

〔原 著〕

バレーボールのスパイクにおける
打ち分け技術に関する研究

橋 原 孝 博*

溝 下 洋 子**

(平成1年9月28日受付)

A study on the volleyball spiking motion to
place the ball crosscourt or down the line

Yoshihiro HASHIHARA

(Hiroshima University, Faculty of Integrated Arts and Sciences)

Youko MIZOSHITA

(Kure Shouwa Kita Junior High School)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the volleyball spiking motion for placing the ball crosscourt or down the line. Three varsity male players who were instructed to spike the ball right-side area, center area, and left-side area of the opponent court were filmed at 80 f. p. s. with two 16mm cinecameras. Nine successfully performed spiking motions were selected for the analysis, and were digitized from the start of the approach run to the end of the swing in the air. 22 three dimensional coordinates for the segment endpoints and the ball were computed by the Direct Linear Transformation Method. The kinematic data were obtained from the three dimensional coordinates. The results were summarized as follows;

The average ball angles to the net just after impact were 117 degrees in R trial, 86 degrees in C trial, and 65 degrees in L trial. The larger angle in order of R, C, L trials was the same in the approach angle or the takeoff angle. But the ball angle displacement from the largest angle of R trial to the smallest angle of L trial was much larger than that of the approach angle or the takeoff angle.

The normalization and averaging of the displacement data for 21 segment endpoints permitted to compare the swing motions in the air. The trunk, right arm, and legs were much flexed leftward in order of L, C, R trials during the forward swing phase. But the left arm was fixed at the left hip joint which was near the center of gravity.

* 広島大学総合科学部 ** 呉昭和北中学校

I. 目的

バレーボールのスパイクにおける打ち分け動作は、スパイクの種類、すなわちオープンスパイク、クイックスパイク、時間差攻撃、移動攻撃などに共通に内在する動きであり、松田⁴⁾の「基本の運動の捉え方」に従えば、スパイクにおける基礎技術の一つとみなすことができる。それ故、方向を変えて攻撃することは実践場面においてスパイク技術を身に付ける際、最も重要な指導ポイントの一つとして指摘されているが、これまでのスパイクに関する研究成果は高い打点で打撃する技術、強く打撃する技術に関するもの¹⁾が多く、打ち分け技術について研究された報告³⁾はほとんど見当たらない。この原因としては、一つには、打ち分け動作が移動方向を変えたり空中で身体を回転させてプレイするため、従来の2次元映画撮影法では定量的に分析することが不可能であったことが考えられる。しかしながら最近ではコンピューターの普及や映画分析方法の開発により3次元動作分析も可能になっている。そこで、本研究の目的はバレーボールのスパイクにおいて基礎技術の一つと考えられる打ち分け技術を明らかにするための資料を得ることである。

II. 方法

本研究では大学男子バレーボール部員3名のスパイク動作を3次元映画撮影法(DLT法⁵⁾)により分析した。

図1は本研究で用いた自作の較正器と撮影場面の模式図を示したものである。較正器を右図の①で示す位置に設置し、2階席に固定した2台のシネカメラで撮影した。同時に、センターラインとレフトサイドラインの交点を原点として、較正点を通る鉛直線が示すコート位置、すなわちサイド

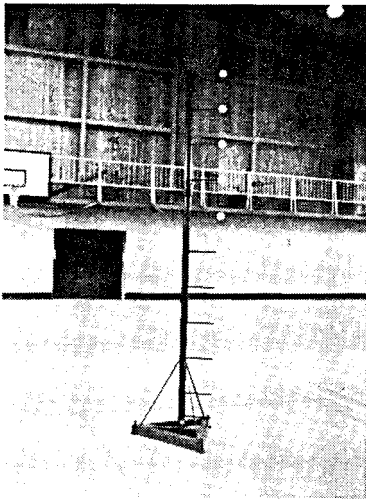


図1 a 本研究で用いた較正器
(自作、高さ3 m、較正点1と床面の距離は17.7cm、較正点1と2の距離は20cm、その他の各較正点間の距離は30cm)

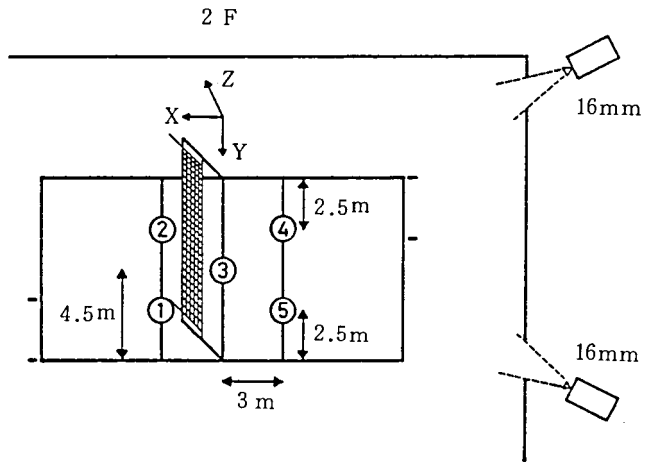


図1 b 撮影場面におけるカメラ位置と較正器の位置

ライン方向をX方向，センターライン方向をY方向とする原点からの距離を実測した。なお，較正点の鉛直距離は設計上既知であり，ここでは測定しなかった。①の地点における撮影と実測が終了すると，較正器を撮影範囲全体に分布するよう，②③④⑤の地点へと順次移動させ，較正点の撮影と3次元座標の実測を繰り返した。このようにして撮影したフィルムを分析装置にかけ，検出した較正点の2次元座標と実測による較正点の3次元座標から，各カメラごとにDLT係数を算出した。

実験試技は，セッターが直上約3mに上げたトスを，被験者がネットに直角に助走，踏み切りながら，打球を3方向に打ち分けるというもので，R試技は相手コートのライト側に，C試技は中央に，そしてL試技はレフト側に打撃するスパイクであった。このようなスパイク動作を助走開始からスパイク終了の着地まで2台の高速度カメラにより毎秒80コマで撮影した。

このようにして撮影したスパイク動作のフィルムを分析装置にかけ身体各部位21点及びボールの2次元座標を検出した。そしてこれら各カメラごとの2次元座標と既に算出されている各カメラごとのDLT係数から，スパイク動作中の身体各部位及びボールの3次元座標を算出した。そして，これをもとに各種力学量を求めた。

Ⅲ. 結果と考察

1. スパイク運動成果

表1は各選手のスパイク運動成果を打球方向の種類別に整理して示したものである。ネットに対

表1 スパイク運動成果

試技名	被験者名	助走方向 (deg.)	踏切方向 (deg.)	跳躍方向 (deg.)	打球方向(deg.) (水平) (鉛直)	助走速度 (m/s)	跳躍高 (m)	打点高 (m)	打球速度 (m/s)
C	MU	91	87	78	86 -18	3.87	0.72	2.85	21.33
C	SI	80	82	89	82 -15	4.07	0.74	2.79	24.11
C	SU	87 (86)	86 (85)	85 (84)	90 (86) (-21)	3.72 (3.89)	0.87 (0.78)	2.94 (2.86)	22.47 (22.64)
R	MU	93	91	87	113 -18	3.37	0.77	2.88	22.73
R	SI	85	80	72	115 -14	3.77	0.73	2.76	22.12
R	SU	84 (88)	92 (88)	108 (89)	123 (117) (-16)	3.86 (3.67)	0.82 (0.78)	2.85 (2.82)	23.66 (22.84)
L	MU	79	82	88	59 -19	3.17	0.71	2.87	21.79
L	SI	80	76	73	72 -15	3.10	0.73	2.80	22.20
L	SU	83 (81)	83 (80)	82 (81)	62 (65) (-18)	4.02 (3.61)	0.90 (0.78)	2.96 (2.88)	24.21 (22.73)
平均		85	84	85	89 -18	3.72	0.78	2.86	22.74
SD		5	5	11	23 4	0.31	0.07	0.07	1.03

C：相手コート中央に打撃したスパイク試技

R：相手コートライト側に打撃したスパイク試技

L：相手コートレフト側に打撃したスパイク試技

助走方向：助走局面開始地点から終了地点にむかう身体重心の水平ベクトルがネットとなす角度

踏切方向：踏切局面開始地点から終了地点にむ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

する打球方向はC, R, L試技それぞれ平均86, 117, 65度であった。身体重心の動きからみた助走, 踏切方向はC試技が平均86, 85度, R試技が88, 88度, L試技が81, 80度であり, いずれも打球方向と同様にR, C, L試技の順で角度が大きくなっている。このことは, 助走, 踏切において身体の移動方向を変え, その方向に沿って打撃することが, 打球方向を変えるのに役立つことを示唆するものである。

しかしながら, 助走, 踏切方向におけるC, R, L各試技間の角度差は, 打球方向における各試技の角度差ほど大きくない。これは, 打球方向の違いが助走, 踏切における身体の移動方向ばかりでなく, 空中での打撃における身体の回転動作の違いにもよるからである。

2. スパイク動作の規格化・平均化処理

規格化・平均化の手法²⁾を用いて, 打球方向の違いが打撃動作に及ぼす影響を比較検討することにした。

本研究で分析したスパイク動作は, 各試技とも移動方向や移動距離等, スパイクを行った地点が違っている。従って, 3次元映画撮影法により得られた身体各部位の位置データを直接加算し, 平均化するには無理がある。そこで, 踏切局面終了地点からスパイク終了の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をもとに, 身体各部位の位置データを座標変換し, 各選手のスパイク運動面を統一した。そして, 踏切離地時, バックスイング終了時, インパクト時, 着地時の時点を一一致させ, 空中での打撃時間を100% (バックスイング時間28%, フォアスイング時間26%, フォロースルー時間46%)として各試技の動作局面を一致させた。このとき, 相当する時刻の

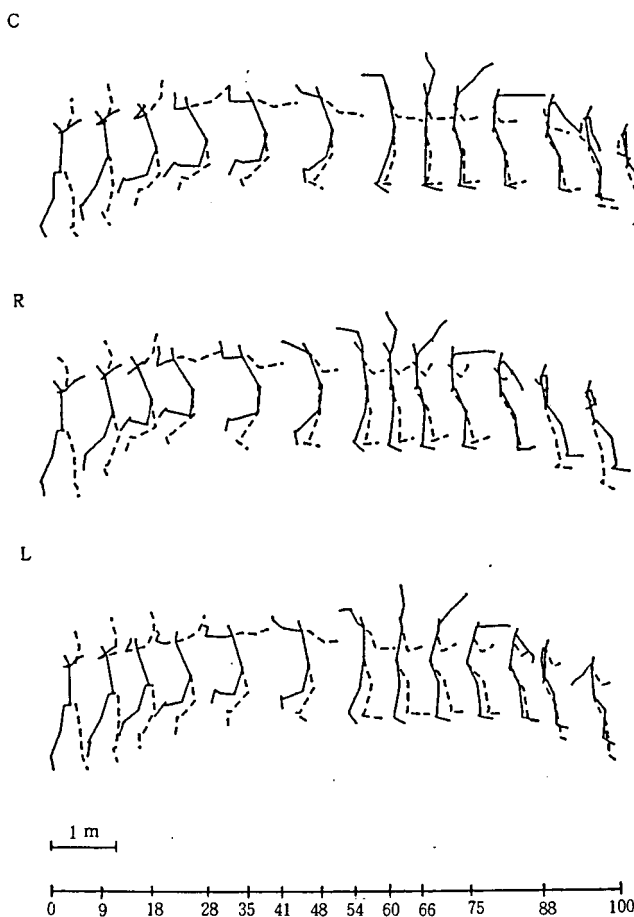


図2 スパイク動作のスティックピクチャー (C, R, L試技とも, スティックピクチャーにおける身体各部位は全被験者の平均値であり, 破線は左の腕と脚を表す。図下部の数値はスイング動作の時間的割合を示し, 0は踏切離地時, 28はバックスイング終了時, 54はインパクト時, 100は着地時の各時点を示す)

データがない場合にはラグランジェの一次補間公式によりデータを補間して求めた。なおバックスイング、フォアスイング、フォロースルーの時間的割合は、各選手の空中での打撃時間全体に対するバックスイング時間、フォアスイング時間、フォロースルー時間の割合を9試技で平均することにより求めた。そして、規格化したデータについて、規格化した時刻ごと（すなわち1%ずつ）身体各部位の位置データを加算し、平均値を求めた。

図2はこのような要領で規格化・平均化した身体各部位の位置変化をスパイク試技の種類ごとにまとめ、スティックピクチャーにより表したものである。インパクト直前（48%）に着目すると、C試技では左右の肩、腰とも横一線に並んでいるが、R試技では右の肩および腰が左のそれよりも前方に位置し、L試技では逆に左の肩および腰が右のそれよりも前方に位置していることがわかる。そこで、打球方向を変えるためのスイング動作として最も重要であると考えられるフォアスイング動作について、C、R、L試技の比較検討を行うことにする。

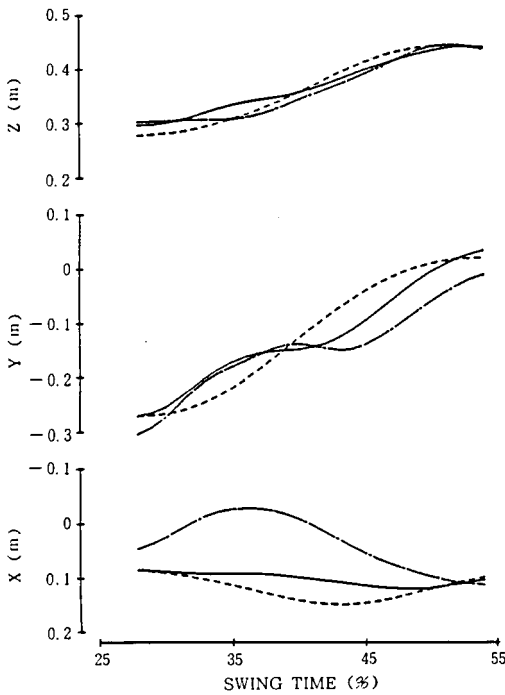


図3 a フォアスイング期間における胴体の位置変化（X、Y、Zは身体重心に対する右肩の相対位置変化を、それぞれ左右、前後、上下方向について見たもので、実線はC、破線はR、一点鎖線はLの試技を表す）

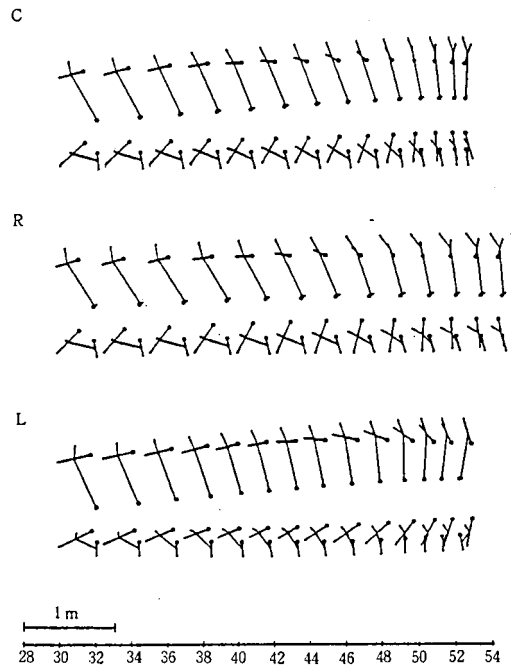


図3 b 胴体のフォアスイング動作のスティックピクチャー（各試技のスティックピクチャーとも上部は真横から、下部は直上から見たもので、黒丸の付いた身体部位は左の肩と腰である）

3. フォアスイング動作の比較

身体各部分の動きを相対位置変化により表せば、その身体部分自体の動きを他の身体部分の動きに影響されずに検討することができる。そこで本研究では、胴体、左右の腕と脚について相対位置変化を求め、打球方向の違いに対する身体各部分のフォアスイング動作の変化を検討することにした。

(1) 胴体の動き

図3 aはフォアスイング中の身体重心に対する右肩の相対位置変化を各成分（Xは左右、Yは前後、Zは上下方向の変化）ごとに示したものであり 原点は身体重心の位置を表している。なお、得られた結果の解釈を助けるために身体部分ごとのスティックピクチャーも作製した（図2 b）。C、R、L試技とも、スティックピクチャーを参考にすると、胴体は右肩を後ろに引いて身体左側に後傾した姿勢から、肩を身体左側に回転させながら前屈させ、胴体をひねりもどしていることがわかる。しかしながら、X方向の図についてみると、このC、R、L試技の胴体のひねりもどしには若干の相違が認められる。すなわち、C試技では右肩が重心の右約10cmの位置を直線的に前方移動するよう、胴体がひねりもどされている。一方、L試技では胴体を大きく左側に傾け、右肩が身体左側に円弧を描くようにひねりもどされている。また、R試技ではL試技とは逆に胴体の左傾斜は小さく、右肩が身体右側に円弧を描くようにひねりもどされている。なお、L、R試技における胴体の左右方向への傾斜動作は、L試技の方がR試技よりもタイミング的に早く生じている。

(2) 右腕の動き

図4 aはフォアスイング中の右肩に対する右手先の相対位置変化を示し、原点は右肩の位置を表している。右腕はスティックピクチャーを参考にすれば、C、R、L試技ともフォアスイング開始時には、上腕を肩の右後方で横に倒し、前腕を鉛直に近く立てた姿勢をとっている。右腕のフォアスイングは、C、R、L試技とも胴体のフォアスイングと同時に開始されず、スティックピクチャー38%付近までは上腕を肩の後方へとバックスイングする。そして上腕スイング開始後、スティックピクチャーでは48%付近から前腕の前方スイングを開始している。Z方向の図において、手先の相対位置変化が38%付近では、上腕スイングが開始されているにもかかわらず、大きくならない（前腕スイング開始の48%付近から急激に大きくなっている）のは、38%付近ではY方向の図を参照するとわかるように、手先が肩後方に移動しながら前腕がバックスイングされているからであり、このことは前腕スイングが上腕スイングよりもタイミング的に遅れて生ずることを示すものである。C、R、L試技とも前述した右腕のフォアスイング動作をしているが、左右方向の動きには各試技間に相違が認められる。すなわち上方から見たスティックピクチャーも参考にすると、右腕は上腕を身体後方にL、C、R試技の順でより大きくバックスイングしているので、上腕そして前腕のフォアスイングが開始されると、手先がL試技では肩の左側で円弧を描くように、R試技では逆に肩の右側で円弧を描くようにスイングされている。

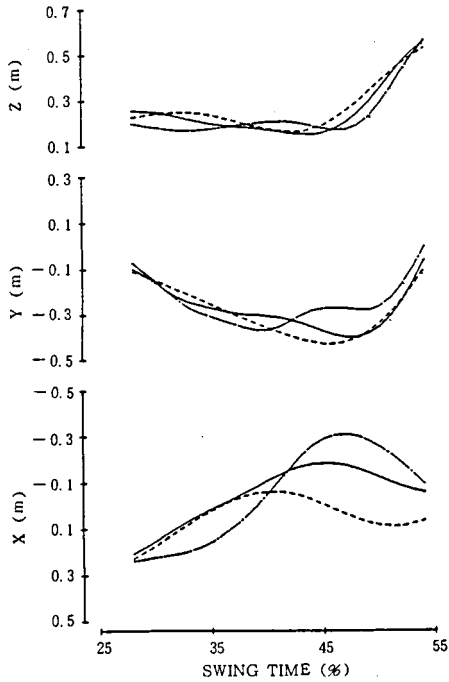


図4 a フォアスイング期間における右腕の位置変化 (X, Y, Zは右肩に対する右手先の相対位置変化を、それぞれ左右、前後、上下方向について見たものである)

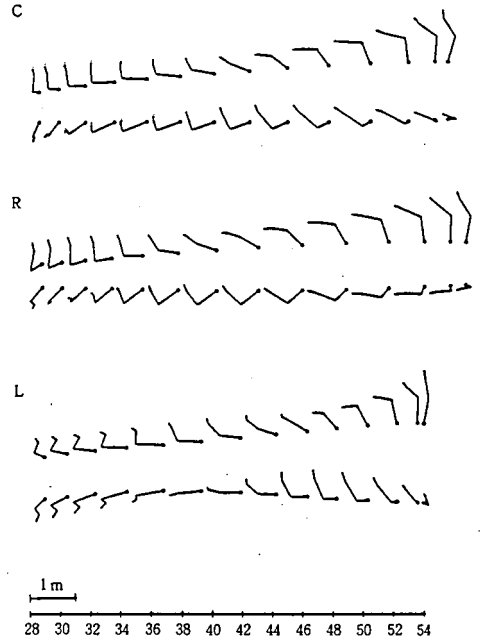


図4 b 右腕のフォアスイング動作のスティックピクチャー (黒丸の付いた身体部位は右の肩である)

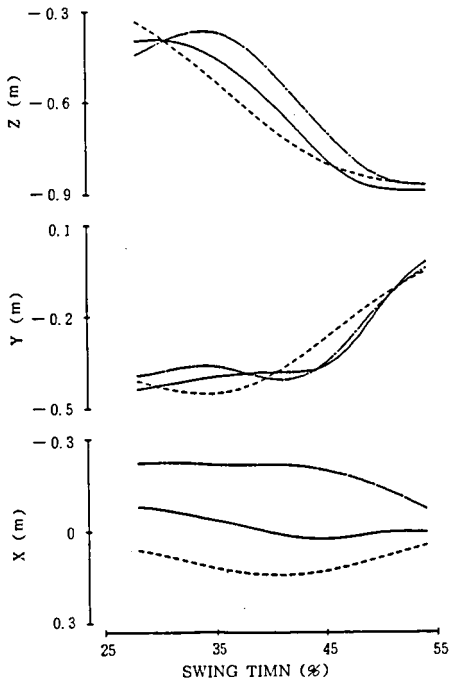


図5 a フォアスイング期間における右脚の位置変化 (X, Y, Zは右腰に対する右足関節中心の相対位置変化を、それぞれ左右、前後、上下方向について見たものである)

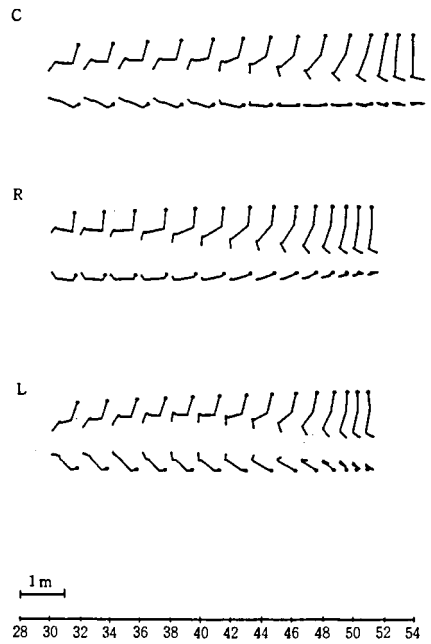


図5 b 右脚のフォアスイング動作のスティックピクチャー (黒丸の付いた身体部位は右の腰である)

(3) 左腕の動き

左腕はC, R, L試技とも、肩及び肘関節を屈曲しながら身体下方に振り下ろされる。そして、右上腕スイング開始付近から、左腕は姿勢を大きく変化させず、肘関節をほぼ直角に曲げて左腰につけ、前腕を身体前方に出している。なお、本研究では、左腕に関する各試技動作間の相対的差異、換言すれば打球の打ち分けの違いに対する左腕のフォアスイング動作の変化について、顕著な傾向は認められなかった。この原因としては、一つには、左腕は空中動作における回転中心である身体重心に近い左腰で固定されているので、左右の相対的な動きを必要としないことが考えられる。

(4) 右脚の動き

図5aはフォアスイング中の右腰に対する右足関節の相対位置変化を示し、原点は右腰の位置を表している。右脚はC, R, L試技ともフォアスイング開始時には、膝関節をほぼ直角に曲げ、下腿を身体後方に振り上げた姿勢をとっている。そして右上腕スイング開始とほぼ同時に、右脚は膝関節を伸展させ、下腿を身体の前下方へ振り下ろしている。各試技動作間の違いは、XおよびZ方向の相対位置変化にみられ、C試技では足先が腰のほぼ真下を、L, R試技では足先がそれぞれ腰の左及び右側を前方スイングされている。

(5) 左脚の動き

左脚も右脚とほぼ同様の動作パターンを示す。すなわち、足先をL, C, R試技の順でより大きく身体左側に振り上げ、右上腕スイング開始とほぼ同時に下腿を身体の前下方へ振り下ろしている。しかし左脚の動きには、右脚とは違う点もある。すなわち、左脚ではフォアスイング開始時における下腿の身体後方への振り上げが右脚の場合よりも小さく、インパクト時では逆に大きく身体前方へ振り出されている。この左脚の振り出し動作は上半身の身体左側への回転動作（ひねりもどし）が大きかったR試技が最も大きく約55cm、次いでL試技が約40cm、C試技が約30cmの順である。

IV. 要約

研究目的はバレーボールのスパイクにおいて基礎技術の一つと考えられる打ち分け技術を明らかにするための資料を得ることであった。被験者には大学男子バレーボール選手3名を用い、相手コートライト側、中央、そしてレフト側に打ち分けるスパイク動作を3次元映画撮影法により分析した。得られた結果をまとめると以下ようになる。

- 1) ネットに対する打球の方向はR試技が平均117度、C試技が86度、L試技が65度であった。
- 2) 助走、踏切方向は打球方向と同様にR, C, L試技の順で角度が大きくなっていった。しかし、助走、踏切方向における各試技間の角度差は打球方向における各試技の角度差ほど大きくなかった。
- 3) 空中でのフォアスイング動作を各試技ごとに規格化・平均化し、身体部分別に検討したところ、特に水平変位について、左腕を除く胴体、右腕、そして左右の脚の動きに各試技間の相違が認め

られた。

(本研究は文部省科学研究費補助金奨励A63780162の援助により行われたものである)

〈参考文献〉

- 1) 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
- 2) 橋原孝博, 阿江通良, 横井孝志 石島繁, 古藤高良, 渡川侃二(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), 201-10.
- 3) 橋原孝博, 古藤高良, 阿江通良, 石島繁, 横井孝志, 川端昭夫, 栃堀中二, 福原祐三, 都沢凡夫, 岡内優明, 吉田雅行(1983)「'82日米対抗女子バレーボールにおける一流選手の技術分析(その2)—スパイクのスイング動作について—」第34回日本体育学会大会号抄録, 594.
- 4) 松田岩男(1981)「子供にとって「基本の運動」とは何か」体育の科学, 31(6), 392-95.
- 5) Walton, J. S. (1979)Close-range cine-photogrammetry: another approach to motion analysis, in Terauds, J. (Ed.), Science in Biomechanics Cinematography, Academic Publishers: Del Mar, 69-97.