

6. 背負投における下肢動作が崩し・作りに及ぼす影響

筑波大学 吉鷹 幸春, 竹内 善徳, 柘植 俊一, 中村 良三,
小俣 幸嗣, 佐藤伸一郎, 射手矢 岬, 黒田 圭一,
渡辺 直勇, 小沢 雄二

6. The Effects of *Tori's Kuzushi* and *Tsukuri* on *Uke* when applying *Seoinage*

Yukiharu Yoshitaka, Yoshinori Takeuchi, Shunichi Tsuge, Ryozo Nakamura, Koji Komata, Shinichiro Sato, Misaki Iteya, Keiichi Kuroda, Naotake Watanabe and Yuji Ozawa (Tsukuba University)

Abstract

The purpose of this study was to analyze the effects of *tori's kuzushi* and *tsukuri* on *uke* when applying *seoinage*. The results were:

1. At first, the downward pull of *tori's tsurite* dominates over the pull of the *hikite*. Gradually, this downward force weakens as the pull of the *hikite* takes over.
2. The larger and stronger *tori's* step forward, the more effective the *kuzushi*.
3. As the forward stepping leg stops and changes direction, it swings outward, spinning in a circle to the rear. This creates momentum, which is augmented by the simultaneous rapid turning of the hips.

I. はじめに

近年、柔道の試合と言えば体重別がその主流となってきたが、本来柔道は身体の大小を考慮しないで行う競技であった。お互いが持っている身体的条件(形態等)、機能的条件(敏捷性、柔軟性、巧緻性、瞬発力等)、心理的条件等を基礎として有効な技を思い切りよく掛けながら勝負するところに柔道の醍醐味がある。「柔よく剛を制す」等の例えは、この理を述べたものであり、講道館柔道の始祖嘉納治五郎師範の「精力善用」はまさにこの理論を示したものである。しかし最近の柔道は合理的技を掛け合って戦うよりも、筋力の差、あるいは身体的条件が勝負を大きく左右

する傾向が見られる。また、技の指導の場においては、その要点として“こつ”の体得と言うことがよく聞かれる。この“こつ”は理論的、科学的な解明をすることなしに、稽古によってのみ得られると言う様な指導が行われる場合が多い。しかし諸科学が発達した今日、我々が競技者、また指導者として柔道を行っていく場合においては従来の方法、即ち“こつ”だけをそのまま指導することは適切なことではない。そこで我々は身体の小さいものが大きい者を投げるのに最も有効な技といわれる背負投を取り上げ、その原理を分析解明し、そこで得た知見をコーチングの場にフィードバックしたいと考えた。

II. 研究目的

過去にも背負投に関する研究は数多くなされておられ、ビデオからの技術分析や、フォースプレートを使って足底圧を測った研究などが行われている。しかし相手と組み合った形で試技を行い、一連の技の中から発揮される総合的な力、及びその力がどのようにしてつくられているかといった研究は少ない。

そこで本研究では背負投を掛ける際の下肢動作が、その技の中でどのように作用しているかという点に着目した。特に今回は、後ろ回り捌きの背負投に限定し、最も重要な局面とも思われる「崩し」と「作り」における「取」の振り足（右組み試技者の場合左足）の回転力（即ち角運動量）が、その技の中でどのように作用しているかという点に着目し実験を行った。

III. 実験の概要

本実験ではこれまで合計3回の実験を行った。第1実験では、「受」の柔道衣の襟と袖の2箇所にロードセル（張力計）を装着し、「取」の背負投の試技を行うことによって、釣り手と引き手それぞれの引き出す力の測定を行った。また回転する振り足が畳を離れて着床するまでの時間と、その動きについての観察も行った。

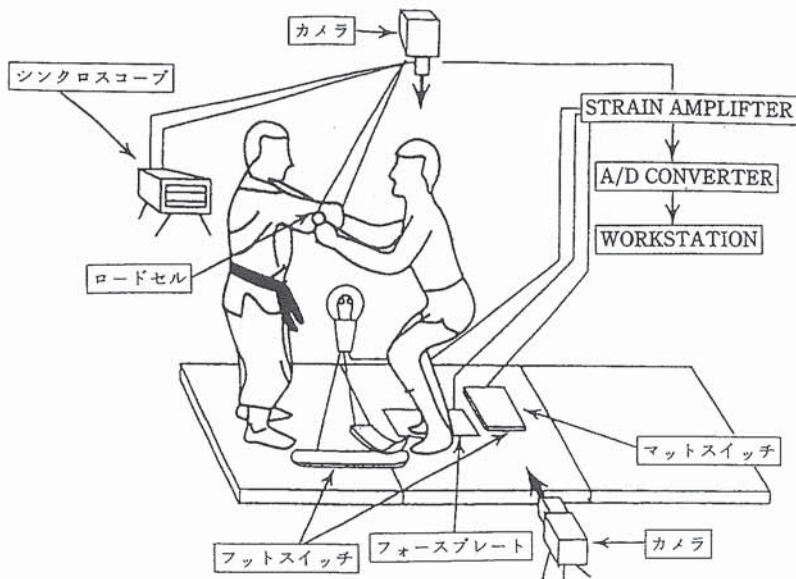


図1 実験構成図

Fig. 1 The experimental apparatus.

第2実験では第1実験のデータを分析し、その結果をベースにフォースプレートを使用し、「取」の試技中における振り足、及び軸足それぞれの蹴りだす力（床反力）を測定した。

第3実験では「取」の振り足と腰に加速度センサーを装着し、試技時のそれぞれの角速度を測定した。

IV. 研究方法

(1)被験者

被験者は筑波大学柔道部に所属する一流選手で、背負投を得意とする者4名（右組み2名、左組み2名）と「受」1名を選んだ。

(2)測定方法、及び器具

実験構成図を図1に示した。

第1実験は図1の実験構成図からフォースプレートを除いたものなので、構成図は省略する。引き手、及び釣り手の引く力（牽引力）については、「受」の柔道衣に2個のロードセル（張力計：図1-1に示す）の片側をそれぞれ袖と襟に装着し、反対側に柔道帯を繋ぎ、柔道衣を持ったのと近い感覚になるようにした。「取」はその帯を持ち試技を行い、引き手と釣り手の力を測定した。ロードセルからの電圧変化はA/Dコンバーターに入力され、振り足のマットスイッチも同様に処理される。

第2実験では、軸足または振り足の床反力の測定として、キスラー社製の多方向フォースプレートを用い、各試技によって左右（ F_x ）、前後（ F_y ）、垂直（ F_z ）方向の力成分の変化を歪増幅器（ストレインアンプ）で増幅し、電気計測社製のA/Dコンバーター（16チャンネル入力可・I/F BOX MODEL 1600）でA/D変換を行い、NEC社製パーソナルコンピューター（PC-9801FX）上で処理を行った。試技を行う場合、「取」はフォースプレート上に立つのだが、軸足を測定する場合は振り足の離床時を知るためのフットスイッチを作成し、また、回転後の着床時においてはマットスイッチを、それぞれ試技に支障のないように適切な位置に配置し、その電圧変化の信号を取り込んだ。但し、振り足の測定は振り足がフォースプレート上にあるため、着床時のマットスイッチのみとし

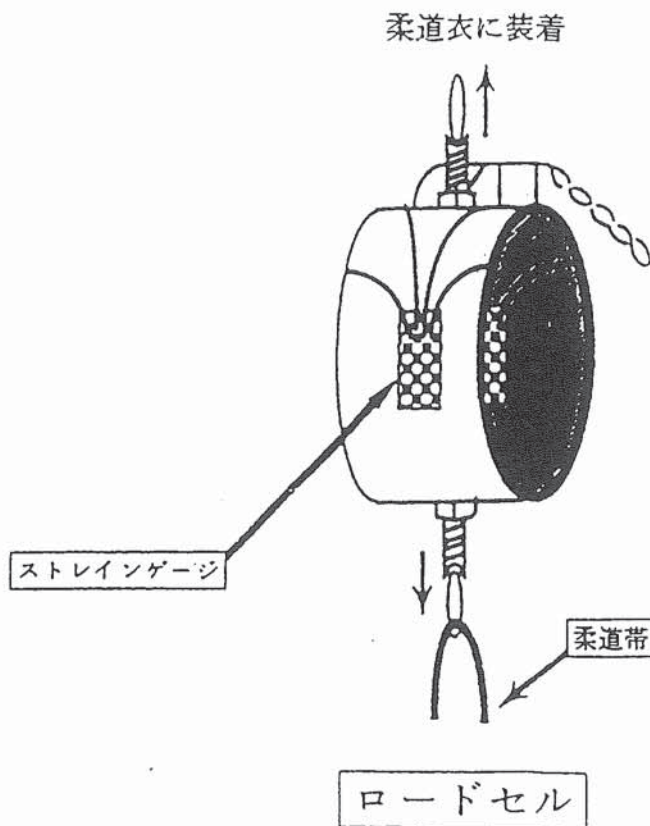


図1-1 ロードセル

Fig. 1-1 The load cell feeding the strain gauge.

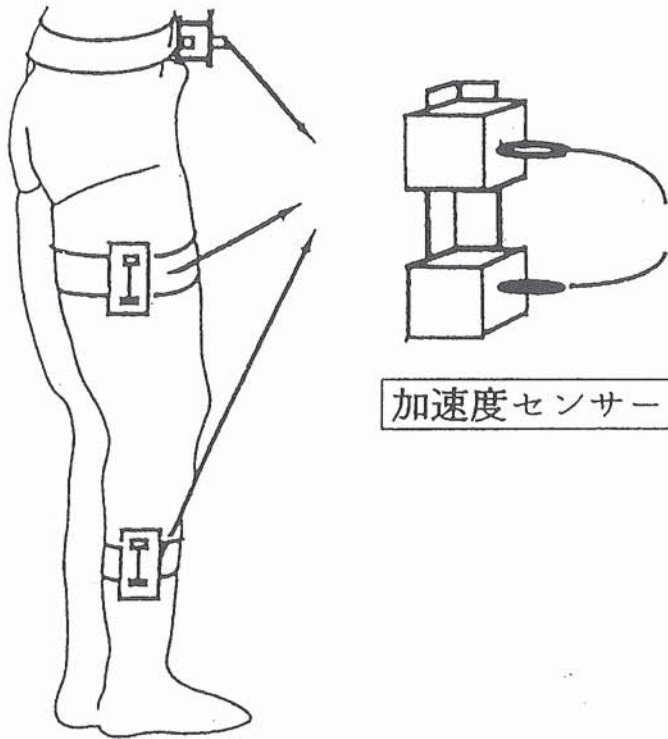


図2 加速度センサー

Fig. 2 The acceleration sensor.

それぞれを微分することで角速度も算出可能である。また釣り手・引き手の牽引力の測定法、及び被験者については第1・2実験と同様である。

V. 実験結果

(1) 第1実験の結果及び考察

全ての試技において引き手より釣り手の方が最大出力（ピーク）値では大きな力を発揮しており、また釣り手の方が遥かに早い時期にピーク値を示すことがわかった。さらに「取」の真上から撮影したビデオの映像により、釣り手がピーク時を示す時、振り足の爪先は釣り手から最も遠い位置にあることがわかった。

(2) 第2実験の結果及び考察

第2実験ではフォースプレートを使用することによって、「取」の軸足及び振り足それぞれの床反力を測定した。さらに釣り手と引き手については第1実験と同じ方法で試技時の牽引力を同時に測定した。

測定内容は、試技時に「取」の軸足が床面を蹴る方向別の力、同じく振り足が離床する前に床面を蹴りだす時の方向別の力について、普段と同じ試技と、振り足を強く蹴り、なおかつ大きく回したものを各2回づつ合計4回行った。被験者は、A. K, K. K, (以上右組み), H. O, Y. Y (以上左組み)の合計4人が試技を行った。図3は被験者Y. Yが振り足を大きく蹴り回した時と、普段のものとを比較したものである。Xは振り足の左右方向（このグラフでは分かりやすくするため、マイナスになるように示した）、Yは前後方向（このグラフでは、前方向に蹴りだす力：

た。またその動作を、側方7Mの位置から8ミリビデオカメラでシャッタースピード1/1000秒を用いて撮影を行った。さらに試技時の引き手と釣り手に付けたロードセルの出力状態を映像でも把握できるように、それぞれの出力電圧をシンクロスコープに接続し、試技と引く力を同時に録画した。

第3実験では、振り足と腰を軸とした腰の回転角速度を測定した。実験方法は図2に示したように、「取」の振り足の下腿・大腿・腰の3ヶ所に一軸の加速度センサーを2個づつ平行に装着しそれぞれの加速度を測定した。一軸の加速度センサーを運動する物体に、2個を一对として平行に装着することで、それぞれの角速度は容易に算出することが出来る。この角速度から、

図5では F_y (+) を示す) であるが、グラフを見て分かるとおおり、大きく回した方が明かに釣り手及び引き手も大きな値を示している。

第1実験の結果から、釣り手の牽引力は振り足が地面を蹴ってから徐々に大きくなり、振り足の爪先が釣り手から一番遠い位置(回転の慣性能率が最も大きいと思われる運動局面)にあるとき、最大値を示すことが分かった。次に振り足の回転半径が小さくなり、着地方向に進むに従って釣り手の力は弱まる。代わって引き手の引く力が大きくなることが分かった。よって第2実験

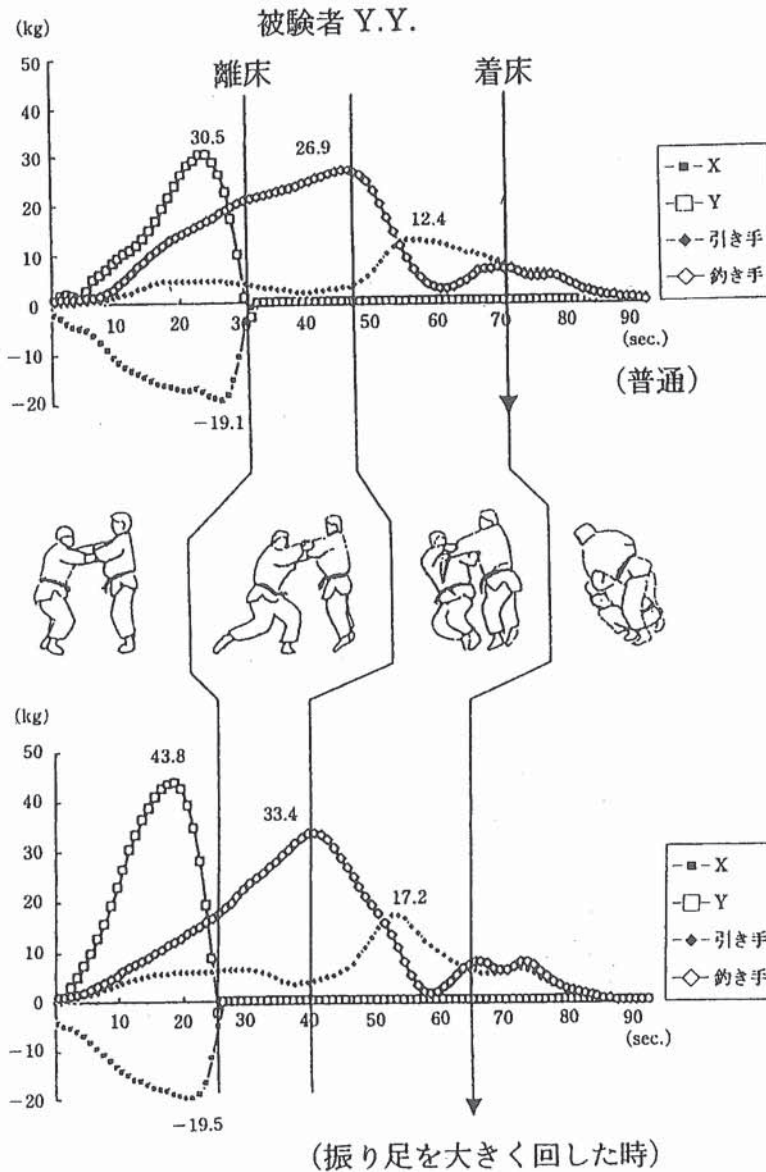


図3 振り足のちがいと釣り手, 引き手の牽引力

Fig. 3 The swing foot and traction power of *tsurite* and *hikite*.

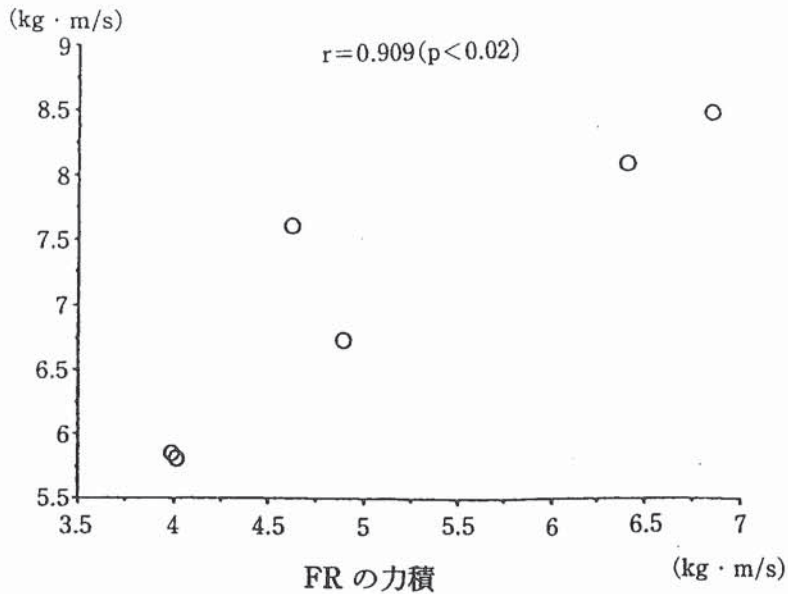


図4 振り足の床反力 (FR) と回転前の引き手及び釣り手の力積との関係

Fig. 4 The relationship of power against the floor, of the swing leg, and the impulse of *hikite* and *tsurite* before turning the hips.

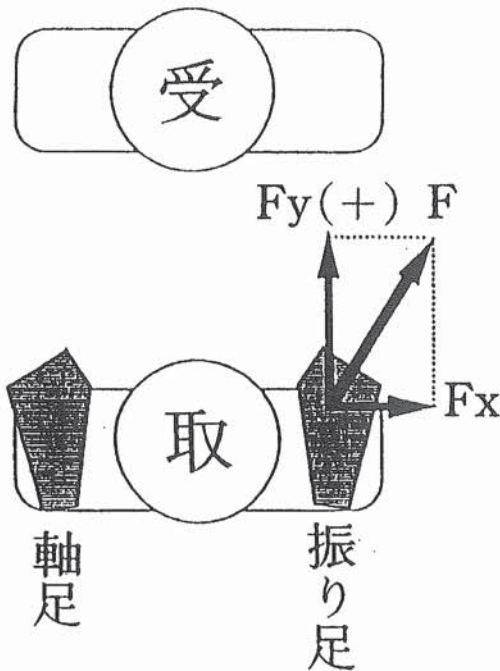


図5
Fig. 5

では特に振り足の床反力 (前方向) と釣り手、及び引き手の牽引力に、深い関係があるのではないかというところに焦点をおいてデータを追ってみた。この他に床反力の力波形のグラフを作り、被験者の真上から収録したビデオと照らしあわせ、重要と思われる全てに共通した釣り手と引き手の力波形から4つのやまを取り出し、その力を時間的に積分することによって力積を求めた。

振り足の F_y (前後方向: 図5に示した) 方向の力積と釣り手と引き手の引き出しの力積の関係について検討した。図4に示すとおりFR(振り足が前方向に蹴りだす時の床反力) の力積が大きい時、回転前の釣り手と引き手の牽引力の力積の和も大きくなっており、これらに有意な相関 ($p < 0.02$) が見られた。振り足が前方向に床を蹴りだす力積が、大きければそれだけ振り足の角運動量も大きくなり、従って回転前の釣り手と引き手の引き出す力も大きくなることが考えられる。

(3)第3 実験の結果及び考察

第3 実験では図2に示したように、「取」の振

り足の下腿・大腿・腰の3ヶ所に加速度センサーを装着することによって、それぞれの角速度を測定した。また釣り手と引き手の牽引力の測定は第1・2実験と同様である。

実験の結果より興味深い点としては、ほとんどの試技において大腿の角速度のピークを過ぎるころから、急激に腰の角速度が増す傾向が見られる。これは、まず下腿、大腿と言った脚部が畳を蹴ることによって、前半の角運動量を後半の回転で腰部、さらに上半身へと伝達することを示すものと考えられる。さらには、全ての試技において、腰の角速度と引き手は非常に近い位置でピークを示しており、これは恐らく軸足を中心とした回転運動により腰が回転し、その角運動で得た力が引き手に作用しているものと推測される。

VI. まとめ

本研究では背負投を掛ける際、「取」の下肢動作が崩し・作りの場面で「受」に対してどのような影響を与えるかについて明かにするべく実験を進めた。まず、第1実験では釣り手が引き手より早い時期にピークを迎え徐々に衰え、代わって引き手の引く力が強くなる。そして振り足が振り切った状態(最も遠くに達した)になった時に釣り手の牽引力もピークを示すことが分かった。

第2実験では、フォースプレートの使用により「取」の軸足、振り足それぞれの床反力の測定を行った。その結果、振り足が前方向に蹴る力が大きい程、回転前の相手を引き出し崩す力も強くなることが分かった。

さらに第3実験では、「取」の振り足に焦点を当て実験を行った。振り足と腰に角速度センサーを装着することで、試技時の振り足を中心とした角速度および、角加速度の測定を行った。その結果、回転の前半ではほとんど腰が回転せず、後半に入ったとき振り足で作られた角運動量を利用して、いっきに腰が回転することが分かった。

以上のことから、振り足を強く蹴りだし、そして振り足の回転半径を大きくすることが、崩し・作りの段階で大きく相手を崩しなおかつ回転中に引き手の引く力を大きくするということである。ただ後者は、実際の場合足を大きく開くことによってバランスを崩さないための背筋力等、上半身の筋力が伴わなければならない問題点があげられるが、身体の大きな相手に対しては非常に有効と思われる。

参考文献

- 1) 青木豊次, 橋本昇, 滝沢宏人, 金当国臣: 背負投の運動学的分析, 武道学研究 第18巻 第2号, 95-96, 1985.
- 2) G・ホッフムート, 遠藤萬里訳: スポーツ運動のバイオメカニクス.
- 3) 橋本昇, 青木豊次, 寒河江俊光, 森本利和: 背負投運動時に作用する力, 武道学研究 第18巻 第2号, 97-98, 1985.
- 4) 猪飼道夫, 芝山秀太郎: 動作の機敏性, 体育の科学, 149-156, 1965.
- 5) 金子公有: スポーツ・バイオメカニクス入門, 83-85, 1984.
- 6) 黒田圭一, 鈴木正博: 背負投における引き手および釣り手の発揮力に関するバイオメカニクスの研究, 未発表論文, 1989.
- 7) 真柄浩, 小林一敏, 小俣幸嗣: 身体部分から見た柔道の引き手, 雑誌柔道, 第50巻 第7号, 54-58, 1979.
- 8) 松井勲, 上村守, 野原弘嗣, 火箱保之, 藤猪省太, 正木嘉美, 山崎俊輔: 施技時における両腕(釣り手・引き手)の発揮力について, 武道学研究 第21巻 第2号, 109-110, 1988.
- 9) 松本芳三, 竹内善徳, 中村良三, 手塚政孝, 高橋邦郎: 柔道投げ技における崩しの分析, 講道館

柔道研究会紀要 第5輯, 31-38, 1978.

- 10) 松本芳三: 柔道のコーチング, 大修館書店, 1975.
- 11) 野瀬清喜, 川村禎三, 竹内善徳, 山崎俊輔: 柔道投げ技の研究—足底力よりみた構え・崩し・作り・掛けについて—, 武道学研究 第14巻 第1号, 51-63, 1981.
- 12) 大田憲: 角速度座標計における加速度信号処理, —バドミントンスマッシュ動作の科学的分析—, 筑波大学体育研究科修士論文抄録, 第12巻, 105-108, 1990.
- 13) 大滝忠夫監修, 竹内善徳, 杉山重利, 手塚政孝, 高橋邦郎編著: 論説柔道, 不昧堂, 127-164.