図4に示した。突き受け動作において、両群ともに突き始め（Ⅰ）から突き①（Ⅱ）までは右脚荷重されていた。突き①（Ⅱ）から受け①（Ⅲ）において、形選手は左脚荷重であるのに対し、組手選手は右脚荷重から左脚荷重に切り替わっており、両群ともに受け①（Ⅲ）においては前足である右脚に荷重されていた。受け①（Ⅲ）から、突き②（Ⅳ）では、形選手は左脚荷重から右脚荷重に切り替わるのに対し、組手選手は常に左脚荷重されていた。突き②（Ⅳ）から受け②（Ⅴ）において、形選手は一度右脚荷重から左脚荷重される場面が認められるも

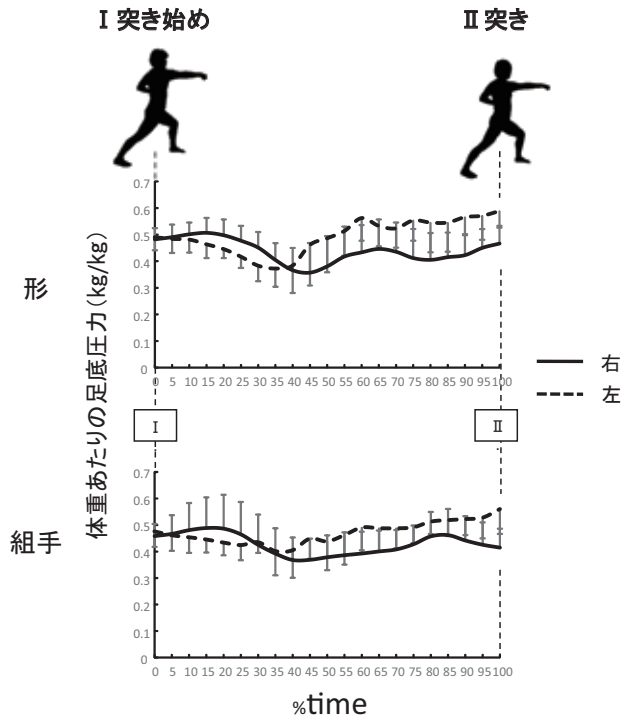


図2 逆突きにおける種目別足底圧力動態の比較

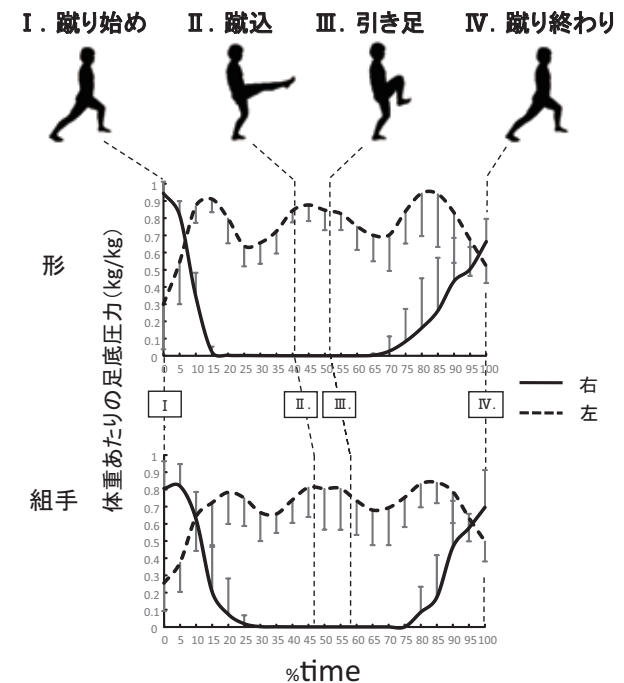


図3 前蹴りにおける種目別足底圧力動態の比較

I. 突き始め II. 突き① III. 受け① IV. 突き② V. 受け②

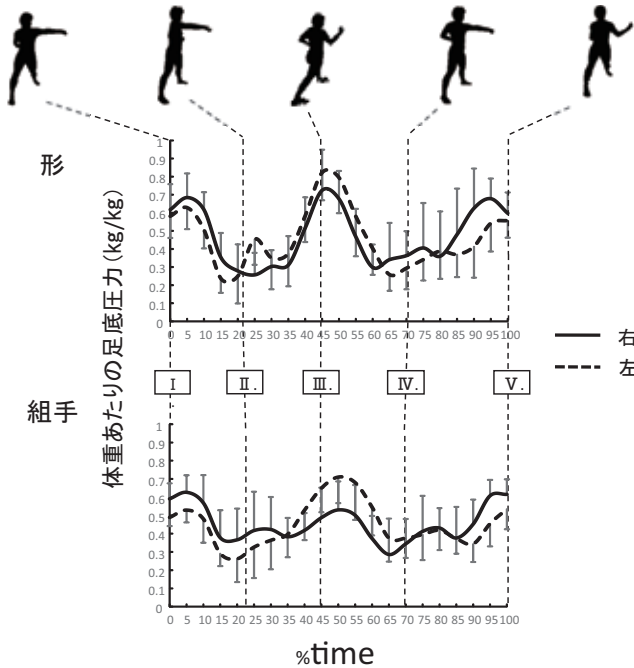


図4 突き受けにおける種目別足底圧力動態の比較

I. 突き始め II. 突き① III. 受け① IV. 突き② V. 受け②

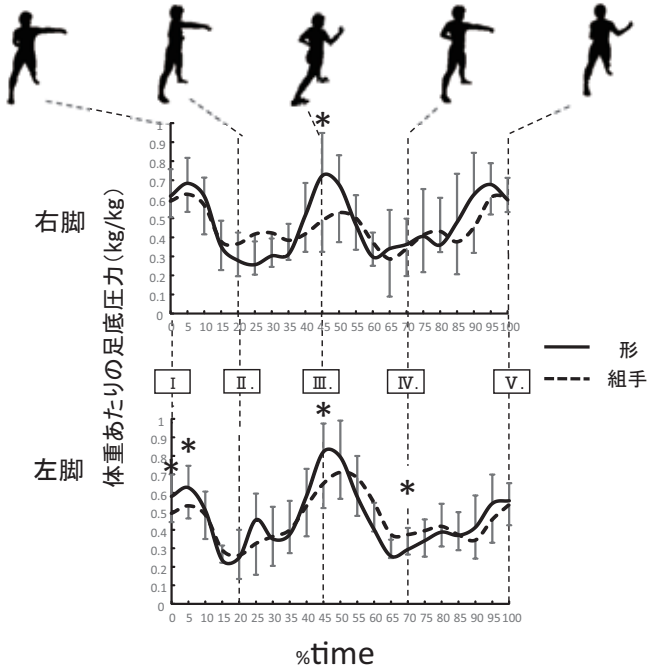


図5 突き受けにおける種目別足底圧力動態の左右比較

の、ほぼ右脚に荷重されていた。組手選手においても、突き②(Ⅳ)直後に左脚荷重が認められるものの、ほぼ右脚に荷重されていた。

図5に、突き受けにおける足底圧力動態の左右比較を示した。突き受け動作において、相対時間45%地点では、形が組手に比べ、左右どちらも有意に高い値を示した。

IV. 考 察

本研究では、空手道の基本動作を対象として、動作時間、足底圧力、足底圧力中心の移動距離及び移動速度の観点から形及び組手種目の動作特性について検討した。

その結果、突き動作及び蹴り動作の単体動作については、動作時間、足底圧力中心の移動距離及び移動速度に、種目による違いは認められなかった(表2)。また、動作中の左右脚への荷重変動は両種目間で同じような傾向を示していた。逆突きでは両種目ともに同様の足底圧力動態を示した。蹴りについては有意な差こそみられなかったが、蹴り足が離れてから再び接地するまでの時間が組手が形よりも短い傾向を示した。組手は技を出した後は、相手の動きに反応するために、素早く体勢を整える必要がある。そのため、蹴り動作の時間短縮に影響した可能性が考えられた。一方、形

と組手における足底圧力の大きな違いは、突き受けの連続技で認められた。連続技では、両種目間で動作時間に有意な差はないものの、足底圧力中心の移動距離と移動速度はいずれも形の方が組手よりも有意に高い値を示した。さらに、図4、5に示したように、形は組手よりも左右脚それぞれで足底圧力の変動幅が大きかった。また、特に大きく体を切り返す局面である受け動作においてその変動が大きかった。これらは、形の連続技は、左右への荷重の変動が大きく、より荷重と抜重が行われたダイナミックな連続技であったことを示すものと考えられる。

組手種目は、実際の相手との攻防を行い、ダメージを与えることを目的とせず、より速く相手からポイントを獲得する種目である。また、実際の試合では、足を止めて攻撃することはほとんどなく、常に動きながら前方にいる相手に向かって攻撃をすることから、形にみられるようなダイナミックな動作は必要とされない。

本研究の連続技の結果から、組手は形に見られたような左右の荷重変動を伴った動作や、体幹を切り返すような動作がない連続技を行ったものと思われる。組手種目は対峙している相手に対して技を出す際、腰や体幹を左右に切り返すような動作は相手に反応され、反撃のチャンスを与えかねない。このような日常のトレーニングの繰り返し、基本動作の連続技に現れたものと推察された。これらの結果から、より種目特性に応じた指導を行う必要があることが明らかになった。

V. ま と め

本研究では、空手道の基本動作における足底圧力動態より、形及び組手種目の競技特性について検討したところ、基本動作における形と組手の足底圧力動態の違いは、突き受けの連続技において認められた。特に、形の基本動作は左右脚への荷重の変動が大きく、荷重と抜重を伴った動作であるのに対して、組手は左右脚の荷重変動が比較的

少なく、よりスピードを重視した動作であることが明らかになった。

参考文献

- 1) 藤瀬武彦・杉山文宏・松永尚久・豊嶋建広・長崎浩爾(1998) 試合形式の異なる空手道競技者における筋力発揮及び有酸素的作業能力. 新潟国際情報大学文化学部紀要, 1: 203-215.
- 2) 古田福雄・中野賢治・原巖(2000) 空手道競技選手の体格と体力. 健康・スポーツ科学研究, 2: 29-35.
- 3) 池田守利・真野高一・道原伸司(1981) 空手道の運動強度に関する研究(Ⅰ): 突き・蹴りのその場基本動作について. 武道学研究14(2): 83-85.
- 4) 池田守利・真野高一・道原伸司(1986) 空手道の運動強度に関する研究(Ⅱ) 組手の模擬試合について. 武道学研究, 19(2): 191-192.
- 5) 井下佳織・豊嶋建広・道原伸司・田中幸夫・大野誠(2002) 新ルールにおける空手道組手試合の運動強度(2) 移動距離および移動速度から. 武道学研究, 35: 25.
- 6) 伊藤元治・今井正義・板場一訓(2011) 異なったスポーツ間のアスリートにおける足圧中心の揺れの特性. 臨床福祉ジャーナル, 8(8) 67-70.
- 7) 岩元正敏・道原伸司(1987) 空手道基本技の動作解析に関する研究. 日本文理大学紀要, 15(2): 114-118.
- 8) 柏木悠・船渡和男(2012) 垂直跳び踏切動作中の足底荷重分布定量化の試み. 体力科学, 61(3) 351-363.
- 9) 道原伸司・圓吉夫(1978) 空手の基本技術に関する研究. 武道学研究, 11(1): 23-30.
- 10) 大石武士(1981) 空手道における基本姿勢(立ち方)について. 駒澤大学保健体育部研究紀要, 3: 23-40.
- 11) 大石武士(1985) 空手道に於ける基本姿勢(立ち方): そのⅡ、形の意義、及び形に於ける「立ち方」と技の関連性. 駒澤大学保健体育部研究紀要7: 16-43.
- 12) 大石武士(1994) 空手道における基本姿勢(立ち方)Ⅲ: 基本技と「立ち方」の関連性. 駒澤大学保健体育部研究紀要12: 1-13.
- 13) 太田裕造(2011) 身体の重心-加齢に伴う変位と体格体型との関係. 環太平洋大学研究紀要, 121-126.
- 14) 豊嶋健広・井下佳織・上田大・森克昭・中野照一(2003) 空手道組手試合の運動強度に関して: 酸素摂取量, 血中乳酸濃度及び移動速度から. 武道学研究, 36(1): 31-38.