

2015 FIVB バレーボールワールドカップにおける 世界一流男子バレーボール選手のスパイク動作

村本名史¹⁾ 高根信吾²⁾ 瀧澤寛路²⁾ 塚本博之³⁾ 河合 学⁴⁾ 湯澤芳貴⁵⁾ 今丸好一郎⁶⁾

1) 心身マネジメント学科 2) 経営学部経営学科 3) 静岡産業大学 4) 静岡大学 5) 日本女子体育大学 6) 東京女子体育大学

Spike Movements of Male World Class Volleyball Players in the 2015 FIVB World Cup Volleyball Competition

Morifumi MURAMOTO, Shingo TAKANE, Hiromitsu TAKIZAWA,
Hiroyuki TSUKAMOTO, Manabu KAWAI, Yoshitaka YUZAWA
and Kouichirou IMAMARU

要 旨

2015 FIVB ワールドカップに出場した世界一流男子バレーボール選手のスパイク動作の特徴について検討することを目的とした。浜松会場において、Iran、Poland、Russia、Argentina、Tunisia、Venezuela から出場した計8名の男子選手による試合中に前衛レフトから右手でヒットしたスパイク動作を分析した。試合会場2階に設置したハイスピードカメラ3台によって120fpsで撮影し、その後DLT法によって身体計測点20ポイントの3次元座標を算出した。打球時の打撃手速度の平均±標準偏差は 19.72 ± 2.18 m/secであり、最高速度は22.18 m/secを記録した。また、打球時の打撃手高の平均±標準偏差は 3.26 ± 0.15 mであり、最も高い選手は3.44 mに達した。さらに、打球時の身体重心高は 2.05 ± 0.06 mであり、最高値は2.16 mであった。他の研究報告による打撃手速度、打撃手高、身体重心高に比べ、今回得られた平均値は大きい傾向であったことから、世界一流男子バレーボール選手のスパイク動作では、インパクト時に打撃手速度が大きく、打撃手高が高く、重心高が高くなる傾向であることが推察された。

キーワード：バレーボール、スパイク動作、世界一流男子選手

Abstract

This study is an investigation about spike movements of male players in the 2015 FIVB volleyball men's world cup held in Hamamatsu. We analyzed the spike motions of the right hand from front left side position of 8 male players from Iran, Poland, Russia, Argentina, Tunisia, Venezuela in games. Images were taken at 120 fps by three high-speed cameras fixed on the second floor of the main arena, and then the three-dimensional coordinates of 20 body measurement points were calculated by the DLT method. The mean \pm SD of the hitting speed at the time of ball impact was 19.72 ± 2.18 m/s, and the maximum speed was recorded as 22.18 m/s. The mean \pm SD of hitting height at the time of ball impact was 3.26 ± 0.15 m, and the highest player was 3.44 m. Furthermore, the height of the center of gravity at the time of ball impact was 2.05 ± 0.06 m, and the maximum value was 2.16 m. The values obtained in this study tended to be larger than the values of hitter speed, hitter height, and body center of gravity height obtained in other research reports.

Keywords : volleyball, spike movement, male world class player

1. 緒 言

バレーボールの基本技術には、サーブ、レセプション（サーブレシーブ）、セット（トス）、アタック、ブロック、ディグ（スパイクレシーブ）などがあるが、攻撃場面ではブロックやディグをかわして高い打点から相手コートへボールをヒットするスパイクが多く使用されている。

スパイク動作は非常にダイナミックであり、特に男子の試合では打球が速いため、観客が魅了される技術の一つである。しかし、スパイクでは高い打点を獲得するための跳躍と速い打球を繰り出すためのスイングを含めた全身運動を行う必要があり、跳躍に関わる下肢や体幹、スイングに関わる上肢や肩関節において巧みに身体を操作することが求められる。

スパイク動作の分析に関して、これまで球速や手部の速さ（Coleman et al.1993、石川ら 2008、小池ら 2007、増村ら 2007a、増村ら 2007b、Reeser et al.2010）、身体重心高（Tilp et al.2008）、跳躍や着地（増村ら 2007c、Marquez et al.2009、Wagner et al.2009）などに関する多くの報告があるが、競技レベルの高い選手の動作分析によって技術や動作速度等の力学量を明らかにすることで、一般選手の動作の改善に必要な資料が得られると思われる。そこで本研究は、世界一流男子バレーボール選手のスパイク動作の特徴について検討することを目的とした。

2. 方 法

2.1 対 象

2015 年 9 月に浜松アリーナ（静岡県浜松市）で開催された FIVB バレーボールワールドカップに出場した Iran、Poland、Russia、Argentina、Tunisia、Venezuela の計 6 チームから、試合に出場した計 8 名の男子選手（表 1）を選出した。

表 1 分析対象とした選手

選手	Subj. A	Subj. B	Subj. C	Subj. D	Subj. E	Subj. F	Subj. G	Subj. H	Mean ± SD
チーム	Iran	Poland	Russia	Argentina	Tunisia	Russia	Poland	Venezuela	—
年齢（歳）	23	27	26	26	24	27	27	20	25.0 ± 2.5
身長（cm）	205	191	218	198	188	202	205	194	200.1 ± 9.6
体重（kg）	88	80	104	90	73	103	87	81	88.3 ± 10.8
最高到達点（cm）	355	328	375	355	315	345	352	339	345.5 ± 18.4

（VOLLEYBALL WORLD CUP JAPAN 2015 プログラムより）

2.2 撮 影

試合会場 2 階に設置したハイスピードカメラ（スポーツセンシング社製スポーツコーチングカム）3 台を用いて 120fps、シャッタースピード 1/1000sec で撮影し、その後 DLT 法によって身体計測点 20 ポイントの 3 次元座標を算出した。選手の身体各部位の計測点の 3 次元座標値を Direct linear transformation method（以下、DLT 法）によって算出するため、試合開始前にレフトサイドのフロントゾーン（3m×3m の区画）内に 1m 間隔で計 16 か所にキャリブレーションボール（コントロールポイント 6 個【フロアからの高さが 100、200、250、300、350、400cm】）を鉛直に立てて撮影した（図 1）。

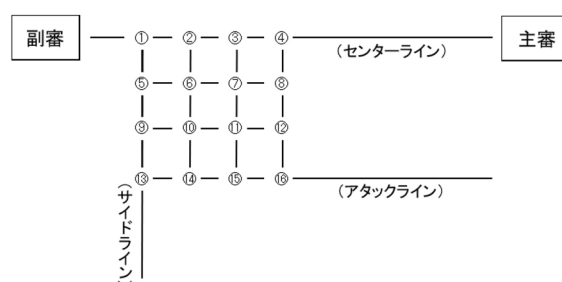


図1 キャリブレーションポイント（16 か所）

2.3 分 析

分析試技は、試合中に前衛レフトから右手によってヒットされ、ブロックされたりミスにならなかったスパイク動作とした。3 台のカメラによって撮影された映像は、離床（take off）、打球（ball hitting）、着床（landing）等の瞬間的な特徴動作を撮影した画像を用いて同期させた。

身体の計測点は 20 ポイント（頭頂、胸骨上縁、肩、肘、手首、手先、肋骨下、大転子、膝、足首、足先）とし、各計測点の座標算出には動作解析ソフト（DKH 社製 Frame-DIAS V）による DLT 法を用い、バターワー

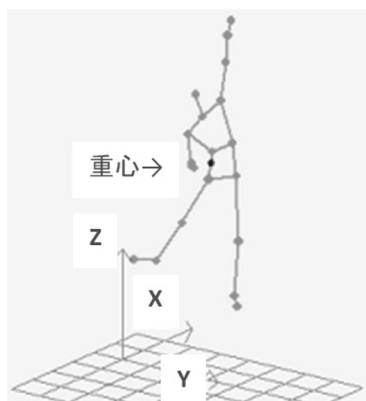


図2 分析の設定

ス型ローパスフィルタによって 20Hz 以上の高周波を遮断した。さらに、頭部、胴体、上腕、前腕、手部、大腿、下腿、足部の各セグメントを設定し、各セグメントの重心および身体合成重心（以下、重心）座標を算出した。X 方向をサイドライン方向、Y 方向をセンターライン方向、Z 方向を鉛直方向とし（図 2）、打撃した手部（以下、打撃手）および身体合成重心の XYZ 方向の合成速度を算出した。なお、スパイクの各局面における右手先および身体重心の高さおよび速度を算出したが、打球時の値は右手がボールにヒットしたコマの 1 つ前の値を用いた。

3. 結果

3.1 スパイク動作

各選手のスパイク動作を 3 次元動作解析し、離床から着床までを Y-Z 平面からのスティックピクチャーとして示した（図 3 から図 10）。


図3 Subj. A (Iran) のスパイク動作
(右が離床、左が着床)

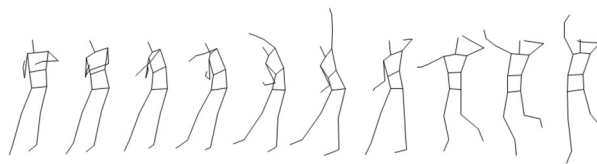
図4 Subj. B (Poland) のスパイク動作
(右が離床、左が着床)

図5 Subj. C (Russia) のスパイク動作
(右が離床、左が着床)

図6 Subj. D (Argentina) のスパイク動作
(右が離床、左が着床)

図7 Subj. E (Tunisia) のスパイク動作
(右が離床、左が着床)

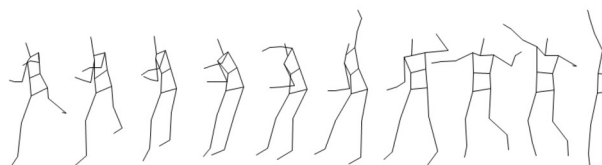
図8 Subj. F (Russia) のスパイク動作
(右が離床、左が着床)

図9 Subj. G (Poland) のスパイク動作
(右が離床、左が着床)

図10 Subj. H (Venezuela) のスパイク動作
(右が離床、左が着床)

表 2 打球時の打撃手速度と打撃手高

選手	Subj. A	Subj. B	Subj. C	Subj. D	Subj. E	Subj. F	Subj. G	Subj. H	Mean ± SD
打撃手速度 (m/sec)	20.38	21.98	18.06	18.06	17.04	22.18	18.78	21.96	19.72 ± 2.18
打撃手高 (m)	3.33	3.15	3.44	3.15	3.07	3.42	3.38	3.10	3.26 ± 0.15

表 3 スパイク動作の各局面における重心高

選手	Subj. A	Subj. B	Subj. C	Subj. D	Subj. E	Subj. F	Subj. G	Subj. H	Mean ± SD
離床時 重心高(m)	1.33	1.37	1.43	1.31	1.19	1.42	1.46	1.21	1.34 ± 0.10
打球時 重心高(m)	2.08	2.04	2.06	1.97	1.97	2.09	2.16	2.01	2.05 ± 0.06
最大 重心高(m)	2.07	2.04	2.07	1.98	1.97	2.09	2.17	2.01	2.05 ± 0.07
着床時 重心高(m)	0.74	0.67	0.64	0.67	0.78	0.68	0.71	0.80	0.71 ± 0.06

打球時の打撃手速度の平均±標準偏差は 19.72 ± 2.18 m/sec であり、最高速度は 22.18m/sec を記録した。また、打球時の打撃手高の平均±標準偏差は 3.26 ± 0.15 m であり、最も高い選手は 3.44m であった（表 2）。

また、スパイク動作の各局面（離床、打球、最大、着床）における重心高を表 3 に示した。離床時重心高の平均±標準偏差は 1.34 ± 0.10 m であり、最も高い選手は 1.46m であった。打球時重心高の平均±標準偏差は 2.05 ± 0.06 m であり、最も高い選手は 2.16m に達した。最大重心高の平均±標準偏差は 2.05 ± 0.07 m であり、最も高い選手は 2.17m を記録した。着床時重心高の平均±標準偏差は 0.71 ± 0.06 m であり、最も高い選手は 0.80m であった。

4. 考 察

スパイク動作におけるアームスイング（腕の振り方）について、セリンジャーら（1993）はスパイクにおけるアームスイングを 5 種類（ストレート、ボウ・アンド・アロウ、スナップ、サーキュラー、ラウンドハウス）に分類した。本研究では日本バレーボール協会（2017）の分類を参考にして、テイクバックおよびフォワードスイングを含めたアームスイングを分類すると、Subj. A および Subj. D の 2 名をサーキュラー・アームスイング、他の 6 名をボウ・アンド・アロウ・アームスイングであったと考えられた。

打球時の打撃手速度について、増村ら（2007a）はナショナルチームに所属する男子プレーヤー（日本、セルビアモンテネグロ、カナダ）11 名を含めた計 18 名について、公式戦または実験環境におけるスパイク動作において打球時の打球腕速度上位者 5 名で 19.5 ± 0.4 m/sec であったことを報告した。さらに、増村ら（2007b）は打撃手速度が、全日本男子選手のフロントスパイクで 13.78 ± 0.44 m/sec、バックスパイクで 15.22 ± 1.19 m/sec、世界一流男子選手のフロントスパイクで 18.91 ± 1.66 m/sec、スパイクサーブで 19.56 ± 3.13 m/sec と述べた。本研究の打球時打撃手速度は平均が 19.72m/sec であり 22m/sec を上回る選手もいたことから、世界一流男子バレーボール選手の打撃手速度は増加傾向である可能性が考えられる。

打球時の打撃手高について、黒川ら（2008）は 2003 年ワールドカップおよび 2004 年オリンピック最終予選大会に出場した日本人 1 名を含む 10 名のフロントスパイクにおける打点高が 3.11 ± 0.06 m であったと報告した。増村ら（2007b）によるフロントスパイク打点高の分析結果では、全日本男子選手が 3.10 ± 0.09 m、世界一流男子選手で 3.27 ± 0.05 m であった。我々が計測した打球時における打撃手高の平均値は 3.26m であったが、以上の報告による平均値よりも大きく、打点が 3.44m になる選手も確認された。

身体の重心高について、Coleman et al. (1993) によるとユニバーシアード（1991 World Student Games）

に出場した男子選手 10 名 (height : $1.88 \pm 0.01\text{m}$) について take-off が $1.26 \pm 0.01\text{m}$ で最大値が $1.89 \pm 0.02\text{m}$ であった。Marquez et al. (2009) は、筑波大学の男子選手 6 名 (height : $1.86 \pm 0.04\text{m}$) の最大重心高が $1.81 \pm 0.12\text{m}$ であったことを報告した。本研究の対象者が大型であったことも理由として考えられるが、身体の前重心高は平均値が 2.05m とこれまでの報告に比べて大きかった。このことは、最大重心高が大きかったことが打点 (打撃手高) が高まった一因となったことが予想されると共に、強いスパイクを広範囲へ打つことが可能になることによるスパイク決定率の向上へ貢献するとも考えられる。

他の研究報告による打撃手速度、打撃手高、身体重心高に比べ、今回得られた平均値は大きい傾向であったことから、世界一流男子バレーボール選手のスパイク動作では、打球時に打撃手速度が大きく、打撃手高が高く、重心高が高くなる傾向であると思われる。

5. 結 論

FIVB ワールドカップ 2015 男子大会に出場した世界一流男子バレーボール選手のスパイク動作の特徴は、打球時において①打撃手速度が大きく、②打撃手高が高く、③身体重心高が高いことが挙げられた。これらのことが、強いスパイクを広範囲に打つことを可能とし、スパイク決定率の向上の一因となっていることが推察された。

謝 辞

本研究の撮影は、公益財団法人日本バレーボール協会強化事業部科学研究委員会動作研究班 (現、ハイパフォーマンスサポート委員会バイオメカニクスユニット) の協力を得て実施した。さらに、3 次元動作解析には池上康男先生 (愛知淑徳大学) から貴重なご助言とご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

文 献

- アリー・セリンジャー、ジョーン・アッカーマンブルント著、朽堀申二、都澤凡夫訳：セリンジャーのパワーバレーボール。ベースボール・マガジン社、1993。
- Coleman et al. : A three - dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. Journal of Sports Sciences, 11 (4): 295-302, 1993.
- FIVB ワールドカップバレーボール 2015 組織委員会：VOLLEYBALL WORLD CUP JAPAN 2015 プログラム、2015。
- 石川優希ほか：バレーボール・スパイク動作に関する順動力学的分析 (空中局面における体幹部の動きが手速さ生成に及ぼす効果)。日本機械学会シンポジウム講演論文集、pp341-346、2008。
- 小池関也ほか：バレーボール・スパイク動作時の手速

さ生成に関する順動力学的分析。日本機械学会シンポジウム講演論文集、228-233、2007。

黒川貞生ほか：世界トップレベル・バレーボール選手のスパイク動作特性、明治学院大学教養教育センター紀要、2 (1) : 23-29、2008。

Marquez et al. : The effects of jumping distance on the landing mechanics after a volleyball spike. Sports Biomechanics, 8 (2) : 154-166, 2009。

増村雅尚ほか：スイング速度の異なるバレーボール選手のスパイク動作に関する研究。スポーツ方法学研究、20 (1) : 85-97、2007a。

増村雅尚ほか：空中でボールを強く打つためのからだの動き—バレーボールにおける打動作の分析—。バイオメカニクス研究、11 (3) : 213-219、2007b。

増村雅尚ほか：バレーボール選手のスパイクジャンプ。体育の科学、57 (7) : 521-527、2007c。

日本バレーボール協会編：コーチングバレーボール (基礎編)。大修館書店、2017。

Reeser et al. : Upper limb biomechanics during the volleyball serve and spike. Sports Health, 2 (5) : 368-374, 2010。

Tilp et al. : Differences in 3D kinematics between volleyball and beach volleyball spike movements. Sports Biomechanics, 7 (3) : 386-397, 2008。

Wagner et al. : Kinematic analysis of volleyball spike jump. International journal of sports medicine, 30 (10) : 760-765, 2009。