

## コンビネーション攻撃のクイック攻撃に対する リードブロック技術に関する研究

吉田康成<sup>1)</sup> 西 博史<sup>2)</sup> 福田 隆<sup>3)</sup> 遠藤俊郎<sup>4)</sup> 橋原孝博<sup>5)</sup>

### Read blocking techniques against quick attacks with combination attacks

Yasunari Yoshida<sup>1)</sup>, Hirofumi Nishi<sup>2)</sup>, Takashi Fukuda<sup>3)</sup>, Toshiro Endo<sup>4)</sup> and Yoshihiro Hashihara<sup>5)</sup>

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the read blocking techniques against quick attacks with combination attacks in volleyball. 28 occurrences of blocking motions in 4 games (Poland vs Iran, Poland vs Japan, Cuba vs Argentina, Cuba vs Serbia) from the 2011 Men's World Cup Volleyball were analyzed by the Direct Linear Transformation Method.

The findings were as follows:

(1) The number of occurrences of double blocking (Middle blocker with side blocker) was 11 (Right-side blocker 5 times, Left-side blocker 6 times). Most blocks were single blocks by the middle blocker.

The average of the highest finger-tip heights for blocking motions were right-side 2.80m, middle block 2.97m, and left-side 2.84m.

(2) In 11 occurrences of when a middle blocker touched the ball, the average of the finger-tip height for the right finger-tip was 2.91m (range: 2.76 to 3.04m), and the left finger-tip height was 2.85m (range: 2.70 to 2.99m). In 8 occurrences, the middle blocker took off -0.016 to -0.134 seconds before the quick spiker hit the ball.

(3) When the quick spiker took off, the distance from the net to the middle blocker's position averaged 0.90m (range: 0.38 to 1.91m). On the other hand, when the quick spiker hit the ball, the distance from the net to the middle blocker's position averaged 0.66m (range: 0.31 to 1.34m). There was a significant difference between the distance at the time the quick spiker took off and the distance at the time the quick spiker hit the ball ( $p < 0.01$ ). Middle blockers took off 0.150 seconds later when their stance was usually wider than 0.6m.

Key words: volleyball, quick attack, blocking

バレーボール, クイック攻撃, ブロック

## I. 緒言

### 1. 研究の背景

クイック攻撃とは、トスの開始から打撃の瞬間までの時間が短い速攻の総称である。セッターの位置を基準にA, B, C, Dの4種類に分類されている(日本バレーボール協会指導普及委員会編, 1983)が、この内Dク

イックはライト平行の一つとしてみなすこともできる。

金(1996, 2000)は、国際大会競技中のクイック攻撃を3次元動作分析している。トスリリース時からスパイカーインパクト時までのクイック攻撃時間は、Aクイックが平均0.376秒、Bクイックが平均0.410秒、Cクイックが平均0.377秒であった。また、打撃直後の水平面に対するクイック攻撃の打球方向は平均-20

1) 四天王寺大学教育学部

Faculty of Education, Shitennoji University

2) 広島大学大学院総合科学研究科

Doctoral Program, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

3) 愛媛大学教育学研究科

Graduate School of Education, Ehime University

4) 大東文化大学スポーツ・健康科学研究科

Graduate School of Sports and Health Science, Daito Bunka University

5) 広島大学総合科学研究科

Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

度であり、他の攻撃の打球方向-7度から-12度より下向きに打撃されていたと報告している。豊田・古沢(1982)によれば、レシーブの構えの姿勢から素早く組み手になるまでの反応時間は0.392秒から0.472秒であるから、クイック攻撃においては、打球の落下点へ移動する時間的余裕はなく、構えた位置で反射的に手を出すしかない、レシーブが難しい攻撃である。このようにクイック攻撃は、守備側の虚を突く決定力の高い速攻であるが、更にレフト・ライトの両サイド攻撃およびサイドからセンターへの移動攻撃などの併用により時間差のコンビネーションで攻撃されるため、ブロックするのも難しい攻撃である。

1984年ロサンゼルス五輪で優勝したアメリカ男子チームは、このクイック攻撃に対抗する戦法としてリードブロックを開発した。この新システムが開発される以前は、クイック攻撃のブロックはスパイカーと同じタイミングで跳ばなければならないと指導されていた。ところがアメリカは、セッターのトスを見てからブロックに跳ぶようにした。つまり空中で待っているクイッカーがトスポールが来たと判断してスイングを開始し打つまでと、ブロッカーがトスの行方を見てから跳んだ場合の時間差はないと考えた。更にアメリカは、3人のブロッカーをコート中央にバンチ(集合の意味)させて、組織的に中央攻撃を封じ込めた(田中, 1994a)。このブロック新技術は長期間にわたって見破られず、アメリカはこの技術を駆使してバレーボール世界トップレベルの座に君臨した。

渡辺ら(1987)は、ソウル五輪を翌年に控えて来日したライバル外国チームの戦力をスカウティングした。アメリカ男子チームのブロックについては、ブロックが完全に振られることは殆どなく、遅れても2枚ブロックになるケースが多い。ブロックとレシーブの連携が取れているので有効なブロックが多く、コースを打たれてもレシーブする率は高い。全体としてブロックポイントは平均的だが、有効ブロック数が多いと報告している。また、福田ら(1988)は、ソウル五輪直前に来日したライバル外国チームのスカウティングを行っている。その結果、アメリカ男子チームのブロックは、ポイントは少ないが自チームに有効なブロックが多いと報告している。これらの研究報告は、試合会場で調査用紙により、項目ごとに検者を分担してデータを収集した。そのため競技中の動作分析は行われておらず、リードブロックの動きそのものについては明らかにされていない。

アメリカは、バンチ・リードブロックでロサンゼルス、ソウル五輪を制したが、バルセロナ五輪においては、キューバそしてブラジルにより開発された4人攻撃(福田ら, 1991; 田中, 1994b)についていけず、三連覇を逃した。その後、4人攻撃における両サイドからの速い攻撃とパイプ攻撃<sup>1)</sup>に対応するため、両サイドのブロッカーはセンターブロッカーと離れてリードブロックを行うようになり、クイック攻撃に対しては、センターブロッカーが1人で対応する状況が多くなった(田中, 1994a)。

佐賀野ら(1998)は、1995年ワールドカップにおけるイタリア対日本戦を3次元動作分析した。クイックスパイク動作中のセンターブロッカーの指尖高変化について検討したところ、被験者H.O.はトスが上がると同時に、スパイカーと同じタイミングでブロックジャンプを始めているのに対し、被験者G.A.はスパイクインパクトとほぼ同時に踏切離地し、手先の高さが上昇している時にブロックワンタッチしていた。ブロック離地時における手先の高さは、被験者H.O.が2.55mで、被験者G.A.が2.74mから2.83mであり、被験者G.A.の方が高い位置にあった。被験者H.O.はブロック離地時に腕をわずかに曲げてジャンプしていたのに対し、被験者G.A.は腕を伸ばしたまま、踏切離地、ジャンプを行っていた。リードブロックを用いてワンタッチをとるためには手を高く構えて、腕を伸ばした状態でジャンプする必要があると報告している。このように、リードブロック技術に関する先行研究は、佐賀野らの上肢の動きに関する報告のみであり、リードブロックにおける下肢の動きについて研究された報告は見当たらない。

最近のバレーボールの試合では、スコアラーが相手チームの戦術を偵察したスカウティング情報をもとに戦略対策を立ててゲームに臨むのが常識となっている。さらに国際大会等の競技レベルが高い試合においては、ゲーム中はスコアラーがエンドライン後方に記録席を設け、リアルタイムのスカウティング情報をベンチに伝えて、ベンチのコーチングスタッフは役割分担をして選手に指示を出しながら競技している。このように、ゲーム中に相手チームのスパイカーあるいはコンビ攻撃パターンをブロックするように指示が出た時は、ブロッカーはそのプレーに的を絞って位置取りをしてタイミングが遅れないようにブロックジャンプしている。しかしこのような指示は毎プレー出ている訳ではなく、通常は相手のコンビネーション攻撃のどのスパイクにも反応してブロック動作できるようにプレーしなければならない。

最近のバレーボールの試合では、スコアラーが相手チームの戦術を偵察したスカウティング情報をもとに戦略対策を立ててゲームに臨むのが常識となっている。さらに国際大会等の競技レベルが高い試合においては、ゲーム中はスコアラーがエンドライン後方に記録席を設け、リアルタイムのスカウティング情報をベンチに伝えて、ベンチのコーチングスタッフは役割分担をして選手に指示を出しながら競技している。このように、ゲーム中に相手チームのスパイカーあるいはコンビ攻撃パターンをブロックするように指示が出た時は、ブロッカーはそのプレーに的を絞って位置取りをしてタイミングが遅れないようにブロックジャンプしている。しかしこのような指示は毎プレー出ている訳ではなく、通常は相手のコンビネーション攻撃のどのスパイクにも反応してブロック動作できるようにプレーしなければならない。

2. 本研究の目的とその取り組み方

本研究の目的は、コンビネーション攻撃のクイック攻撃に対するリードブロック技術を3次元動作分析(DLT法)により明らかにすることである。

男子バレーボールにおいて現在頻繁に使用されている4人攻撃は、クイック、パイプ、両サイドへの平行の各スパイクが約1秒以内に時間差で仕掛けられ、トスリリースまでどのスパイクが攻撃されるのか判別ができない、決定力の高いコンビネーション攻撃である。そこで、この4人攻撃に対してどのような動きでブロックしているかを分析すれば、コンビネーション攻撃に対するブロック技術を明らかにすることができると思われる。

本研究では、ブロック技術を有して、その技術が発揮されていると考えられる、一流選手の競技中の4人攻撃におけるクイックに対するブロック動作を3次元動作分析する。そしてブロックジャンプのタイミングが遅い試技に着目して、得られたデータの全体的傾向あるいは共通に見られる動きを検討することにより、クイック攻撃に対するリードブロック技術を明らかにする。

クイック攻撃の場合、ボールリリースから打撃まで時間が短いにもかかわらず、ブロッカーは打撃の直前まではおとりのトスカ実際に打撃をするトスなのかを見極めるためブロックジャンプしない。そのため、いざ攻撃された時、素早い打撃に遅れないようにする腕の動作そしてブロックジャンプ位置への移動動作が、ブロック運動成果を上げるために重要な動きとなる(田中, 1996b)。そこで本研究では、クイック攻撃に対するリードブロック技術について上肢と下肢の動き

に着目してその技術特性を明らかにする。

II. 研究方法

1. 分析対象

2011年11月24, 25日大阪市中央体育館において開催されたFIVBワールドカップバレーボール2011男子大阪大会におけるポーランド(2位)、キューバ(5位)、イラン(9位)チームのブロッカーの内、コンビネーション攻撃に対するブロックにおいて中心選手となるセンターブロッカーを分析対象とした。

表1は本研究で用いた被験者の特徴を示したものである(FIVB, 2011)。被験者は、ポーランドのMozdzonek選手とNowakowski選手、キューバのMesa選手、そしてイランのNadi選手の4名である。4名の選手とも身長が2m以上ある長身選手である。バレーボールの国際大会においては、競技中のプレーをVIS (Volleyball Information System) という技能統計システムにより評価し個人賞を決定している。ここでブロック賞は、ブロック決定本数(Staff Blocks)を出場セット回数で除した値により決定されている。2011男子ワールドカップのブロック賞ランキングは、Mozdzonek選手が1位、Nadi選手が2位、Mesa選手が3位、Nowakowski選手が5位であった。これらのセンターブロッカーは、いずれもブロック賞ランキングの上位選手であり、競技中にブロック運動成果を発揮していた選手である。従って、これらブロック賞ランキング上位のセンターブロッカーを対象としてクイック攻撃に対するブロック動作を分析すれば、本研究目的を明らかにすることができると思われる。

表1 被験者の特徴

選手名	所属	身長(m)	SJ(m)	BJ(m)	SB	PS	AV	順位
Mozdzonek Marcin	POL	2.11	3.58	3.38	38	45	0.84	1
Nadi Alireza	IRI	2.00	3.34	3.20	34	41	0.83	2
Mesa Sandobal Isbel	CUB	2.04	3.58	3.31	33	44	0.75	3
Nowakowski Piotr	POL	2.05	3.55	3.40	30	45	0.67	5
	平均	2.05	3.51	3.32				
	SD	0.05	0.12	0.09				

SJ: スパイクジャンプ動作による最高到達距離  
 BJ: ブロックジャンプ動作による最高到達距離  
 SB (Stuff Blocks): ブロックの決定本数  
 PS (Played Set): 出場セット回数  
 AV (Average by set): 1セット当たりのブロック決定平均本数  
 順位: 2011ワールドカップのブロック賞ランキング  
 ※FIVB Volleyball World Cup Japan 2011 (FIVB, 2011) より引用

## 2. 分析試技の決定

バレーボールを熟知した者(国際バレーボール連盟公認コーチ)が試合会場で撮影したビデオを観察することにより全試技を評価した。この内、男子バレーにおいて決定力の高い4人攻撃が遂行されスパイカーが強打したクイック攻撃に対するブロック動作を抽出し、1)ワンタッチがあったブロック、2)ワンタッチがなくても体勢を崩さずに動作しているブロック合計28試技を分析試技として選択した。ただし、ブロッカーが反則した試技、映像上で他の選手と重なってお

り定量分析ができないと判断された試技は除外した。

表2は、このようにして選択された28試技をブロッカーごとに整理して、その特徴を示したものである。クイックの種類では、Aクイックが最も多く17試技、次にBクイックが10試技、Cクイックは1試技であった。

セッターのトスリリース時からスパイカーインパクト時までの攻撃時間は、0.267秒から0.583秒の範囲にあり、平均では0.393秒であった。打点高は、2.91mから3.30mの範囲にあり平均では3.12mであった。打撃直後の打球速度は、18.13m/sから28.68m/sの範囲

表2 分析試技の特徴

試技No.	選手名 (ブロッカー)	所属	攻撃種類	攻撃時間 (sec)	打点高 (m)	打球速度 (m/s)	ブロック時間 (sec)		
							踏切	空中	全体
1	Nadi	IRI	A	0.383	3.25	24.74	0.217	0.550	0.767
2			A	0.317	3.08	25.13	0.250	0.450	0.700
3			A	0.350	3.03	22.55	0.267	0.417	0.683
4			A	0.267	3.08	22.12	0.200	0.533	0.733
5			C	0.317	3.17	19.94	0.167	0.617	0.783
6			A	0.467	2.94	22.70	0.233	0.517	0.750
7	Mozdzonek	POL	A	0.317	3.30	27.08	0.267	0.583	0.850
8			B	0.467	3.18	26.65	0.150	0.483	0.633
9			A	0.383	3.13	23.42	0.133	0.550	0.683
10			A	0.317	3.28	19.98	0.200	0.567	0.767
11			A	0.333	3.25	19.17	0.183	0.400	0.583
12	Nowakowski	POL	A	0.383	3.04	20.82	0.183	0.617	0.800
13			B	0.400	3.17	26.80	0.233	0.600	0.833
14			B	0.583	3.12	25.96	0.150	0.600	0.750
15			A	0.433	3.03	25.64	0.233	0.567	0.800
16			B	0.383	3.14	25.00	0.217	0.533	0.750
17			B	0.350	3.11	22.74	0.233	0.567	0.800
18			B	0.400	3.05	19.77	0.250	0.567	0.817
19			B	0.483	3.10	19.36	0.200	0.633	0.833
20			B	0.383	2.91	20.05	0.217	0.533	0.750
21			A	0.383	3.10	28.23	0.233	0.517	0.750
22	B	0.383	3.16	28.68	0.183	0.450	0.633		
23	A	0.467	3.10	21.77	0.283	0.500	0.783		
24	Mesa	CUB	A	0.383	3.01	18.13	0.183	0.500	0.683
25			A	0.433	3.25	19.90	0.150	0.567	0.717
26			A	0.400	3.07	23.22	0.200	0.483	0.683
27			B	0.450	2.96	20.65	0.233	0.367	0.600
28			A	0.400	3.22	22.25	0.200	0.600	0.800
平均				0.393	3.12	22.94	0.209	0.531	0.740
SD				0.065	0.10	3.01	0.039	0.068	0.071

※試技No.にアンダーラインが付いているものは、ブロックワンタッチ有。

攻撃種類：AはAクイック、BはBクイック、CはCクイック攻撃を表す。

攻撃時間：トスリリース時からスパイカー打撃時までの時間。

打点高：打撃直前と直後のボールの近似式の交点を打撃位置とした床面からボール中心までの鉛直距離。

打球速度：打撃直後の打球速度。

ブロック時間：踏切は沈込時から離地時まで、空中は離地時から着地時までの時間、全体は、踏切と空中の合計。

にあり、平均では22.94 m/sであった。

攻撃時間については、これまで金(2000)が男子一流選手のAクイックの平均0.376秒、Bクイックの平均0.410秒、Cクイックの平均0.377秒、西ら(2012)がブラジル男子チームの4人攻撃におけるクイック攻撃の平均0.399秒を報告している。打点高については、これまで金(2000)が男子一流選手のAクイックの平均3.13m、Bクイックの平均3.08m、Cクイックの平均3.16m、西ら(2012)がブラジルチームのクイックの平均3.11mを報告している。打球速度については、これまで金(1996)がアジア大会出場の中国、韓国、日本代表選手のクイックの打撃直後の打球速度は13.52m/sから25.26m/sの範囲にあり、平均19.61m/sであったと報告している。これらの研究報告を見る限り、本研究のクイック攻撃は、これまで報告されている一流選手とほぼ同等の運動成果が発揮されていることがわかる。従って、このようなトップレベルのクイック攻撃に対応している本研究のブロック動作を分析すれば、コンビネーション攻撃のクイック攻撃に対するブロック技術を明らかにすることができると考えられる。

### 3. 試合の撮影

撮影は、Victor社製TK-C1381CCDカメラ(シャッタースピード1/500秒)をSONY社製DCR-TRV30デジタルビデオカメラにS端子ケーブルで接続した装置を3台使用した。3台の撮影装置の1台は、エンドライン後方の2階通路、残りの2台は味方コートと相手コートのサイドライン後方の2階通路に設置し、全てのカメラを三脚固定具で床面に固定した。コート横幅9mが撮影画面に映るようにレンズ焦点距離を調整し、試合に先立って較正器の撮影を行った。なお較正点は、較正器の他に、バレーボールコート床面の位置及びネット白帯とアンテナの交点もControl Points(Walton, 1979)として使用した。試合時間が長時間におよぶため交流電源を使用して、試合開始から終了までの全プレーを毎秒30フレームで撮影した。

撮影されたVTRを毎秒60パルスの信号を発する新大阪商会社製FC-60WNPフレームカウンターに接続し、毎秒60枚の画像フィールドに番号を映し込みパーソナルコンピュータにキャプチャーした。キャプチャーした映像ファイルに対して動画編集ソフト(VirtualDub)を用いてインターレース解除、フレームの倍化、映像ファイルの非圧縮化を行って分析試技を整理した。

### 4. データの解析

本研究では、Visual Basicにより自作した分析プログラムを用いてデータの解析を行った。エンドライン後方のカメラとサイドライン後方のカメラの2台のカメラ映像を画像解析ソフト(ImageJ)により手動でデジタル化して2次元座標を検出し、DLT法(Walton, 1979)により3次元座標を算出した。なお、コートチェンジした場合でも同一の座標系でデータ解析が行えるように、ブロック動作をしているバレーボールコートのレフトサイドラインとセンターラインとの交点を原点としてDLT係数の算出、そして3次元座標の算出を行った。本研究の較正点における3次元座標の推定値と実測値の標準誤差は、X方向(サイドライン方向)が0.006mから0.008m、Y方向(センターライン方向)が0.008mから0.018m、Z方向(鉛直方向)が0.006mから0.008mであった。

このような手順を経て得られた画像データをもとに各種測定項目の値を求めた。本研究で用いた主な測定項目と算出方法は次の通りである。

### 5. 各種測定項目と算出法

ブロックは相手スパイカーに対する対応の技術であるため、まずクイック攻撃の運動成果として攻撃時間、打点高、打球速度およびボール飛行方向を求めた。次にブロックの運動成果としてブロック参加人数、ブロック高、ブロックの運動成果の原因となる上肢の動きではブロッカーの指尖高変化、下肢の動きではスパイカーに対する位置取り、スタンスについて各種測定項目の値を求めた。

#### 1) 運動成果について

①クイックの攻撃時間、打点高、打球速度、ボール飛行方向

クイックの攻撃時間は、セッタートスリリース時からスパイクインパクト時までのフレーム数にサンプリング時間を乗じて求めた。

打点高については、クイックの打撃直前3コマと直後2コマのボールが空中にある期間の時刻と位置データから近似式を求めた。水平成分は時間の1次式に近似し、鉛直成分は2次式に近似した。なお鉛直成分の近似式については、空中でボールに作用する力を重力のみと考え、2次の項の係数をあらかじめ $\frac{1}{2}g$ ( $g=9.8\text{m/s}^2$ )として連立方程式を立て、定数項と1次の項における係数を求めた。そして打撃直前と直後の近似式の交点の時刻を求め、それを打撃直前の近似式に代入して求めた3次元位置を打撃位置とし、鉛直成分

の床面からの距離を打点高とした。

打球速度については、打撃直後のボールが空中にある期間の近似式を打撃位置の場合と同様にして求めた。そして近似式の微分係数を求め、鉛直成分の微分係数に時刻の値を代入して水平成分の微分係数と合成した値を打球速度とした。

ボールの飛行方向については、クイック攻撃の打撃直前のボールの速度ベクトル(合成)が水平面となす角度を算出し、トス方向を求めた。また打撃直後のボールの速度ベクトル(合成)が水平面となす角度を算出し、打撃方向を求めた。+符号は水平面に対して上向き、-符号は下向きを示す。

## ②ブロック参加人数およびブロック高

映像を観察することにより、前衛レフト、センター、ライトポジションの選手がジャンプしてネット白帯より上に手先が出た場合をブロック参加と認めてブロック人数にカウントした。

ブロック高は、ブロックに参加したポジション毎に、ブロッカーが空中で最も高く跳んでいる地点の左右の手のどちらか高い方の手先と床面との鉛直距離とした。

### 2) センターブロッカーの上肢の動きについて

セッターのトスリリース時を0時刻として、スパイカー離地時から、トスリリース時、ブロッカー沈み込み時(ジャンプするために最も低くなった時点)、ブロッカー離地時、打撃時、打撃1/60秒後、ワンタッチ時までのボールの床面からの鉛直距離を算出し、クイック攻撃におけるボール軌道を求めた。そして、同様にしてブロッカー両手先の床面からの鉛直距離を、沈み込み時からワンタッチ時までの各時点において算出し、クイック攻撃に対するブロッカーの指尖高の変化を求めた。

### 3) センターブロッカーの下肢の動きについて

ブロッカーがジャンプする前に、スパイカーの近くへ移動してブロック準備の位置取りをしているかを検討するために、クイック攻撃のスパイカーに対するブロッカーの相対位置を算出した。スパイカー離地時では、スパイカーの両足先の中点を原点としたブロッカーの両足関節中心の中点との相対位置を求めた。また、打撃時においては、打撃位置(運動成果を参照)を原点としたブロッカーの両足関節中心の中点との相対位置を求めた。

なおスパイカーはブロードジャンプして空中で前方移動するので、この移動距離を含まないスパイカーとブロッカーの相対位置を求めるために、原点としたス

パイカー離地時および打撃時のX成分の値を0として、すなわちスパイカー離地時および打撃時のセンターライン上の位置を原点としてブロッカーとの相対距離「NET-ブロック位置」も求めた。また、NET-ブロック位置の結果については、スパイカー離地時の位置および打撃時の位置について、対応のあるt検定(有意水準5%)を用い分析した。

スタンスについては、ブロッカー沈み込み時および離地直前時(ブロッカーのどちらかの足が離地した時刻)における、ブロッカーの両足関節中心の距離から求めた。

## Ⅲ. 結果と考察

### 1. ブロック参加人数およびブロック高

表3は、クイック攻撃に対するブロック参加人数を試技ごとに示したものである。攻撃種類のAはAクイック、BはBクイック、CはCクイック攻撃を表している。またRはライトサイド、Cはセンター、Lはレフトサイドのブロックポジションを示し、ブロック高の数値が記入されているポジションはブロックに跳んでいることを、そして、nの記号はブロックに跳んでいないことを表している。

手先が最も高くなった瞬間のブロック高は、ライトサイドが平均2.80m、センターが平均2.97m、レフトサイドが平均2.84mであった。このブロック高は、表1におけるBJの平均3.32mと比較してかなり低い値であるが、これはBJがいわゆる体力測定の垂直跳び方式で計測した最高到達距離を示したものであり、ブロック高では競技中に打球のタイミングに合わせて動作しているから、また腕を上方に伸ばすばかりではなくネット白帯を越して前方にも伸ばす動作をしているからBJより低くなった。

ブロック参加人数について見てみると、クイック攻撃に対してはセンターブロッカーが1枚ブロックで跳ぶことが多い。サイドブロッカーとセンターブロッカーの2枚ブロックになったのは28試技中11試技であり、この内ライトサイドブロッカーが参加したのは5回、レフトサイドは6回であった。

クイック攻撃がAクイックの時は、レフトサイドのブロッカーがセンターブロッカーと一緒に2枚ブロックを作り(試技6, 9, 11, 21)、Bクイックの時にはライトサイドのブロッカーがセンターブロッカーと一緒に2枚ブロックを作っていた(試技16, 17, 19, 20, 27)。これは各ブロッカーには守備範囲があり、例えば田中

表3 ブロック参加人数

試技 No.	攻撃 種類	ブロック高 (m)		
		R	C	L
1	A	<i>n</i>	2.87	<i>n</i>
2	A	<i>n</i>	2.83	<i>n</i>
3	A	<i>n</i>	2.81	<i>n</i>
4	A	<i>n</i>	2.98	<i>n</i>
5	C	<i>n</i>	3.09	<i>n</i>
6	A	<i>n</i>	2.90	2.64
7	A	<i>n</i>	3.15	<i>n</i>
8	B	<i>n</i>	3.04	3.00
9	A	<i>n</i>	3.16	2.82
10	A	<i>n</i>	3.12	<i>n</i>
11	A	<i>n</i>	2.89	2.89
12	A	<i>n</i>	2.98	<i>n</i>
13	B	<i>n</i>	2.97	2.90
14	B	<i>n</i>	2.94	<i>n</i>
15	A	<i>n</i>	2.89	<i>n</i>
16	B	2.77	2.89	<i>n</i>
17	B	2.71	2.94	<i>n</i>
18	B	<i>n</i>	2.96	<i>n</i>
19	B	2.75	3.05	<i>n</i>
20	B	2.90	2.93	<i>n</i>
21	A	<i>n</i>	3.00	2.82
22	B	<i>n</i>	2.95	<i>n</i>
23	A	<i>n</i>	2.92	<i>n</i>
24	A	<i>n</i>	2.88	<i>n</i>
25	A	<i>n</i>	3.06	<i>n</i>
26	A	<i>n</i>	2.98	<i>n</i>
27	B	2.84	2.79	<i>n</i>
28	A	<i>n</i>	3.13	<i>n</i>
平均		2.80	2.97	2.84
SD		0.08	0.10	0.12

ブロック高：ブロック参加時の両手先どちらかの最高点と床面の鉛直距離。Rはライト、Cはセンター、Lはレフトのブロックポジションを表す。*n*はブロック参加無し。

攻撃種類：AはAクイック、BはBクイック、CはCクイック攻撃を表す。

※試技No.にアンダーラインが付いているものは、ブロックワントッチ有り。

(1996a)によればレスポンスビリティゾーン（責任守備範囲）は各ブロッカー3m、またサイドブロッカーのリードブロックゾーンは約4m、センターブロッカーのリードブロックゾーンは約7mであり、クイックの攻撃位置がサイドブロッカーが構えている位置の近くである場合は対応してブロックに参加できるからである。

しかしゲーム状況によっては、通常の手配位置とは違った配置でブロックすることもある。試技8と13においては、クイック攻撃はBクイックであるが、レフ

トサイドのブロッカーとセンターブロッカーの2枚でブロックに跳んでいる。これはライトサイドのブロッカーが相手レフト攻撃のマークに付き、そのためレフトサイドのブロッカーがネットを挟んで相手セッターの位置まで内側へ移動してセンターブロッカーと2人で並ぶような特殊な守備配置をとっていたからである。現代バレーボールは、スカウティングによる偵察情報が重視され、得点が取れる確率が高い場面では、特定のスパイカーあるいはコンビ攻撃パターンに狙いを絞ってブロックすることがある。

相手の攻撃パターンを特定できる情報がない場合、そしてライトおよびレフトサイドのブロッカーが両サイドの平行を意識して動けない時は、コンビネーション攻撃におけるクイック攻撃に対してはセンターブロッカーが一枚でブロックに跳ぶ以外に方法はなく、おとりのスパイクジャンプにかからないようブロック動作しなければならない。

## 2. ブロック動作中のボール高変化

図1は、クイック攻撃に対してセンターブロッカーがワントッチした11試技におけるボール高の変化をクイックスパイカー離地時、トスリリース時、ブロッカー沈み込み時、ブロッカー離地時、打撃時、ブロックワントッチ時について経時的に示したものである。横軸はセッターのトスリリース時を0時刻として示した時間軸であり、-符号がリリース前を+符号がリリース後を示している。そして各線上の●印はスパイカー打撃時を表している。なお表4は、ブロック動作中のボール高変化に関する測定項目の値をまとめたものである。

スパイカー離地時のタイミングについて見ると、試技19と23においてスパイカーはトスリリースの0.05秒後に離地している以外、他の全ての試技において、セッターがトスをリリースする平均0.047秒前に踏切離地し空中へジャンプしている。

セッターのトスリリース時からスパイカー打撃時までのトスボール高の変化を平均的に見ると、リリース時平均2.73mから打撃時平均3.12mまで徐々に高くなっているように見える。しかし打撃1コマ前のボールの速度ベクトルが水平面となす角度から求めたトスボールの飛行方向は、ほとんどの試技において負の値を示しており、このことはトスボールが最高点に達して下り際を打撃していることを示唆するものである。

金(1996)の研究では、トスボールの飛行方向は-13度から42度の範囲にあり平均6度であり、分析した

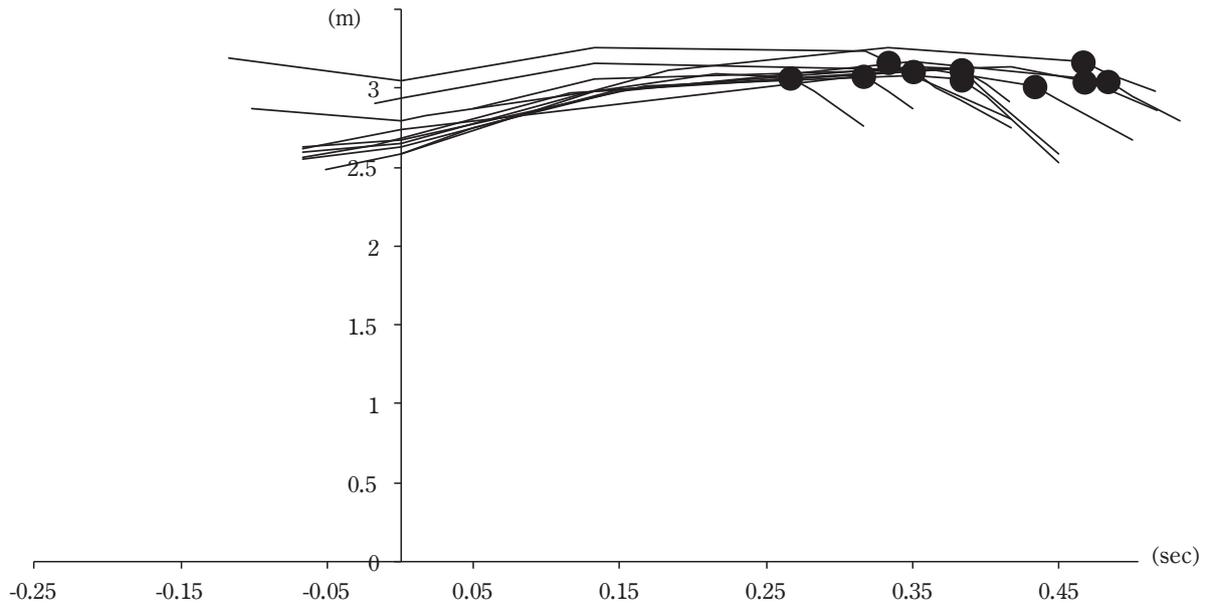


図1 ブロック動作中のボール高の変化(ブロックタッチ有の11試技)

スパイカー離地時, ブロッカー沈み込み時, ブロッカー離地時, 打撃時, ワンタッチ時までのボール高. 0時刻はトスリリース時, ●はスパイカー打撃時を表している.

表4 ブロック動作中のボール高変化に関する測定項目のまとめ

試技 No.	選手名 (ブロッカー)	ボール高 (m)						ボール飛行方向 (deg)	
		スパイカー離地時	リリース時	沈込時	離地時	打撃時	ワンタッチ時	打撃直前	打撃直後
4	Nadi	2.87	2.80	2.83	3.09	3.08	2.76	-18	-16
5	Nadi	2.62	2.73	3.34	2.62	3.17	2.88	12	-19
8	Mozdzonek	2.59	2.65	3.12	3.25	3.18	2.98	-13	-14
9	Mozdzonek	2.57	2.69	2.64	2.97	3.13	2.92	-9	-13
11	Mozdzonek	3.19	3.05	3.26	3.24	3.25	2.81	-27	-14
12	Nowakowski	2.63	2.67	3.01	3.08	3.04	2.53	-23	-22
15	Nowakowski	2.91	2.94	3.16	3.12	3.03	2.67	-60	-14
16	Nowakowski	2.48	2.59	2.98	3.14	3.14	2.58	-3	-21
17	Nowakowski	2.56	2.63	3.00	2.93	3.11	2.75	-2	-15
19	Nowakowski	2.75	2.58	2.98	3.17	3.10	2.79	-12	-17
23	Mesa	2.88	2.723	3.06	3.14	3.10	2.86	-25	-10
	平均	2.73	2.73	3.03	3.07	3.12	2.78	-16.36	-15.91
	SD	0.21	0.16	0.19	0.18	0.06	0.14	18.47	3.59

ボール高: 床面からボール中心までの鉛直距離.

ボール飛行方向: 水平面に対する角度. 負の記号は下向きを意味する.

16試技中9試技が正の値を示していることからトスボールの上がり際を打撃していたと報告している. 頭上の高い位置からトスボールが落下してくるスパイクでは打球を水平にも下向きにも自在に打ち分けられるが, クイックスパイクではトスが下方から上がってくるがあるので, その場合には腕を伸ばした高い位置でインパクトしない限り, 打球を水平方向には打撃

できないと考えられる.

スパイカーの打撃のタイミングについて見てみると, 打撃時はセッターがトスをリリースしてから0.267秒から0.483秒の範囲にあり, 平均では0.388秒である(表5参照). また打球の飛行方向は-10度から-22度の範囲にあり, 平均-16度の下向きに打撃されていた.

### 3. センターブロッカーの上肢の動き

図2は、センターブロッカーの指尖高をブロッカー沈み込み時、ブロッカー離地時、打撃時、ブロックワンタッチ時について経時的に示したものである。実線が右手先、破線は左手先を表している。横軸の0時刻はトスリリース時、各線上の○印はブロッカー離地時を示している。そして表5は、センターブロッカーの指尖高変化に関する測定項目の値をまとめたものである。

ワンタッチ時のブロッカーの指尖高は、右手先が2.76mから3.04mの範囲にあり、平均では2.91mであった。左手先は2.70mから2.99mの範囲にあり、平

均では2.85mであった。これらのブロッカーの指尖高の値は、打撃時のボール高(平均3.12m)より低いが、スパイカーが水平より下向きに打撃していたので、ブロッカーは手を打撃位置まで上げなくても打球にワンタッチすることができた。

ブロック動作中の指尖高変化について見てみると、Mozdzonek選手(図2および表5の試技8, 9, 11の沈込時を参照)は、両手をおよそ2m以上に挙げたままブロックに跳んでいるから指尖高が高い位置にあるが、他の選手は腕を下げた位置からネットに沿って伸ばすような動作をしているので、沈み込み時から指尖

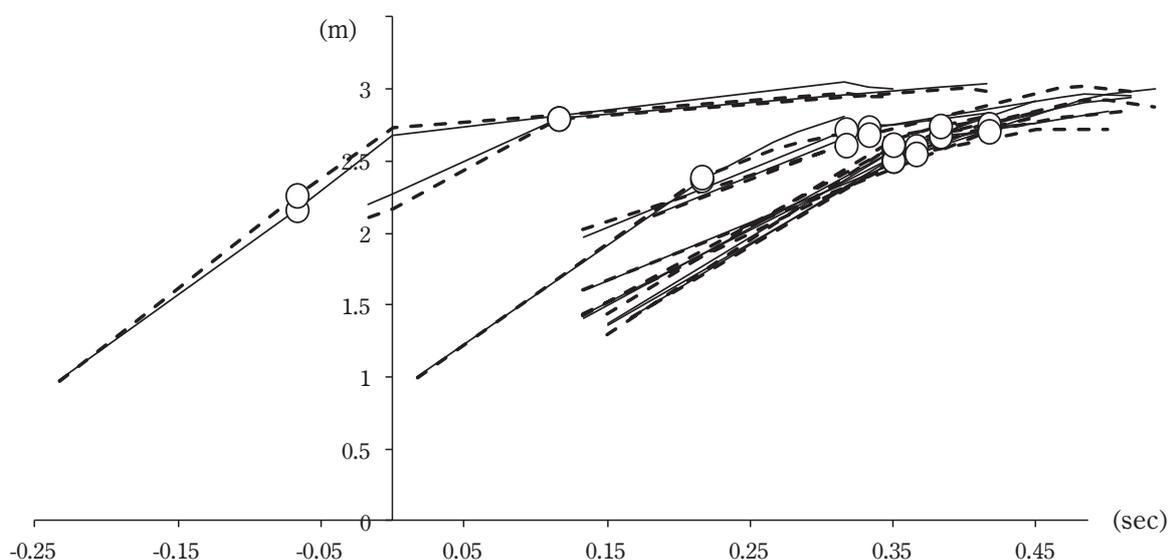


図2 センターブロッカーの指尖高の変化(ブロックタッチ有の11試技)

ブロッカーの沈み込み時、ブロッカー離地時、打撃時、ワンタッチ時の両手先の高さ。実線は右手先、破線は左手先を表している。0時刻はトスリリース時、○はブロッカー離地時を表している。

表5 センターブロッカーの指尖高変化に関する測定項目のまとめ

試技 No.	選手名 (ブロッカー)	リリース時		沈込時		手先の高さ (m) 離地時		打撃時		ワンタッチ時		ブロック時刻 (sec)			
		右手先	左手先	右手先	左手先	右手先	左手先	右手先	左手先	右手先	左手先	沈込時	離地時	打撃時	ワンタッチ時
4	Nadi	0.90	0.89	1.00	1.00	2.37	2.39	2.63	2.58	2.81	2.70	0.017	0.217	0.267	0.317
5	Nadi	2.67	2.73	0.98	0.97	2.16	2.26	3.05	2.97	3.01	2.95	-0.233	-0.067	0.317	0.350
8	Mozdzonek	2.10	2.18	2.13	2.12	2.73	2.68	2.95	3.01	2.96	2.99	0.183	0.333	0.467	0.517
9	Mozdzonek	2.27	2.17	2.20	2.11	2.80	2.80	3.01	3.00	3.04	2.99	-0.017	0.117	0.383	0.417
11	Mozdzonek	2.01	2.06	1.97	2.03	2.72	2.61	2.75	2.65	2.84	2.80	0.133	0.317	0.333	0.417
12	Nowakowski	1.16	1.26	1.42	1.41	2.52	2.50	2.67	2.64	2.91	2.81	0.167	0.350	0.383	0.450
15	Nowakowski	1.49	1.50	1.43	1.44	2.60	2.55	2.75	2.68	2.85	2.72	0.133	0.367	0.433	0.500
16	Nowakowski	1.36	1.29	1.40	1.42	2.58	2.60	2.68	2.70	2.76	2.84	0.133	0.350	0.383	0.450
17	Nowakowski	1.34	1.37	1.37	1.43	2.67	2.74	2.58	2.65	2.84	2.82	0.150	0.383	0.350	0.417
19	Nowakowski	1.18	1.16	1.37	1.29	2.50	2.61	2.93	2.92	3.01	2.88	0.150	0.350	0.483	0.533
23	Mesa	1.78	1.78	1.60	1.60	2.76	2.71	2.87	2.80	2.95	2.85	0.133	0.417	0.467	0.517
	平均	1.66	1.67	1.53	1.53	2.58	2.59	2.81	2.78	2.91	2.85	0.086	0.285	0.388	0.444
	SD	0.55	0.56	0.41	0.40	0.19	0.16	0.16	0.16	0.09	0.10	0.123	0.144	0.069	0.070

手先の高さ：リリース時、沈込時、ブロッカー離地時、打撃時、ワンタッチ時におけるブロッカーの床面から手先までの鉛直距離。  
 ブロック時刻：セッターのトスリリース時を0とした、ブロッカーの沈込時、離地時、打撃時、ワンタッチ時における時刻。

高が徐々に高くなるような傾向を示している。

ロサンゼルス五輪アメリカチーム監督のDouglas Bealは、クイック攻撃の早いタイミングに対処するために、手は高い位置で構え、構えた状態をキープしたまま動けと主張した。一方、ロサンゼルス五輪アメリカチームのコーチであったCarl McGownは、手の位置を下げていても反応時間に差はないと反論した(Coleman and ColemaNesset, 1994; 田中, 1996b; 佐賀野ら, 1998; Mayforth, 2002)。この両者の考えは、現在に至るまで決着を見ておらず、本研究においても両タイプのブロック動作が認められ、どちらのやり方でもブロックワンタッチの成果が上げられていた。

ブロックジャンプのタイミングをスパイク打撃時刻とブロック離地時刻の時間差から見ると、試技5と9はそれぞれ-0.384秒と-0.266秒であり、ブロックジャンプのタイミングが早い。また試技17は、打撃直後の0.033秒に遅れてブロックジャンプをしてい

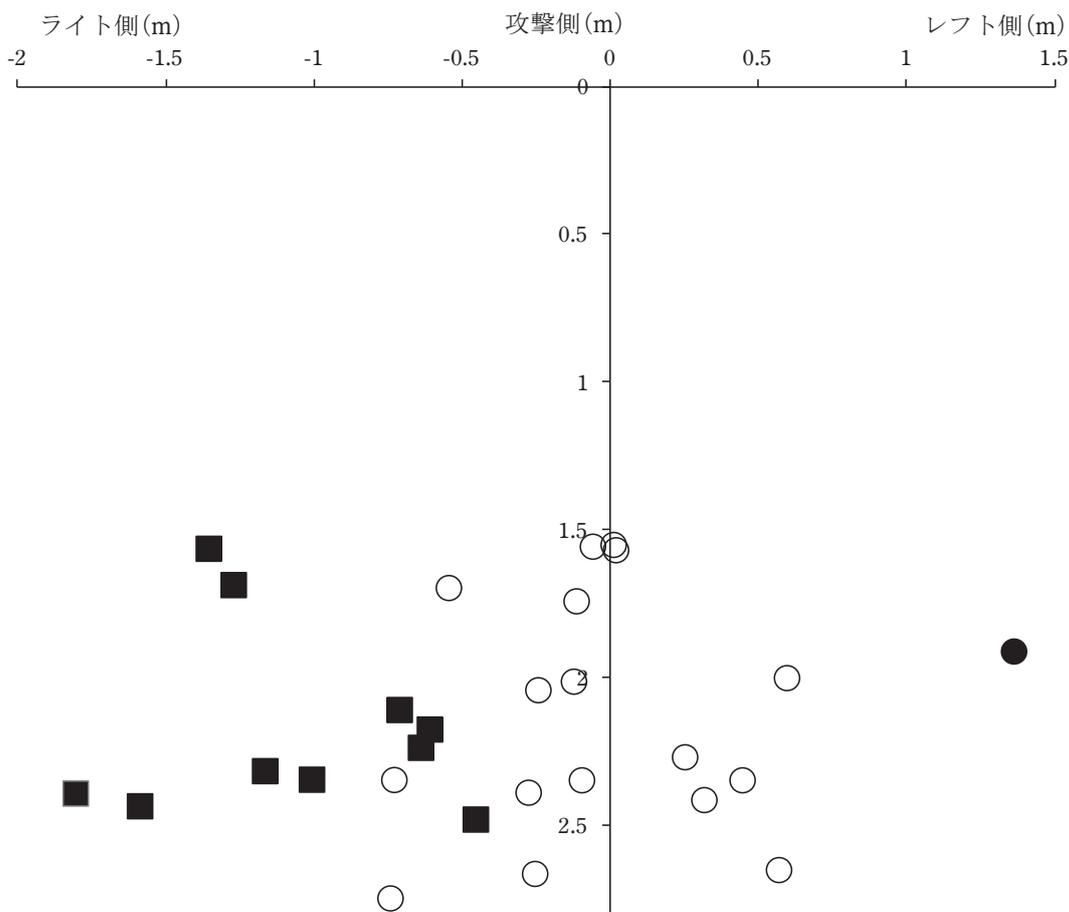
る。それ以外(試技4, 8, 11, 12, 15, 16, 19, 23)は、打撃直前の-0.016秒から-0.134秒にブロック離地している。

スパイクのジャンプと同じタイミングでブロックジャンプすれば、ブロックの指尖高を高くすることはできるが、クイック攻撃のおとりジャンプにかかる危険性もある。クイック攻撃のおとりジャンプにかからず、時間差をおいて次に攻撃されるパイプあるいは両サイドからの平行(攻撃)に対してブロック動作するためには、相手の攻撃を打撃直前まで見極める必要がある。

#### 4. センターブロッカーの下肢の動き

##### 1) センターブロッカーの位置取り

図3は、離地時のスパイクを原点としたセンターブロッカーの相対位置を、また図4は、打撃時のボールを原点としたセンターブロッカーの相対位置をコー



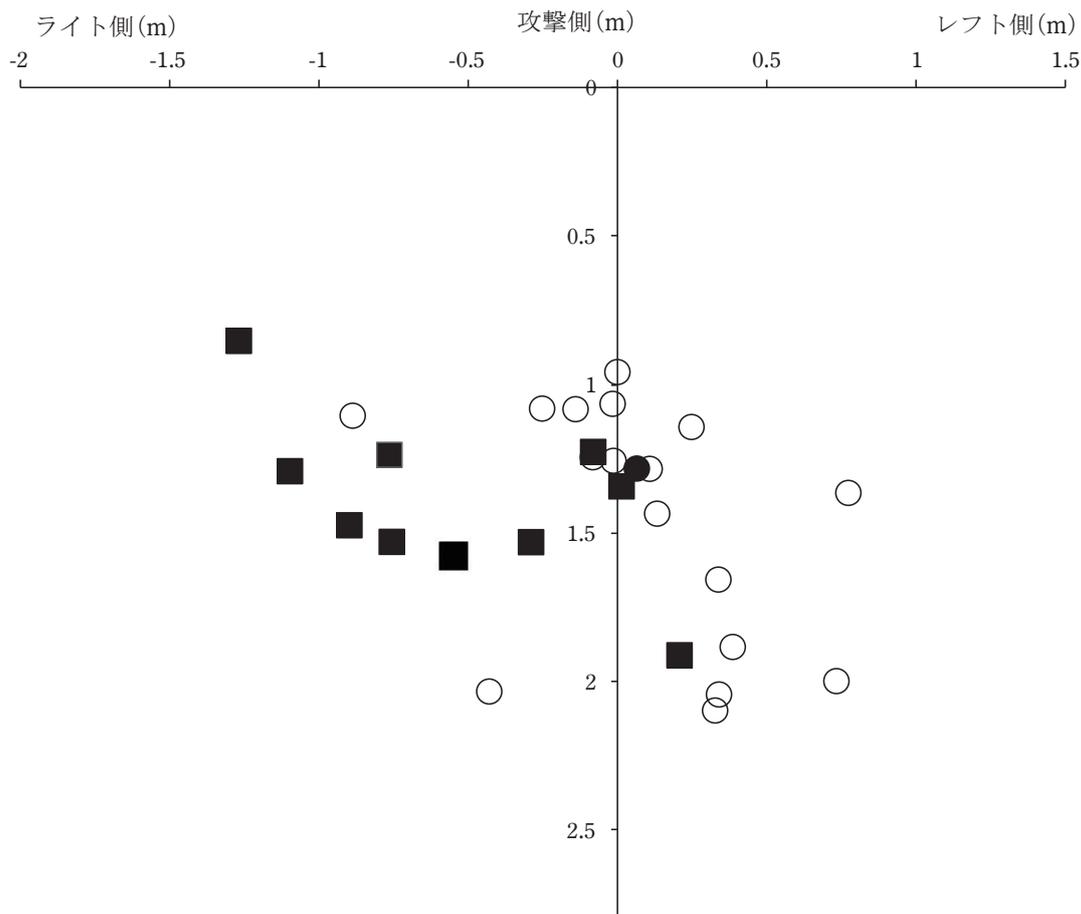


図4 スパイカー打撃時におけるセンターブロッカーの位置  
 原点はスパイカーの打撃位置、マーカーは原点からのブロッカーの相対位置を表している。  
 ○はAクイック、■はBクイック、●はCクイック。

トの真上から見たものである。横軸の右方向は相手コート  
 のレフト側を、左方向は相手コートのライト側  
 を示している。また図中○印はAクイック、■印はB  
 クイック、●印はCクイックを表している。

スパイカー離地時について見ると、Aクイックでは  
 スパイカーがブロッカーのほぼ正面にいますが、Bク  
 イックではスパイカーがブロッカーの右側に、またC  
 クイックではスパイカーがブロッカーの左側にいるこ  
 とがわかる。そしてスパイカー打撃時では、これら左  
 右の広がり小さくなり、ブロッカーはスパイカーが  
 いる中央に移動していることがわかる。

縦軸のスパイカーとブロッカーの距離が小さくなっ  
 たのは、ブロッカーの移動によるものではなく、スパ  
 イカーが踏切離地した後、空中でブロードジャンプし  
 たためにブロッカーとの距離が小さくなったのだと考  
 えられる。それで表6のNET-ブロック位置では、  
 スパイカー離地時および打撃時のセンターライン上の

位置を原点とした、すなわちスパイカーの移動量を削  
 除したブロッカーとの相対距離を求めた。その結果、  
 スパイカー離地時のNET-ブロック位置は、0.38mか  
 ら1.91mの範囲にあり、平均では0.897mであった。  
 そして打撃時のNET-ブロック位置は0.31mから  
 1.34mの範囲にあり、平均では0.66mであった。なお  
 スパイカー離地時と打撃時のNET-ブロック位置  
 は、1%水準で有意差が認められた。

2) センターブロッカーのスタンス

図5は、トスリリース時を0時刻とした、センター  
 ブロッカーの沈み込み時および離地直前時におけるブ  
 ロッカーのスタンスを示したものである。本研究で  
 は、離地時を両足とも離地する瞬間と定義しているの  
 で、ここではどちらか片方の足先が離地した瞬間（離  
 地直前）の両足関節の距離からスタンスを求めた。図  
 中○印はブロッカー沈み込み時、●印はブロッカー離  
 地直前時を表している。また、表6は沈み込み時およ

表6 センターブロッカーの位置取りに関するまとめ

試技 No.	選手名	NET-ブロック位置 (m)		スタンス (m)	
		スパイカー離地時	打撃時	沈み込み時	離地直前時
1	Nadi	0.65	0.69	0.99	1.02
2		0.95	0.79	1.01	1.09
3		0.83	0.76	1.01	0.88
4		0.94	0.86	0.74	0.72
5		1.49	0.47	0.54	0.48
6		0.66	0.59	1.01	0.96
7	Mozdzonek	0.38	0.35	0.42	0.44
8		1.15	0.68	1.06	1.07
9		0.46	0.31	0.34	0.36
10		0.38	0.35	0.32	0.31
11		0.69	0.92	1.12	1.07
12	Nowakowski	0.63	0.48	0.93	0.83
13		0.93	0.40	0.93	0.87
14		1.33	0.46	1.15	0.99
15		0.86	0.48	0.86	0.75
16		1.91	0.99	1.03	0.93
17		1.70	0.87	1.01	0.91
18		0.71	0.47	0.93	0.83
19		1.37	0.85	1.09	0.99
20		0.79	1.18	1.05	0.95
21	Mesa	0.52	0.43	0.78	0.69
22		0.88	0.63	0.75	0.63
23		1.03	0.71	0.84	0.73
24		0.57	0.47	0.89	0.79
25		0.54	0.46	0.42	0.40
26		0.80	1.03	0.68	0.59
27		1.46	1.34	0.64	0.56
28		0.53	0.35	0.45	0.40
	平均	0.90	0.66	0.82	0.76
	SD	0.40	0.27	0.25	0.24

NET-ブロック位置：スパイカー離地時および打撃時のセンターライン上の位置を  
原点としたブロッカーの相対位置。

スタンス：沈み込み時および離地直前時におけるブロッカー両足関節の距離。

※試技No.にアンダーラインが付いているものは、ブロックワンタッチ有り。

び離地直前時におけるスタンスの値を示している。

セッターのトスリリース時前に沈み込み、トスリリース時付近で離地する試技では、スタンスは狭く、約0.6m以下であった。一方、セッターのトスリリース時以後に沈み込みを開始して、離地直前の時刻が0.150秒以後の試技では、スタンスは広く、約0.6m以上ある。

ブロックジャンプのタイミングが早い試技では、構えた位置からスパイカーの打撃位置へステップして移動し、直上にブロックジャンプしている。一方、ブロックジャンプのタイミングが遅い試技では、スタン

スを広くとって構え、構えた位置からスパイカーの打撃位置へ向かって斜めにジャンプしてブロックに跳んでいる。スパイカーの打撃位置がブロッカーが構えた位置と違った時でも、すなわち構えた位置から左右方向のできるだけ広い範囲にも対応するために、スタンスを広くとって構えるのだと考えられる。

#### IV. 実践現場への示唆

本研究で究明したクイック攻撃に対するブロック技術は、コンビネーション攻撃に対するブロック技術の

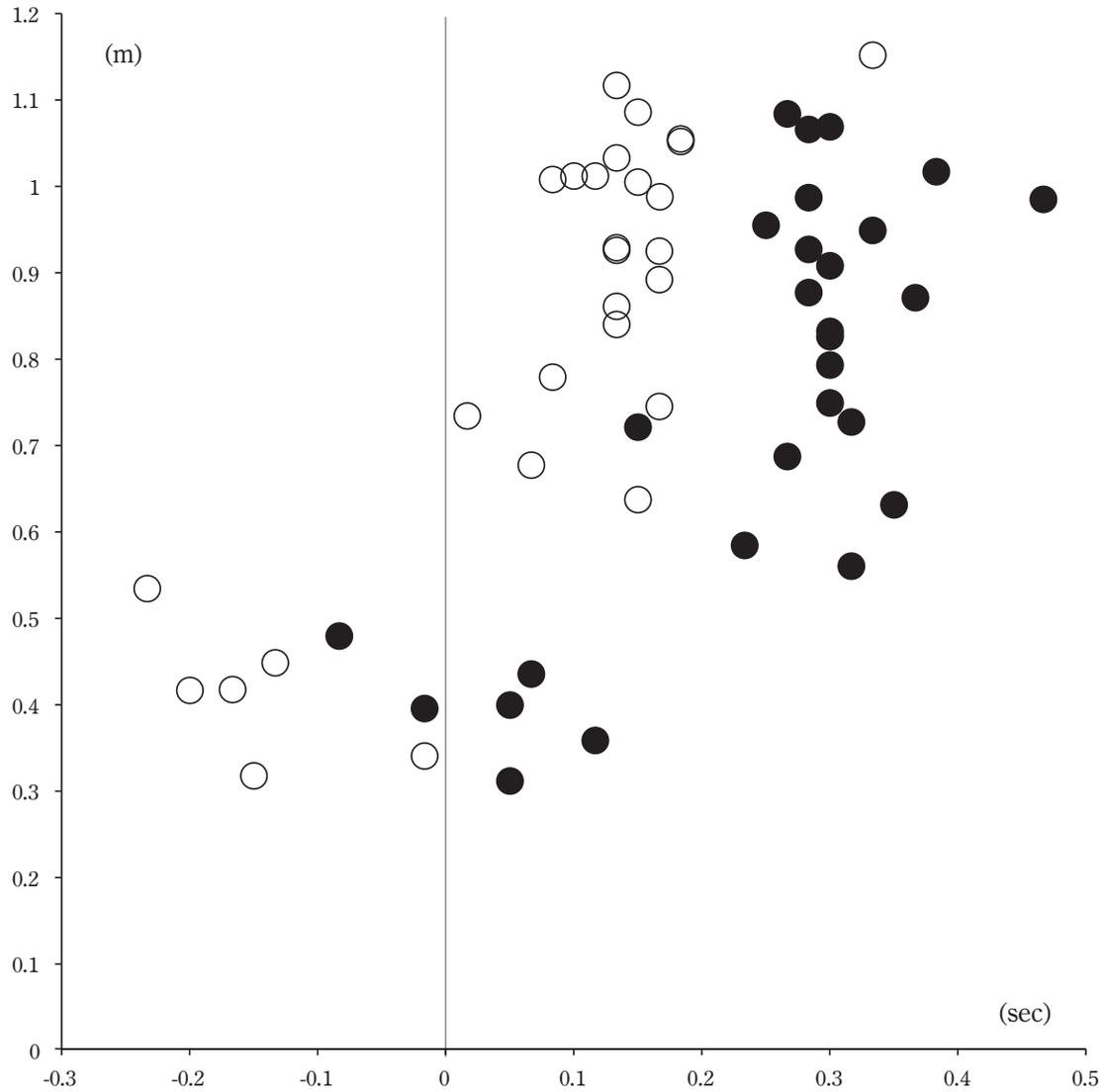


図5 センターブロッカーのスタンス

縦軸はブロッカーのスタンス、横軸は時刻（原点はトスリリース時）。○はブロッカー沈み込み時、●は離地直前時。

一環として行われているものであり、クイックと時間差をおいて攻撃されるパイプや両サイドへの平行の各スパイクにも対応できる動きを含んだブロック技術である。例えば、クイックの打撃直前まで待つてブロックジャンプを開始すること、すなわちクイック攻撃が実行されると判るまでは跳ばないで、構えの姿勢を崩さないことは、クイックをおとりにした次の攻撃へ対応するために必要不可欠な動きである。そしてクイック攻撃されると判断ができてブロックに跳ぶ時には、攻撃位置までステップして移動するほどの時間的余裕は無いから、構えている位置からそのままジャンプする。しかし左右のできるだけ広い範囲に対応できるようにスタンスを広くとって構え、打撃位置へ向かって斜めにジャンプする。リードブロックの特徴は打撃直

前まで待つてからジャンプすることであり、ステップしないで広いスタンスをとって斜めにジャンプする動きがこの動きを可能にしているの、練習時にはこの下肢の動きを優先して鍛えることが重要であると考えられる。腕は佐賀野らの研究で報告されているような頭上に高く伸ばしたままでキープするのではなく、下げた位置からネットに沿って伸ばしても反応時間は間に合うようである。

クイックスパイカーと同じタイミングでジャンプするブロックは、その実施に先立って信頼性のある根拠に基づいた戦略対策が必要である。現代バレーボールにおいては、既にスコアラーによる対戦チームの偵察活動が活発に行われていることは周知の事実であるが、詳細なデータの収集法および戦略対策について

は、各チームとも機密事項であり分からない。独自に研究しながら実施するしかない。試合に先立ってスカウティング活動して、マークする選手や攻撃パターンなどの戦略対策を立てて試合に臨むことは、競技レベルの低いチームでも可能なことであるが、リアルタイムでゲーム中にスカウティング活動と情報の活用を行うことは、競技環境が整備されているチームや競技会でなければ難しい。

本研究で明らかにされたリードブロック技術は、一流選手が競技場面でプレーしたブロック動作に共通に見られる動きであり、練習すれば身に付けられる動きである。一流選手ではない身長が低いブロッカーでも、コンビネーション攻撃に対抗する技術として身に付けられる動きである。但し、ブロック到達距離については、形態的な要因が関与するので、長身ブロッカーが有利であることは否定できない。スカウティング情報が十分に得られない場合には、勘に頼って相手スパイカーや攻撃パターンをマークすることがあるが、そのような失敗の危険性があることはやらないで、リードブロック技術を身に付けて対処するほうが堅実であると考える。

## V. まとめ

本研究の目的は、2011ワールドカップバレーボール男子大会における4人のコンビネーション攻撃に対するブロック動作を3次元動作分析(DLT法)することにより、コンビネーション攻撃のクイック攻撃に対するリードブロック技術を明らかにすることであった。得られた知見をまとめると次のようになる。

- ①クイック攻撃に対するブロック参加人数は、サイドブロッカーとセンターブロッカーの2枚ブロックになったのは28試技中11試技であり、センターブロッカーが1枚で跳ぶことが多かった。
- ②センターブロッカーがワンタッチした11試技について、ジャンプのタイミングをスパイク打撃時刻とブロック離地時刻の時間差からみると、ジャンプのタイミングが早い(トスリリースよりも前にジャンプした)試技が2試技、打撃直後の0.033秒後に遅れてジャンプした試技が1試技であり、大部分の試技が打撃直前の-0.016秒から-0.134秒の範囲内で離地していた。
- ③ブロック動作中の指尖高変化は、Mozdzonek選手は両手を約2m以上に挙げたままでブロックに跳んでいたが、他の選手は腕を下げた位置からネットに

沿って伸展させるような動作をしてブロックに跳んでいた。

- ④ブロックジャンプのタイミングが早い試技では、構えた位置からスパイカーの打撃位置へステップして移動し、真上にブロックジャンプしていた。一方、ブロックジャンプのタイミングが遅い試技では、スタンスを広くとって構え、構えた位置からスパイカーの打撃位置へ向かって斜めにジャンプしてブロックに跳んでいた。

コンビネーション攻撃に対するブロックは、本研究で検討したクイック攻撃に対するブロックだけではなく、パイプや両サイドへの平行の各スパイクに対するブロックもあり、これは今度の課題として研究を進めるべきである。

## 付記

本研究は日本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。

## 注記

- 1) 田中(1994b)によれば、パイプ攻撃というのは、ブラジルによって開発された中央からの攻撃で、バックアタックを時間差攻撃のようなテンポで組み込んだコンビ攻撃である。

## 文献

- Coleman, J. and ColemaNeset, K. (1994) Biomechanics: Analyzing Skills and Performance. In: Carl McGown (Ed) Science of Coaching Volleyball. Human Kinetics Publishers: Champaign, pp.47-80.
- FIVB (2011) FIVB Volleyball World Cup Japan 2011. <http://www.fivb.org/EN/volleyball/competitions/WorldCup/2011/Men/>, (accessed 2012-2-20)
- 福田 隆・渡辺晴行・網村昭彦・亀山紘美・泉川喬一・佐々木宏・遠藤俊郎・原 巖・坂井充・明石正和・永田俊勝・清川勝行・川之上豊・高梨泰彦・塩沢武芳・志村栄一(1988) ライバル外国チームのスカウティングに関する研究. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 84-97.
- 福田 隆・泉川喬一・亀山紘美・坂井充・山本章雄・石井辰郎・渡辺晴行(1991) ライバル外国チームのスカウティングに関する研究: ワールドカップ'91に於ける上位6チームの攻撃の特徴. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 199-203.
- 金 致偉(1996) 一流バレーボール選手のスパイク技術に関する研究. 広島大学大学院教育学研究科修士論文, pp.1-64.
- 金 致偉(2000) バレーボール世界トップレベルの攻撃に関する運動技術学的研究. 広島大学大学院教育学研究科博士論文, pp.1-140.
- Mayforth, G. (2002) リードブロック・アメリカンテクニック.

- Coaching & Playing Volleyball, 22 : 6-9.
- 日本バレーボール協会指導普及委員会 (1983) バレーボール指導教本. 大修館書店 : 東京, pp.125-130.
- 西 博史・吉田康成・福田 隆・遠藤俊郎・橋原孝博 (2012) 世界一流男子セッターによるコンビネーション攻撃のトス技術に関する研究. バレーボール研究, 14 (1) : 1-6.
- 佐賀野健・金 致偉・橋原孝博・西村清巳 (1998) 男子トップバレーボール選手のコンビネーション攻撃に対するブロックに関する研究—ワールドカップ'95イタリア対日本戦におけるセンターブロッカーの映像分析—. スポーツ方法学研究, 11 (1) : 141-147.
- 田中幹保 (1994a) アメリカが世界に先駆けたバンチ・リードブロックとは. 月刊バレーボール, 48 (5) : 160-161.
- 田中幹保 (1994b) バックアタックと新戦法「パイプ」. 月刊バレーボール, 48 (8) : 156-157.
- 田中幹保 (1996a) ブロック「基本の構え・ステップ」. 月刊バレーボール, 50 (5) : 156-158.
- 田中幹保 (1996b) リードブロックのためのスリーステップ. 月刊バレーボール, 50 (9) : 153-156.
- 豊田 博・古沢久雄 (1982) バレーボールにおける敏捷性の研究—レシーブ・ブロック時の反応と動きの速さについて—. 東京大学教養学部体育研究室体育学紀要, 16 : 1-10.
- Walton J. S., (1979) Close-range Cine-Photogrammetry: another approach to motion analysis. J. Terauds (edt), Science in Biomechanics Cinematography. Academic Publishers: Del Mar, pp.69-97.
- 渡辺晴行・福田 隆・網村昭彦・亀山紘美・泉川喬一・佐々木宏・遠藤俊郎・二口利章・原 巖・坂井 充・黒川貞生・永田俊勝・清川勝行・川之上豊 (1987) ライバル外国チームのスカウティングに関する研究. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告. 112-123.

平成26年7月3日受付  
平成27年1月30日受理