

〔原著〕

## バレーボールのスパイクにおける跳躍距離に関する研究

— 中垣内祐一選手のスパイクの場合 —

橋原孝博\*

佐賀野健\*\*

西村清巳\*\*\*

(平成6年9月30日受付)

## The Broadjump Technique of Volleyball Spike

: A Case Study of the Spiking Motions of

All-Nippon Yuuichi Nakagaichi

Yoshihiro HASHIHARA

(Hiroshima University, Faculty of Integrated Arts and Sciences)

Takeshi SAGANO

(Hiroshima University, Faculty of Curriculum  
and Instruction, Doctor Course)

Kiyomi NISHIMURA

(Hiroshima University, Faculty of Education)

### Abstract

The purpose of this study was to kinematically investigate the spiking motions of All-Nippon super ace Yuuichi Nakagaichi who hit from frontcourt and from backcourt, and to collect the informations of broadjump spiking technique. The male players who participated in 1994 Nippon Volleyball League Final Games between Nippon Steel versus Suntory held in Hiroshima were filmed at 100 f.p.s. with two 16mm cinecameras. 22 three dimensional coordinates for the segment endpoints and a ball from the start of the take off to the end of the swing in the air were computed by the Direct Linear Transformation Method. The results and findings were summarized as follows : 1) The broadjump length of backcourt spikings was almost twice as large as that of frontcourt spikings, and

---

\*広島大学総合科学部

\*\*広島大学大学院教育学研究科

\*\*\*広島大学教育学部

significantly correlated with the horizontal velocity of CG at the take off. 2) The ball velocity just after the impact, the finger height from the court floor at the impact, and the jumping height of backcourt spikings were almost the same size of frontcourt spikings. 3) The CG height at the take off and the angular displacement from the start of the take off to the end of the backward swing in the air of backcourt spikings were much larger than those of frontcourt spikings. This suggested that extending the range of upward swing motion should be one of the important motions in increasing the jumping height with the heigh speed approach run.

## I 目 的

これまでバレーボールのスパイクジャンプに関する研究では高く跳ぶことを目的とした報告は多いが、跳躍距離に関して研究されたものは見あたらない(橋原, 1987)<sup>9)</sup>。この原因として、一つには幅跳びが高く跳ぶことに悪影響を及ぼすと信じられていることがある(松平他, 1974)<sup>9)</sup>。

バックアタックは通常のスパイクよりも跳躍距離が長いスパイクである。そして現一流と呼ばれている選手、特にスーパーエース(最近実践場面で使用されている用語。通常セッターと対角に配置し、バックコートにローテーションした時でも攻撃に参加することができるスパイク技能の優れた選手)<sup>10)</sup>は、バックアタックのスパイクに熟達し、ゲーム中はこのスパイクを駆使してチームの勝利に貢献している。従って、一流選手のゲーム中のバックアタックを分析すれば、跳躍距離を長くして打撃するためのスパイク技術に関する資料が得られると考えられる。

## II 方 法

被験者は全日本男子バレーボールチームのエーススパイカーである中垣内祐一選手(身長193cm, 体重90kg)で、研究対象にした試合は、1994年2月27日広島県立総合体育館で行われた日本リーグ男子決勝リーグ戦、新日本製鉄対サントリーのゲームであった。

この試合を体育館最上階の通路に置いた2台の16mm高速度カメラにより每秒100コマ(露出時間1/400秒)で撮影した。フィルムコマ送りスピードが一定になるまでに1~2秒要するので、相手サーブヒット時にカメラの駆動を開始して、味方のサーブレシーブからの攻撃に対して相手ブロッカーが着地するまでのプレイを撮影した。

バレーボールを熟知したもの(国際公認コーチ)が撮影したスパイク試技の中から、フォームも崩れず打撃することに成功したスパイク動作を合計7試技、分析試技として厳選した。

分析はパーソナルコンピューターを用い、DLT法(橋原, 1988)<sup>11)</sup>により踏切離地時から打撃を終了して着地するまでの身体各部位21点及びボールの3次元座標を算出した。そしてこれをもとに身体各部分の重心位置、速度、角度などの各種力学データを求めた。ここでボール速度は算出した3次元データを直接微分したのではインパクト直前は実際よりもやや大きく、直後はやや小さくなるので、インパクト前および後のボールが空中にある2期間について求めた。なお、本研究では各

種力学データを規格化・平均化の手法(橋原, 1988)<sup>3)</sup>を用いて演算処理している。

### Ⅲ 結果と考察

本分析試技にはレフトフォワードポジションから平行トスを打撃したスパイクが2試技含まれている。2試技ともこれまでに報告された世界一流選手のフロントコートスパイクの研究と比べて跳躍高, 打点高, 打球速度の値が同等もしくはそれ以上を示す(詳細は後述する)素晴らしいスパイクである。従って本研究におけるレフト平行トスのスパイクはフロントコートスパイクの典型例としてそのスパイク技術を代表することができると考えられる。そこで本研究では以後このレフト平行とバックアタックの2種類の跳躍距離が異なるスパイク動作を比較検討しながら, 跳躍距離を長くして打撃するためのスパイク技術を考察していくことにする。

#### 1. 跳躍距離

図1は踏切離地時から打撃を終了して着地するまでの身体重心の動きを示したもので, 下図はバレーボールコートを真上から, 上図は真横から見たものである。ネット高は2.43 mである。

レフト平行トスのスパイクは2試技ともアタックラインの内側で踏み切り, ネットに対して平均67度の角度(表1)で跳躍している。トスボールはインパクト時にネットから平均1.01 m(表1)離れた位置へ上げられ, ほぼジャンプの最高点で打撃した後着地している。跳躍距離は, レフト平行の場合, 平均1.25 m(表1)であった。

バックアタックはコートのライトサイドで行われている。アタックラインの後方約60 cmの位置で踏み切り, ネットに対して92~109度(表1)の直角に近い角度で跳躍している。トスボールはレフト平行の場合よりもネットから離して上げられているが, アタックラインよりも約80 cm内側(表1)の位置にある。

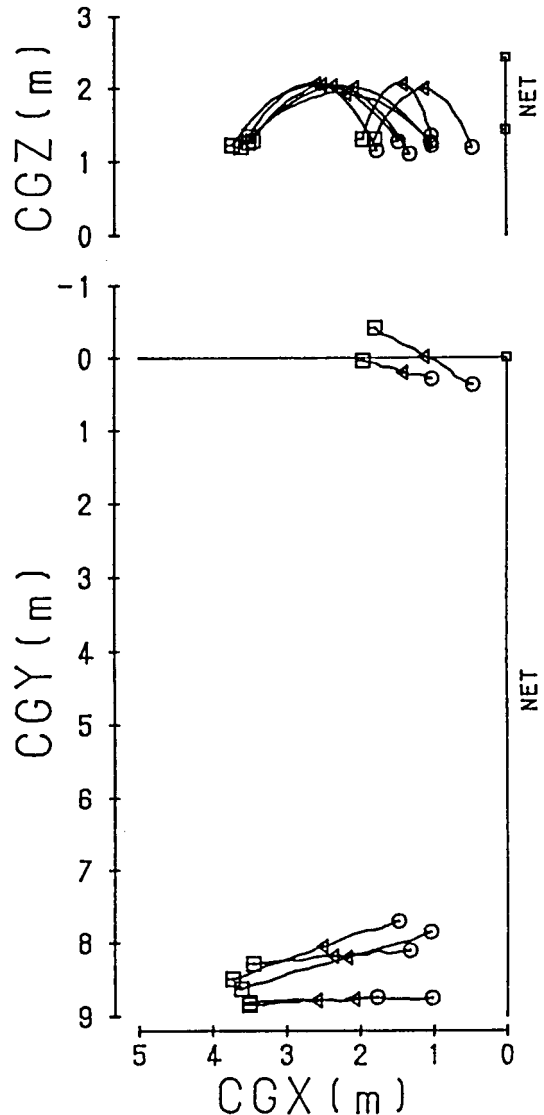


図1 打撃動作中の身体重心の動き

横軸はサイドライン方向で, 上図は真横から, 下図は真上から見たものである。各線上の記号は□が踏切離地地点, △がインパクト地点, 〇が着地地点を示している。

表1 スパイク運動成果

試技名	スパイクの種類	打撃位置 (m)	跳躍距離 (m)	踏切速度 (m/s)	跳躍方向 (deg.)	打球方向 (deg)		打球速度 (m/s)	打点高 (m)	跳躍高 (cm)
						水平	鉛直			
164	レフト平行	0.87	1.54	2.01	59	68	-23	28.65	3.21	86
205	レフト平行	1.14	0.95	0.95	75	61	-8	27.28	3.27	94
(平均)		1.01	1.25	1.48	67	65	-16	27.97	3.24	90
154	バックアタック	1.86	2.47	3.45	107	112	-10	29.65	3.13	82
163	バックアタック	2.27	1.72	2.30	93	122	-7	28.06	3.26	94
166	バックアタック	1.62	2.40	3.12	92	129	-9	27.90	3.16	89
207	バックアタック	1.90	2.08	2.70	95	101	-15	29.10	3.21	93
208	バックアタック	2.17	2.27	3.03	109	114	-10	30.78	3.26	93
(平均)		1.96	2.19	2.92	99	116	-10	29.10	3.20	90

打撃位置：インパクト時におけるボールとネットとの水平距離  
 跳躍距離：踏切離地地点から着地地点までの身体重心の水平距離  
 踏切速度：踏切離地時における身体重心の水平速度  
 跳躍方向：踏切離地地点から着地地点に向かう身体重心の水平ベクトルがネットとなす角度  
 打球方向（水平）：ネットに対するインパクト直後の打球角度  
 （鉛直）：水平面に対するインパクト直後の打球角度  
 打点高：インパクト時の手先の高さ  
 跳躍高：空中での最大重心高から立位時重心高を差し引いた値

そしてバックアタックの跳躍距離は平均2.19m（表1）であり、レフト平行の2倍近くも長く跳んでいる。

ところで、バックアタックだからといって必ずしも全てが跳躍距離の長いスパイクをしているわけではない。中には試技163のように跳躍距離が1.72mと短いバックアタックもある。踏切速度と跳躍距離の関係を見ると、このように跳躍距離が短いスパイクでは踏切速度が小さく、逆に跳躍距離の長いスパイクでは踏切速度も大きくなる傾向がある（表1）。

これまでに報告されている一流選手のゲーム中のフロントコートスパイクにおける助走速度（踏切に移った瞬間の身体重心の水平速度）は2.61~4.12m/s、平均3.40m/s（橋原, 1987）<sup>2)</sup>で、本研究のレフト平行の踏切速度平均値が1.48m/sであったことからみて、助走局面で得られた水平速度は踏切局面では減速すると推測される。従って、跳躍距離が長いスパイクを行うためには、助走局面で水平方向の大きな速度を得るとともに踏切局面でその速度を維持することのできる技術を開発する必要があると考えられる。

## 2. 打点の高さ

打点高および跳躍高はレフト平行が各々平均3.24m, 90cm, バックアタックが3.20m, 90cmであった（表1）。これまでに報告されている一流選手の打点高, 跳躍高は各々平均3.18m, 86cm（橋原, 1987）<sup>2)</sup>であり、本研究の被験者は報告されている一流選手と同等もしくはそれ以上の成果を発揮していたことがわかる。

打点高, 跳躍高とも、跳躍距離の短い試技205で大きく、跳躍距離の長い試技154では小さくなって相関関係がありそうに見えるが、データを全体的にみるとそれほど明確な傾向は認められない。

特筆すべきことは、本研究で分析した程度の跳躍距離であれば通常のスパイクと変わらない跳躍高が発揮できるということである。

実践場面では従来幅跳びをしないスパイクジャンプが奨励されてきたが(松平他, 1974)<sup>9)</sup>、幅跳びをしても跳躍高が下がらないという現実を直視して、バックアタックばかりでなくフロントコートスパイクも含めて跳躍距離の長いスパイクがもっと多用されるようスパイク指導法の転換が図られるべきである。

### 3. 打撃の強さ

インパクト直後の打球速度(合成)はレフト平行とバックアタックで各々平均27.97, 29.10m/s(表1)であり、若干バックアタックのボール速度の方が大きく見えるが、大差はない。なお、これまでに報告されている一流選手の打球速度は16.74~28.41m/s, 平均22.37m/s(橋原, 1987)<sup>10)</sup>であることから、本研究のスパイク試技では極めて強い打撃が行われていたことがわかる。

インパクト時の身体重心の速度(合成)、インパクト時の手先の速度(合成)から身体重心の速度を差し引いた相対速度は、レフト平行が各々平均2.01, 17.17m/s, バックアタックが各々平均3.17, 15.53m/sであった。換言すれば体が空中移動することによって生じた速度はバックアタックの方が大きい、体の回転動作によって生じた速度はレフト平行の方が大きかったため、結果として両スパイクの間で打球速度に大きな差が生じなかったのだと考えられる。

従って、体が大きく空中移動している最中でも体の回転動作による速度を大きくすることができ、技術を開発すれば、跳躍距離の長いスパイクでは確実に強い打撃ができると考えられる。

### 4. 打撃の方向

打球方向(鉛直)はいずれのスパイクでもマイナスの符号を示し(表1)、下向きに打撃されていた。しかし角度の値はそれほど大きくはなく、打球はむしろ水平に近く打撃されていた。フロントコートのスパイクではトスボールがネットに近いから鋭角に打撃することができる。しかしバックアタックでは本研究で明らかにした跳躍距離以上の長い跳躍を確保しない限り、これ以上トスボールをネットに近づけることはできず、鋭角に打撃するのは難しい。

鋭角に打撃できないというのは一見欠点のように思われるが、現在のバレーボールの動向をみると身長の高い選手を揃えたりリードブロックなどの戦術(田中, 1994)<sup>11)</sup>を駆使したブロックプレイが重要視されているので、むやみに鋭角に打撃することはゲームの戦略上かえってマイナスになる。高いブロックの指先を狙って確実に打撃できるコントロールをつけることが重要であろう。

打球方向(水平)の値が平均65度と小さいレフト平行では跳躍方向の値も小さく平均67度、一方、打球方向の値が平均116度と大きいバックアタックでは跳躍方向の値も大きく平均99度であった(表1)。このことは、換言すれば跳躍の方向を変化させることにより、打球の方向を変えることができることを示すものである。しかし跳躍方向の値と打球方向の値が必ずしも同一でないことから、打球方向を変化させるには、空中での体の回転動作も関与していると推測されるが、本研究の角度データの範囲は61~129度と狭く、ここではこれ以上の詳細は言及できない。

5. 胴角度変化

図2はスイング動作中の胴角度変化を示したものであり、角度符号のプラスは右肩が左腰よりも前方に位置することを、マイナスは後方に位置することを示す。角度曲線上の○印及びスティックピクチャーの時点は、バックアタックの場合が0(離地時), 7, 14, 22, 30(バックスイング終了時), 42, 48, 54%(インパクト時), レフト平行の場合が0(離地時), 7, 14, 21, 28(バックスイング終了時), 34, 39, 46, 52%(インパクト時)の各時点を示している。バックアタックの方がバックスイング時間も全体のスイング時間も若干長くなっている。

スティックピクチャーを見ると、バックアタックでは、両足同時には離地せず左足がレフト平行

の場合よりも遅れて離地する姿勢をとっていることがわかる(0~7%付近)。左足離地時の重心高はバックアタックが1.36~1.40m, レフト平行が1.30~1.34mであり、全ての試技でバックアタックの重心高がレフト平行の値を上回っていた。

胴角度を見ると、離地時の胴角度はバックアタックが5度, レフト平行が-22度であり、バックアタックでは胴体を前傾した離地姿勢をとっている。離地後、両スパイクとも胴体をバックスイングするため角度は小さくなるが、離地時からバックスイング終了時までの角度変位はバックアタック, レフト平行各々34, 22度であり、バックアタックの方が大きく振り上げ動作をしていることが

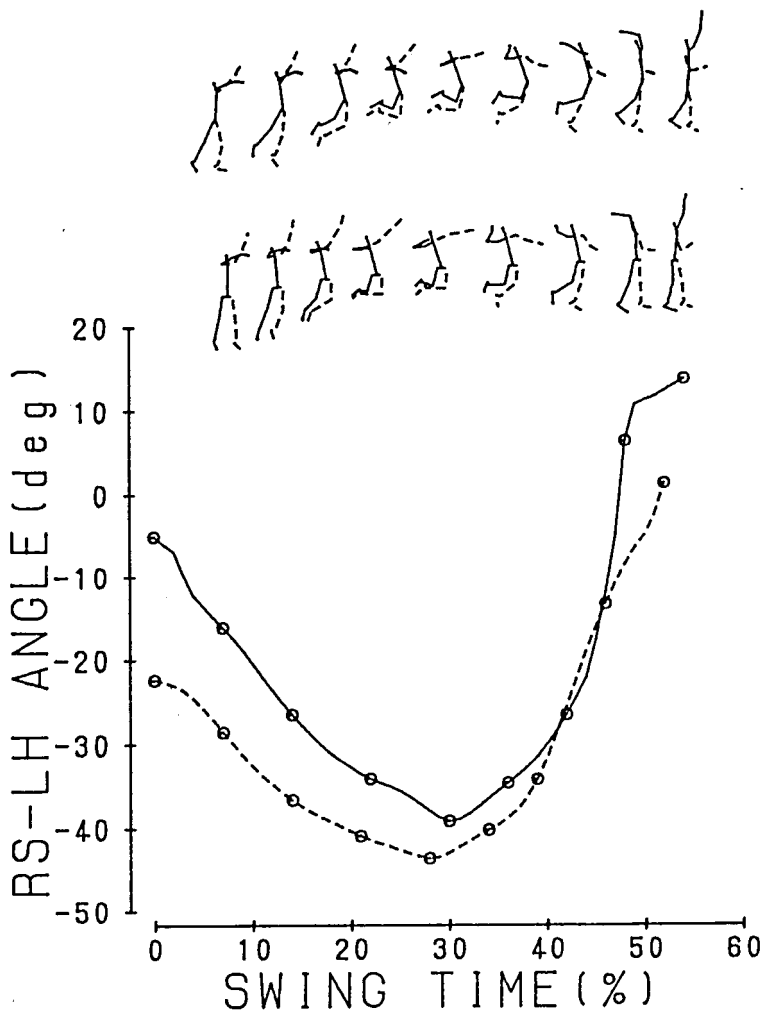


図2 スイング動作中の胴角度変化

胴角度とは左腰から右肩に向かうベクトルが鉛直線となす角度であり、実線はバックアタックの平均値、破線はレフト平行の平均値を示している。図上端のスティックピクチャーは身体各部位の位置の平均値をもとに描いたものであり、上図がバックアタック、下図がレフト平行のスパイクである。各ピクチャーの時点は角度曲線上の○印の時点と一致している。

わかる。その後、胴体は前方にスイングされ、インパクト時では両スパイクとも胴体を前傾した姿勢をとる。なお、バックスイング終了時からインパクト時までの胴角度変位もバックアタックの方が大きく、53度であり、レフト平行は44度であった。

助走速度が大きくなると人間はその衝撃力に抗するだけの脚力を発揮することができず、跳躍高は低くなる(橋原他, 1983)<sup>9)</sup>。従って、大きな助走速度を利用して高く跳躍しようとするれば、水平方向の運動量を効果的に上方へ変えることのできる技術を利用する以外に方法はない(金原, 1966)<sup>9)</sup>。跳躍距離が長いバックアタックで離地時重心高が大きかったこと、胴体を上方に大きく振り上げていたことは、まさにこの技術を示唆するものであると考えられるが、本研究では大きな水平方向の運動量を生み出す助走、踏切局面の分析は行っておらず、ここではこれ以上の言及はできない。これは、今後の課題として研究を進めるべきであろう。

#### IV まとめ

- ① 1994年日本リーグ男子決勝リーグ戦における新日本製鉄対サントリーの試合を2台の16mm高速度カメラにより撮影した。そして中垣内祐一選手のレフト平行スパイクとバックアタックの打撃動作をDLT法を用いて分析した。
- ② バックアタックの跳躍距離は平均2.19mであり、レフト平行スパイクの約2倍も長く跳躍していた。そして踏切速度が大きいものは跳躍距離が長くなる傾向があった。
- ③ バックアタックの打点高、跳躍高、打球速度はレフト平行スパイクの場合と大差なく、極めて大きな値を示した。幅跳びをしても跳躍高が下がらない現実を直視して従来のスパイク指導法を見直すべきであると考えられた。
- ④ バックアタックではネットに対してほぼ直角に跳躍していた。跳躍距離を本分析結果以上に長くしない限り、トスをネットに近づけて鋭角に打撃することはできない。しかし鋭角な打撃を追求するより水平方向への打撃コントロールをつける方が戦略的にむしろ得策であると考えられた。
- ⑤ 水平方向の運動量大きいバックアタックでは、左足が右足に遅れて離地する姿勢をとり、バックスイング局面では胴体を大きく上方に振り上げながら跳躍していた。

(本研究は1994年財団法人広島県バレーボール協会科学研究委員会の援助により行われたものである。)

#### 引用・参考文献

- 1) バレーボールマガジン(1994)全日本男女プレビュー, アポロン企画, 22(6): 1-6.
- 2) 橋原孝博(1987)バレーボールのスパイク技術に関する運動学的研究 -高い打点で、強く打撃するためのスパイク技術について-, 筑波大学体育科学研究科博士論文, pp. 1-343.
- 3) 橋原孝博, 阿江通良, 横井孝志, 石島繁, 古藤高良, 波川侃二(1988)規格化・平均化の手法

による運動技術解析の試み -バレーボールのスパイク技術について-, 体育学研究, 33(3): 201-210.

- 4) 橋原孝博, 小村堯, 宮原満男 (1988) 3次元映画撮影法の導入に伴う16mm動作解析システムの確立に関する研究, 広島大学総合科学部紀要VI 保健体育学研究第6巻, 33-41.
- 5) 橋原孝博, 渋川侃二, 阿江通良, 石島繁 (1983) バレーボールのオープンスパイクジャンプに関するバイオメカニクス的研究, 第5回バイオメカニクス国内セミナー, 日本バイオメカニクス学会(編), スポーツバイオメカニクスへの挑戦, 杏林書院, pp. 175-181.
- 6) 金原勇, 渋川侃二, 大西暁士, 三浦望慶 (1966) 跳躍力を大きくする基礎的技術の研究(その3) -助走を利用して高くとぶ跳躍について-, 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報, 4: 32-50.
- 7) 松平康隆, 豊田博, 大野武治, 稲山壬子 (1974) バレーボールのコーチング, 大修館書店, pp. 184.
- 8) 田中幹保 (1994) NEO VOLLEYBALL-ISM, 月刊バレーボール, 日本文化出版, 48(5): 160-161.