

博士論文

国際試合におけるバレーボール一流男子選手の  
守備に関する運動学的研究

平成 28 年 9 月

広島大学大学院総合科学研究科

総合科学専攻

吉田康成

# 目次

<b>第1章 序論</b> .....	<b>1</b>
第1節 研究の背景.....	1
1. 競技スポーツにおける一流選手を対象とした調査研究の重要性.....	1
2. 動作研究の必要性.....	2
3. バレーボールの守備研究の必要性.....	3
第2節 本研究の目的とその取り組み方.....	5
1. フィールド実験的方法によるアプローチ.....	5
2. 3次元映像分析法（DLT法）の採用.....	5
<b>第2章 文献研究</b> .....	<b>7</b>
第1節 守備戦術の変遷.....	7
第2節 守備隊形に関する研究.....	10
1. ゲーム分析およびスカウティング.....	10
2. フィールド実験的研究.....	10
第3節 ブロックに関する研究.....	12
1. 実験室的研究.....	12
2. フィールド実験的研究.....	15
第4節 レシーブに関する研究.....	17
1. 実験室的研究.....	17
2. フィールド実験的研究.....	18
第5節 まとめ.....	20
<b>第3章 問題</b> .....	<b>21</b>
第1節 研究課題と研究の進め方.....	21
1. 研究課題.....	21
2. 研究の進め方.....	21
第2節 用語の定義.....	23
第3節 研究の限界.....	25
1. 研究方法に関する限界.....	25
2. 一般化・普遍化に関する限界.....	25
<b>第4章 研究方法</b> .....	<b>26</b>
第1節 撮影方法.....	26

1. 撮影対象 .....	26
2. 分析チーム.....	26
3. 分析選手 .....	27
4. 撮影.....	27
第2節 データの解析.....	32
1. DLT係数の算出 .....	32
2. DLT法による3次元座標の算出.....	32
3. 座標変換 .....	34
<b>第5章 一流チームの守備隊形.....</b>	<b>37</b>
第1節 研究の背景と目的 .....	37
第2節 研究方法.....	38
1. 分析対象 .....	38
2. 分析試技の決定 .....	38
3. 試合の撮影.....	38
4. データの解析 .....	38
5. 各種測定項目と算出方法.....	39
第3節 結果 .....	40
1. レシーブ技能評価.....	40
2. 分析試技の特徴 .....	40
3. 守備隊形 .....	43
第4節 考察 .....	55
1. 攻撃時間の短縮 .....	55
2. コンビ攻撃に対する守備隊形.....	55
3. 2段トスからの攻撃に対する守備隊形.....	56
4. 実践現場への示唆.....	57
第5節 まとめ.....	58
<b>第6章 クイック攻撃に対するリードブロック技術.....</b>	<b>59</b>
第1節 研究の背景 .....	59
第2節 本研究の目的とその取り組み方 .....	61
第3節 研究方法.....	62
1. 分析対象 .....	62
2. 分析試技の決定 .....	62
3. 試合の撮影.....	65
4. データの解析 .....	65

5. 各種測定項目と算出方法.....	66
第4節 結果と考察.....	68
1. ブロック参加人数およびブロック高.....	68
2. ブロック動作中のボール高変化.....	70
3. センターブロッカーの上肢の動き.....	73
4. センターブロッカーの下肢の動き.....	76
第5節 実践現場への示唆.....	81
第6節 まとめ.....	82
<b>第7章 サイド攻撃に対するブロック技術.....</b>	<b>83</b>
第1節 研究の背景と目的.....	83
第2節 研究方法.....	85
1. 分析対象.....	85
2. 分析試技の決定.....	85
3. 試合の撮影.....	85
4. データの解析.....	86
5. 各種測定項目と算出方法.....	86
第3節 結果.....	89
1. コンビネーション攻撃に対するブロック技能評価.....	89
2. 4人攻撃のサイド攻撃におけるボール位置変化.....	89
3. サイド攻撃に対するブロッカーの動き.....	93
4. 規格化・平均化したブロック動作のスティックピクチャー.....	96
5. サイド攻撃の打撃位置に対するサイドブロッカーの相対位置.....	99
6. 打球方向とサイドブロッカーの腕角度との関係.....	99
第4節 考察.....	103
1. コンビネーション攻撃のサイド攻撃.....	103
2. センターブロッカー.....	103
3. サイドブロッカー.....	104
第5節 まとめ.....	106
<b>第8章 強打スパイクに対する後衛プレイヤーのスパイクレシーブ技術.....</b>	<b>107</b>
第1節 研究の目的と取り組み方.....	107
1. 研究の目的.....	107
2. 研究の取り組み方.....	108
第2節 研究方法.....	110
1. 分析対象.....	110

2.	分析試技の決定 .....	110
3.	試合の撮影.....	110
4.	データの解析 .....	110
5.	各種測定項目と算出方法.....	111
第3節	結果と考察 .....	114
1.	レシーブ技能評価 .....	114
2.	分析試技の特徴およびリベロの特徴.....	114
3.	レシーブボール頂点位置 .....	118
4.	レシーブインパクト時のレシーバーの位置.....	118
5.	レシーブインパクト範囲 .....	122
6.	レシーバーの腰部高変化およびステップ.....	125
7.	レシーバーの守備範囲.....	131
第4節	実践現場への示唆 .....	135
第5節	まとめ.....	136
<b>第9章</b>	<b>総合考察.....</b>	<b>138</b>
第1節	本研究の要約.....	138
第2節	本研究の学術的意義.....	141
第3節	実践現場への示唆 .....	143
第4節	今後の課題 .....	146
<b>文献</b>	<b>.....</b>	<b>147</b>
<b>謝辞</b>	<b>.....</b>	<b>159</b>

# 第1章 序論

## 第1節 研究の背景

### 1. 競技スポーツにおける一流選手を対象とした調査研究の重要性

「我々が信じてきた走行フォームが“正統”でないと分かったときのショックは大きかった」(大下, 2012). 1991年世界陸上競技選手権東京大会の一流選手を分析した阿江通良(筑波大学名誉教授)による上記のコメントは, 一流選手を対象とした調査研究の重要性を示唆するものである. この大会では, 日本のバイオメカニクス研究班が, カール・ルイス選手などの世界一流選手と日本人選手の走行フォームをビデオカメラで撮影したものを動作分析した. そこから得られた結果は, 走行フォームに大きな違いが発見されただけでなく, 従来の指導方法を見直すきっかけにもなり, その後, 世界の陸上競技における指導方法が変わってしまうほどの事態をもたらした. さらには, 調査研究で得られた知見を活かすことで, 後の国際大会における日本人選手のパフォーマンスが飛躍的に向上することにもつながった.

一流選手の調査研究から得られた結果が, 新技術や指導法の改善につながった例は, 何も上述した陸上競技の走動作だけではない. 例えば, スキージャンプ競技におけるV字姿勢ジャンプ, 競泳の泳法とストローク数, スピードスケートのスラップスケート対策など, 日本国内だけでもいくつもの事例が認められる. また, 指導法の改善だけでなく, 競泳用の高速水着, ランニング専用シューズなど各競技で使用する用具や装備の進化についての事例もある.

阿江(2008)は, 国際競技会をきっかけにスポーツ技術は進歩するがそのパターンは, 「①既成のフォームや技術にとらわれないで, 選手やコーチの独創的なアイデアを実践する, ②一流選手のフォームや技術の実態をとらえて, 理論的に理解し, より合理的な技術を探求する, ③人間の形態や機能などを技術という観点から認識し, 理論的により合理的な技術を考案し検証する」という3つに分類できるが, 近年では, スポーツ科学の知見が加わることで②のパターンが増加している, と述べている.

そもそも全てのスポーツ種目におけるスポーツ技術は, 実践現場のコーチと選手が試行錯誤を繰り返すことで開発されてきた歴史がある(橋原, 1986). 実践現場のコーチと選手の二人三脚で行われてきた, 新戦術, 新技術, 技術トレーニングの試行錯誤に加えて, スポーツ科学が積極的にかつ多角的に関与し知見を提供することが, 選手の競技力向上を促進させることにもはや多言を要しないだろう.

バレーボール競技の事例でみると, 例えば, 東京オリンピック(1964年)では日本女子チームによる回転レシーブ, ミュンヘンオリンピック(1972年)では, 日本男子チームによる速攻, 時間差攻撃, ロサンゼルスオリンピック(1984年)では, アメリカ男子チ

ームによる 2 人制サーブレシーブやリードブロックなどの独自に開発された新戦術・新技術が披露され、金メダル獲得へ貢献していた。これらの事例は、いずれも当時の世界トップレベルチームの戦術・技術といかに対峙するのかを考えた、パターン①または②の技術進歩といえる。しかし、コーチと選手の試行錯誤によって開発された新戦術・新技術は、国際試合で一旦披露されるとたちまち世界のトップレベルチームに伝播、コピーされることとなる。このことは、シュティラーら（1993）が指摘するように「戦術と技術の部分的な革新が、短期間のうちにすべてのチームの標準的なもの」となっていくため、開発した新戦術・新技術によって、チームが一時的に優位な状況になったとしても、遅かれ早かれ他のトップレベルチームによって対応策が施され、数年後には優位な状況を保つことができなくなることを意味している。したがって、選手の競技力を向上させ、競技で勝利するためには、一流選手を対象とした最新情報を常に調査研究することが必要不可欠となる。

## 2. 動作研究の必要性

先に述べたように、スポーツの実践現場では、選手とコーチの二人三脚によって技術開発されてきた歴史がある。「指導やコーチングはスポーツ科学を基礎にした芸術あるいは技法である」（阿江，2008）といわれるように、指導現場における実践の中でコーチが選手のパフォーマンスを評価、改善してきた。その際に有効となるのは動作研究である。

ハンマー投げ前日本記録保持者の室伏重信（中京大学名誉教授）は、現役時代に 8 ミリカメラを使った世界一流選手の投擲動作の技術研究を行ったことで、スランプを乗り越えただけでなく自己ベスト記録を更新し続けることができたと述べている（室伏，2002）。また、ミュンヘンオリンピック平泳ぎ金メダリストの田口信教（現、鹿屋体育大学教授）は、世界トップスイマーの泳ぎを研究すること、世界一を目指すなら世界一をまねることが重要であると述べている（田口，1988）。さらに、体操競技オリンピック金メダリストの加藤澤男（現、白鷗大学教授）は、過去のオリンピック大会の映像を繰り返し観察して一流選手の技を研究することで、外国人選手の技を取り入れるにしても日本人とは体格が異なるため日本人選手にあう技を開発したと述べている（加藤，1998）。

このようなオリンピック達のコメントは、世界一流選手の動作をとらえた映像を繰り返し観察し、自分の動作と比較研究することの重要性を示唆するものである。また、金子（1974）は、選手自身が運動をしていなくとも、すばらしい選手の動作をみることで正しい運動表象を育てることができるだけでなく、失敗した動作からは修正の貴重な資料を得ることができることから、選手の観察力を養うことの重要性を指摘している。

したがって、一流選手の熟達した動作を観察し研究することは、選手の技術改善・新技術の開発には必要不可欠であるといえる。

### 3. バレーボールの守備研究の必要性

現在、世界のトップレベルチームのゲームでは、4人のスパイカーによるコンビネーション攻撃（以下、4人攻撃）、ジャンプサーブ、ジャンプフローターサーブ、リベロプレーヤーを中心としたレシーブ、サーブレシーブがAパス（セッターが定位置からほとんど動かなくてよい返球）でなくとも4人攻撃を仕掛ける、といった攻撃戦術が主流となっている。スパイクの打球速度は、男子の場合時速100km（27.8m/s）を超える。これは、打球が9m飛んで打球速度が空気抵抗で減速したとしても打撃から約0.3秒後にはレシーバーの身辺にボールが飛来することとなる（日本バレーボール協会編，1988；豊田・古沢，1982）。また、スパイカーの打点は、バレーボールコートに設置されているアンテナ最上部（3.23m）よりも高いところで打撃される場合もある。さらに、攻撃に要する時間は短く、セッターのトスリリース後、約1秒以内である。したがって、高い打点から打撃された、打球速度の速いボールをレシーブすることは極めて困難であり、ブロックなしで守備することは不可能に近い。

このような打点が高く打球速度の速い攻撃に対して、守備側チームは、前衛ブロッカーと後衛レシーバーの連携によって守備を遂行する。しかも、攻撃はセッターのトスリリース後1秒以内にスパイカーが打撃してくるわけで、この極めて短い時間の中で、ブロッカーはセッターのトスリリースに瞬時に反応し、素早い移動の後、ジャンプして空中で打球コースに腕を出さなければならない。また、レシーバーは、セッターのトスリリース後、スパイクの打球コースを予測し、短時間で適切な位置に移動し、構え、レシーブすることが要求される。さらに、ボールコントロールは、ボレーで瞬間的にボールと接触して行わなければならないため、他の競技に比べて格段にボールコントロールが難しいといわれている（シュティラーら，1993）。

1999年に導入されたラリーポイント制へのルール改正後、ラリーポイント制が採用されたゲームにおけるトップレベルのゲームでは、サーブレシーブするチームの方が得点しやすいことが報告されている（小川・黒後，2005；吉田・箕輪，2001）。これは、トップレベルのゲームでは、守備が困難であることを示唆している。

ゲームで勝利するためにはいかにブレイクするか、つまり、サーブ権を持っているチームが、相手のサーブレシーブからの攻撃（レセプション・アタック）を守備し、攻撃に転じて（カウンター・アタック）得点することが必要不可欠であることを意味している。FIVB（国際バレーボール連盟，以下FIVB）ワールドカップ2011男子大会を分析した山田ら（2012）は、ブレイク率の高い4チームが大会ベスト4のランキングとなっており、トップクラスのチームはブレイク率が35%以上であると報告している。このことから、現代のバレーボールゲームでは、相手チームのサーブレシーブからの攻撃を封じ込めるよう守備をするかが重要となる。

ところが、これまで一流選手の攻撃に関する研究は、1980年頃から行われてきているが、



守備の研究は乏しく、近年のトップレベルチームに標準的な 4 人攻撃に対峙する守備の動作は明確になされていない。

指導書において取り扱われる守備の内容についても、ブロックの場合、構え、移動、踏切、空中での手の出し方、配置、また、レシーブの場合、構え、移動、ボールへの当て方、配置、というように、基本的な記述にとどまっており、守備局面において、いつどのような動作が必要なのかは明確になされていない。

セリンジャー・アッカーマン（1993）が、レシーブの運動成果を生み出す原因が複雑すぎると指摘するように、バレーボールゲームにおける守備の動きが相手の攻撃に対峙する対応の動きであり、また、バレーボール競技がオープンスキル（サーブを除く）であることが、対象となる守備の運動成果を評価しにくく、守備の動作が研究対象となりにくかった理由として考えられる。

近年のトップレベルチームに標準的な 4 人攻撃に対峙する守備の動作を明確にする必要がある。

## 第2節 本研究の目的とその取り組み方

本研究の目的は、バレーボール世界一流男子選手の守備に関する戦術および技術を究明することである。

### 1. フィールド実験的方法によるアプローチ

多和（1972）は、運動技術の定立について、運動動作をできるだけ正確に観察する方法を考え、その運動動作の中から、合目的かつ経済的な方法を発見するためには、力学的・生理学的・解剖学的・形態学的な原理原則に適合するものの存在を確認することが必要である、と説明している。動作をできるだけ正確に観察する方法の1つとして、フィールド実験法がある。

フィールド実験法は、これまでの実験室や体育館での実験的な計測ではとらえることが難しかった、実戦場面における選手の動きをとらえることができる。実際の競技場を撮影し選手の運動を計測することは、日頃からチームでトレーニングを積んだ真剣勝負によって発揮される選手の運動成果につながる動作をとらえること、つまり、一流選手の技術が発揮されている動作をとらえられると考えられる。そこで本研究では、一流選手の動きをとらえるために国際試合に参加している一流選手を分析対象とするフィールド実験法を採用する。

本研究で対象とする国際試合、バレーボールのワールドカップ（FIVB Volleyball Men's World Cup 2011）は、FIVBが主催する4年に1度開催される3大公式大会（オリンピック、世界選手権、ワールドカップ）の1つであり、世界トップレベルのチームが参加している。したがって、この大会に参加するトップレベルチームの試合を分析対象とすれば、一流選手の技術が発揮されている動作をとらえることができる。

### 2. 3次元映像分析法（DLT法）の採用

本研究では、一流選手の熟達した守備の動作をとらえる方法として3次元映像分析法のDLT法（Direct Linear Transformation Method）を採用する。

Abdel-Aziz and Karara（1971）、Shapiro（1978）、Walton（1979）らにより開発されたDLT法は、2台以上のカメラを用いて容易に3次元位置座標を得ることができることから、スポーツ・体育のみならず多様な分野で用いられている。開発から40年近く経過した現在でもこの方法に勝る精度の高い3次元映像分析法は見当たらない。

実験室的研究の場合、選手の身体部位に反射マーカールを取り付けて座標検出が行われる。

例えば、Vicon (Vicon Motion Systems 社製) などのモーションキャプチャーシステムを用いれば、ほぼリアルタイムで身体動作を自動計測できる。しかし、フィールド実験の場合、実際の試合に参加している選手の身体部位に反射マーカールを取り付けることはできないため、身体部位の座標検出は、膨大な量のデータを手動操作でデジタイズする以外にない。

映像分析法としては、2次元 DLT 法も考えられるが、座標検出やデータ処理が簡便である一方で、本研究で対象となる守備の動作のほとんどが同一平面上で行われないことから、分析試技を採集する際にかかなりの制約を受けるだけでなく、動作を近似的なものにとらえなければならないため問題が多い。その点、3次元 DLT 法では、光軸が同一直線上でなければ、精度の高い3次元位置座標を得ることができる。

## 第2章 文献研究

先に述べたように、ラリーポイント制のゲームでは、スパイクレシーブからの攻撃による得点がゲームの勝敗に最も影響をおよぼす（小川・黒後，2005；吉田・箕輪，2001）ことから、相手に得点させず、守備からの攻撃によって得点をしなければゲームで勝つことはできない。そのため、トップレベルのバレーボールゲームでは、サービス側チームは、相手に攻撃させないよう強力なサーブを打つか、攻撃人数を減らすような戦術的サーブを打ち自チームが守備をしやすくすることで有利なゲーム展開にしようとする。その際に必要となる守備は、前衛選手によってネット際で遂行されるブロック、後衛選手とブロックに参加しない前衛選手によるレシーブがある。これら6人の選手が有機的に結びついて、相手の攻撃に効果的に対峙するための守備隊形となる。

相手の攻撃をどのように守備をすればよいかについて考える時に、守備の運動課題は、相手の攻撃と表裏一体となっていることを念頭に置く必要がある。つまり、守備の運動課題として、相手チームの攻撃に対応することが要求されるため、どのように守備をするかを考えるためには、相手の攻撃を知る必要がある。そこで、まず、戦術の変遷について守備の視点からみていく。その後、守備隊形、ブロック、レシーブについての先行研究をみていく。

### 第1節 守備戦術の変遷

日本女子チームが東京オリンピック（1964年）、日本男子チームがミュンヘンオリンピック（1972年）で金メダルを獲得して久しい。大松監督率いる東洋の魔女は、回転レシーブ、松平監督率いる男子チームは速攻、時間差攻撃を編みだし、当時の新戦術・新技術として世界を驚かせた。

また、ロサンゼルスオリンピック（1984年）、ソウルオリンピック（1988年）では、アメリカ男子チームが、2人制サーブレシーブ、バックアタック、リードブロックによってオリンピック大会を2連覇したが、バルセロナオリンピック（1992年）では、ブラジル男子チームがパイプ攻撃を披露し、アメリカ男子チームの3連覇を阻んだという経緯がある。どちらのチームも新戦術・新技術を開発しそれぞれ金メダルを獲得している。このように、金メダルの獲得には新戦術・新技術が存在してきた。

バレーボールにおけるトップレベルチームの守備技術については、攻撃戦術の発展に対応する形で技術的進化をとげてきた。ここでは、守備技術の変遷についてコンビ攻撃が使用されるようになった1970年代からみていくことにする。

1970年代では、クイック攻撃を軸としたコンビネーション攻撃（以下、コンビ攻撃）が主流であった。ミュンヘンオリンピック（1972年）では、日本男子チームが速攻コンビネ

ーションバレーで金メダルを獲得している。この日本のクイック攻撃を止めるためにコミットブロックが主流となった（田中，1996a）。

コミットブロックとは，基本的に1対1でブロッカーとスパイカーが対峙し，スパイカーの動きに合わせて遂行されるブロック技術である。セリンジャー・アッカーマン（1993）によれば，コミットブロック戦術の主な目的は，トスがリリースされる前にクイックスパイカーと一緒にジャンプし止めること，またキライ（1987）では，トスがクイックにすればボールに触れて方向を変えられるが，トスが全く違った方向に上がってしまえばブロッカーを1人無駄にしてしまうことになる，と述べている。田中（1999）は，クイックをシャットアウトできる確率は高くなるが，時間差，平行などの攻撃に対応するのが難しい，と指摘している。つまりコミットブロックの短所としては，クイックスパイカーが囷であった場合，ブロッカーがジャンプしてしまうと，他のノーマークのスパイカーに攻撃されるケースが出現することである。そこで，クイック攻撃に対する新しいブロック方法，リードブロックが考案されることとなる。

一方，リードブロックとは，トスやゲーム状況を確認してトスが上がってから反応するブロックであり，アメリカ男子チームによって開発された戦法である。

従来のクイック攻撃に対するブロックは，アタッカーと同じタイミングでジャンプする（例えば，セリンジャー・アッカーマン，1993；キライ，1987；田中，1994a）コミットブロックが標準的なやり方であった。ところが，リードブロックは，中央からの攻撃を主体とするコンビ攻撃を阻止するために考案された守備戦術である。田中（1996b）によれば，発想が画期的だったのはブロックの意義がシャットアウトすることだけでなく，相手の攻撃力を減殺して自チームの攻撃に結び付けるところまでを考えたことで，具体的には，相手スパイカーに合わせて跳んでいたブロックを，トスがどこに上がるか見極めてから跳ぶ（リードブロック），3人のブロッカーを中央付近に群れさせ（バンチ）トスが上がれば3人がゾーンを形作ったまま移動してブロックする（バンチ・リードブロック），ということである。

アメリカ男子チームは，バンチ・リードブロックを含む3つの新戦法，2人制サーブレシーブ（従来，5～3人で行ったサーブレシーブを2人で行う）および情報収集を用いて，世界選手権（1982）では参加24カ国中13位（優勝はソビエト，日本は4位）であったのが，ロサンゼルスオリンピック（1984），ワールドカップ（1985），世界選手権（1986），ソウルオリンピック（1988）では全て優勝した。アメリカ男子チームのオリンピック2連覇，3大大会制覇によって，リードブロックが世界の主流となり現在のブロックシステムの基本となっていく。

リードブロックの有効性については，日本のスカウティングチームの報告からも伺える。例えば，渡辺ら（1987）は，1987年に来日したライバル外国8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について，「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、1988年のソウルオリンピック前に来日したライバルとなる外国10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。

その後、1990年代に入り、リードブロックシステムを打ち破るパイプ攻撃が登場した。この攻撃戦術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（田中，1994b）。この攻撃戦術を効果的に用いるには、両サイドからの速い攻撃が不可欠となる。コート中央よりシフト（バンチシフト）したリードブロックでは、両サイドからの速い攻撃にサイドブロッカーが間に合わないため、サイドからの速い攻撃をマークしようとするれば、サイドブロッカーはアンテナよりシフト（スプレッドシフト）せざるを得なくなる。ブロッカーの配置がスプレッドになったところに、コート中央からのバックアタックが仕掛けられるという仕組みである。バルセロナオリンピック（1992）では、パイプ攻撃によってリードブロックシステムを打ち破ったブラジル男子チームが優勝した。近年のパイプ攻撃はさらに高速で仕掛けられるようになっており、例えばブラジルの場合、前衛のクイックに近いタイミングで攻撃が遂行されている。

このように、攻撃戦術の進化に対応して守備戦術が進化してきている。現在では両サイドからの速い攻撃を基本とした4人攻撃に対して、世界のほとんどのチームがリードブロックを基本にしてゲーム状況によってコミットで対応するといったブロックシステムを構築している（田中，1999；バレーボール学会編，2012）。

一方、レシーブ技術については、東京オリンピックにおける日本女子チームの回転レシーブ、ミュンヘンオリンピックにおける日本男子チームのフライングレシーブ以降、特段に技術の進化は認められない。1995年のルール改正「オーバーハンドによるファーストコンタクトドリブルの許容」、「下半身でのボールタッチを可能」によって、オーバーハンドによるスパイクレシーブ、足でのレシーブがみられるようになったものの、レシーブ技術についてはブロック技術ほどの著しい変化は認められない。

以上、みてきたように、攻撃戦術の発展と守備戦術の発展はたちごっこの様相となっている。現在、男子トップレベルチームで主流となっている、早いテンポによる4人攻撃に対しては、バンチリードブロックシステムを基本としてゲーム状況によってコミットブロックをするといった守備戦術が普及しており、4人攻撃を封じるような画期的な守備戦術は認められていない。

そこで以下では、守備隊形、守備の最前線となる前衛ブロック、後衛のレシーブについてそれぞれの研究をみていく。

## 第2節 守備隊形に関する研究

### 1. ゲーム分析およびスカウティング

定性観察による吉田ら（1990）の研究では、ソウルオリンピック（1988）におけるソ連チームおよび日本女子チームの試合14セットを撮影し、守備システムを観察し私案の記録用紙を用いて比較検討した。その結果、セットアップ局面においてソ連チームでは、後衛センター選手を、日本チームでは、後衛ライト選手をブロック後方に位置させていた。また、セッターが後衛の時は両チームともセッターがフェイント処理を行っていたと報告している。

トップレベルチームを対象としたスカウティングによる研究では、橋原ら（2005）は、FIVB ワールドカップ 2003 男子大会における日本対セルビアの試合を対象として、また、橋原ら（2009）は、FIVB 世界選手権 2006 男子大会におけるブラジル対イタリアの試合を対象として橋原らが開発したスカウティングプログラム（橋原ら，2004；橋原ら，2005）を用い守備隊形を調べている。その結果、セルビア、ブラジル・イタリアチームいずれの守備隊形においても、クイックとパイプ攻撃に対しては、後衛3選手は扇形、サイド攻撃に対してはクロス方向の打球に対応する隊形でレシーブし、ハイセットからの攻撃に対しては前衛3人がブロック参加していたと報告している。

トップレベルチームのゲームでは、DataVolley（DataProject社）というPCソフトを用いてリアルタイムにスカウティングが行われているのが一般的である。スカウティングによって得られるデータは、スパイク決定率やスパイクコースなどの各技能統計だけでなく、選手の位置データも得られるわけであるが、それらを分析した研究はみあたらない。

### 2. フィールド実験的研究

守備隊形を定量的に調べた研究では、トップレベルチームを対象としたもの（土谷ら，1979；勝本，1989；佐賀野ら，1998；砂本ら1980），大学生チームを対象としたもの（勝本，1987；吉田・吉田，2001），高校生チームを対象としたもの（勝本，1988）が報告されている。

トップレベルチームを対象とした研究をみると、土谷ら（1979）は、1979年日本対ソビエト対抗戦、また砂本ら（1980）は日本対キューバ戦を5台の16mmシネカメラで撮影し競技技術の解析を行っているが、守備隊形の報告は割愛されている。

勝本（1989）は、第2回ジャパンカップ女子バレーボール世界大会（1987）におけるペルー対韓国、中国対アメリカ、ソ連対日本の試合から、韓国を除く5チーム各1セットを対象として2次元DLT法を用いてスパイクに対するレシーブフォーメーションの分析を行

った。その結果、トスインパクト時では、ソ連を除く4チームが3-2-1（ブロック3人、アタックライン後方1m付近の両サイドに2人、その後方に1人）、ソ連は3-1-2（ブロック3人、アタックライン中央付近に1人、その後方に2人）の隊形を敷いていたがソ連およびアメリカは6ローテーション全て同じ隊形ではなかった。スパイカー打撃時では、各チームとも2-2-2（ブロック2人、アタックライン後方1m付近の両サイドに2人、その後方に2人）の隊形を敷いており、後衛ライトと前衛レフトの位置が各チームで若干異なっていたことを報告している。

佐賀野ら（1998）は、FIVBワールドカップ1995男子大会におけるイタリア対日本戦を対象として2次元DLT法を用いてコンビネーションからのレフトサイド攻撃に対する守備システムを調べている。その結果、スパイクレシーブの構えをした瞬間における後衛の守備位置は、日本チームでばらつきが大きかった。またスパイク打撃時において、イタリアチームでは構え時より全体的に後退しており後衛ライトは右寄り、後衛センターと後衛レフトは左寄りに移動していた。日本チームでは同様の傾向が認められたが、後衛センターの位置はばらつきが大きかったと報告している。

このように、古典的な守備隊形、つまりブロックに参加しない前衛プレーヤーが守備に参加するというもので、2-4型（ブロック2人、レシーブ4人）または2-1-3型（ブロック2人、フェイント処理1人、レシーブ3人）という2つの隊形があり、フェイント処理のプレーヤーを置くかどうかの違いがある。

守備隊形は相手の攻撃レベルと関係が深い。というのも、一口にブロックに参加しない前衛選手がレシーブに参加するといっても、その選手が参加できるかどうかは、相手チームのセッターがトスをしてからスパイカーが打撃するまでの攻撃時間、相手スパイカーの人数、攻撃の複雑さの程度に依拠しているためである。つまり、トップレベルチームのゲームにみられるように、攻撃時間が短くスパイカーの人数が多ければ、守備側選手が移動する時間はほとんどなく、選択できる隊形は限定的となる。

指導書によればトップレベルのバレーボールゲームの場合、「ペリミター（perimeter）」という守備システムを用いている（Liskevych & Neville, 1997; 日本バレーボール学会編, 2012）と述べられているが、定量的に明らかにされておらず、現在主流となっている4人攻撃に対する守備隊形を定量的に分析した研究は佐賀野ら（1998）を除いて見あたらない。



### 第3節 ブロックに関する研究

守備の研究については、ブロック技術、スパイクレシーブ技術に大別される。ここでは、それぞれについて(1)実験室的研究、(2)フィールド実験的研究に分類してみたい。

#### 1. 実験室的研究

ブロックは、構え、移動、踏切、空中、着地の5つの局面に分類される。相手の攻撃を阻止するためには、構えてからスパイクの打撃位置に素早く移動しブロックする動作が重要とされる。そのため、構えや移動の仕方(Buekers, 1991; Cox, 1978; Cox, 1980; Cox, et al., 1982; Lobietti et al., 2006; Lobietti et al., 2005; Neves et al., 2011; 豊田・古沢ら, 1982; 山本ら, 1981), 踏切(福田ら, 1986; 福田ら, 1987; 南ら, 1984; 南ら, 1985; 島津・明石, 1980), 空中(篠村, 1988)の各動作について検討されてきた。

Coxによる大学生、トップレベルの大学男女バレーボール選手を対象とした一連の研究では、3種類のステップ(スライドステップ, クロスステップ, ジャブクロスステップ)と移動時間の関係を調べている(Cox, 1978; Cox, 1980; Cox et al., 1982)。その結果、2.7mの側方移動ではスライドステップが、ジャンプに要する時間と移動を合わせるとジャブクロスステップが最も時間が短いことを報告している。一方、豊田・古沢(1982)では、4mの側方移動とジャンプに要する時間では、ランニングステップ, クロスステップ, サイドステップの順に最も時間が短くなっていたと報告している。また、Buekers(1991)は、3mの側方移動からブロックジャンプまでに要する時間を測定した結果、ランニングステップが最も時間が短く、豊田・古沢の結果を追認した。これらはCoxの結果と異なるものとなっていた。

南ら(1985)は、全日本女子ジュニアバレーボール選手6名を対象として、2回連続ブロックジャンプをする(2回目のジャンプは膝関節角度を140~160度, 110~130度, 80~100度の3条件)課題においてジャンプ高, 動作時間および膝関節角度を測定している。その結果、2回目のジャンプ高は、膝関節角度が大きくなるにつれ低くなる、動作時間は2回目の方が短くなる、傾向を示したことを報告している。また、動作時間の短縮について、反動を使う1回目のジャンプより、プレジャンプを使った2回目のジャンプの方が有効であると述べている。

ブロッカーの移動中における腕の動作について、Neves et al.(2011)は、大学生女子選手13名(NCAA Division Iに所属)を対象として、3種類のブロック動作、1.移動の際に手を下げない(traditional, 以下, T), 2.スパイクジャンプするようにバックスイングする(Swing, 以下, SW), 3.バックスイングするが肘は約90度にする(Chicken Wing, 以下 CW)を行い比較した。その結果、スタートから離地までの時間については、3種類のブロ

ック動作に有意な差は認められなかった。手がネットを越える時間については、CW と SW では T より早く、有意な差が認められた。ブロックの高さについては、SW のブロック動作が他の 2 つより有意に高かった。また、CW のブロック動作は、T より有意に高かった。SW は、他の 2 つより有意に優れたペネトレーション（手の突き出し）であった。また、CW は T より有意に優れていたと報告している。

また、空中での腕の動作については、篠村（1988）は、大学生男子バレーボール選手 2 名を対象として、ネット前方へ腕を突き出しながらジャンプする「突き出し型」、腕がブロック最高点に到達した後ネット前方へ振り下ろす「振り下ろし型」の事例を報告している。

ブロックの下肢の動きについて、指導書によれば、2 ステップか 3 ステップによるフットワークが解説されている（Mayforth, 2002；田中, 1999）。また、ブロックの上肢の動きについては、構えでは手は比較的高い位置におく（コールマン・コールマネセット, 1998；Mayforth, 2002；田中, 1999）、空中では腕は前後に振らず真っ直ぐに出す（コールマン・コールマネセット, 1998；キライ, 1987）、移動から踏切では、腕のスイングは肘を伸ばさずコンパクトにする（Mayforth, 2002）と解説されている。これらの指導書による解説は、先行研究で得られた知見と必ずしも一致するものではなく、検討する必要がある。

実際のゲーム状況下に似た実験場面を設定した研究では、実際にセッターがあげたトスを起点とする、スパイカーの打球を被験者が実際にブロックする条件下でもブロック動作や反応時間の検討が行われてきた（重永ら, 1995；梅崎ら, 2014；吉田, 1999）。

重永ら（1995）は、日本リーグでブロック賞を受賞したプロ選手 1 名および大学学生選抜 2 名のセンタープレーヤーを対象として平行トスをリードブロックする実験を行っている。被験者は、ネット中央部に位置し、セッターが任意にあげた方向へトスを確認してから移動しブロックすることを求められた。3 次元 DLT 法による分析の結果、移動局面においてプロ選手ではジャブステップを爪先から小さく踏み出していたが大学生選手では大きく踏み出し踵から接地していたと報告している。

梅崎ら（2014）は、これまでのステップを対象とした研究が移動ステップだけを取り上げていたことから、ブロッカーの構えから移動に移行する動作をさらに詳しく調べるために、移動動作の直前に生じる動作を「予備ステップ」として、予備ステップと移動ステップを類型化しようとした。国内の女子トップレベル選手 6 名（上級者）および大学女子バレーボール選手 6 名（中級者）を対象として、セカンドテンポのスパイクをブロックする実験を行った。スパイカーは 3 箇所（レフト、センター、ライト）に配置され、セッターが任意にトスを上げた攻撃に対してブロッカーが移動してブロックすることを要求された。その結果、6 つの予備ステップ（サイド・スラスト、ジャブ・ステップ、キック・バック、スプリット・ステップ、ノー・ステップ、二度踏み）に類型化できた。上級者では、サイド・スラスト（40.0%）、中級者ではジャブ・ステップ（28.3%）が最も多く出現した。移動ステップは 3 つに類型化（クロス、サイド・クロス、ランニング）され、上級者で 58.3%、中級者で 65.0% となっておりどちらもクロスステップが最も多く出現した。また、予備ス

テップ時間と移動ステップ時間について上級者と中級者を比較したところ、前者では上級者が中級者よりも有意に短くなったが、後者では有意差は認められなかった。上級者と中級者では、類型と技量レベルとの関係性は低いと述べているが、実験条件がコンビ攻撃ではなくセカンドテンポの攻撃で攻撃時間も長いことから、ゲーム状況下で出現する予備ステップとは測定結果が異なると考えられる。というのも、実際のゲーム状況下では、ブロッカーは、クイック攻撃を含めた複数のスパイカーを同時にマークしているため、実験条件に問題があると考えられる。

ブロック反応時間について、根本ら（2004）は、国内の男子トップレベル選手 13 名および大学女子バレーボール選手 10 名を対象としてブロック反応時間の測定を行っている。被験者は、ネット中央部に置かれたマットスイッチ上に位置し、シグナルボックスの光刺激が提示されるとできるだけ素早くブロック動作を行い、提示された方向のバレーボールに取り付けられたセンサー（ライト、センター、レフトの 3 箇所）にタッチすることを求められた。また、男子トップレベル選手については、両手指高も測定しブロック反応時間との関係性をみている。その結果、トップレベル男子選手については、対ライトで  $1.51 \pm 0.09$  秒、対センターで  $0.70 \pm 0.10$  秒、対レフトで  $1.48 \pm 0.06$  秒、大学女子選手については、対ライトで  $1.39 \pm 0.04$  秒、対センターで  $0.70 \pm 0.11$  秒、対レフトで  $1.68 \pm 0.08$  秒となっており、大学女子選手の場合対ライトと対レフト間に有意差（5%水準）が認められたと報告している。男子トップレベル選手の両手指高とブロック反応時間の関係については、有意な負の相関（5%水準）が認められたことから、両手指高が高いほど対センターの反応時間が短くなると述べている。

山田ら（2012a）は、根本ら（2004）の測定方法を改良して大学生男子バレーボール部員 11 名（東海大学 1 部リーグ所属、C 大学）を対象として、反応時間（刺激から 2 枚のマットセンサーのどちらかの足が離れるまでの時間）、移動時間（足が離れてからライトまたはレフトのマットセンサーに触れるまでの時間）、接地時間（ジャンプ前にライトまたはレフトのマットセンサーに触れている時間）およびジャンプ時間（マットセンサーから離れてセンサーに触るまでの時間）を攻撃エリアごとに測定している。その結果、ブロックに要した時間は、対ライトで  $1.839 \pm 0.128$  秒、対センターで  $1.023 \pm 0.169$  秒、対レフトで  $1.851 \pm 0.114$  秒となっており対レフトと対ライトブロックは同程度であること、移動時間、接地時間およびジャンプ時間についても対レフトおよび対ライトにおいて同程度であると報告している。

また、山田ら（2012b）は、山田ら（2012a）と同様の測定方法で大学生トップレベル男子のセンタープレーヤー 12 名（2010 年度西日本大学強化合宿選抜メンバー）を対象として、光刺激の選択肢が 1 つの場合（1 選択肢）および選択肢が 3 つの場合（3 選択肢）の条件における反応時間（刺激から 2 枚のマットセンサーのどちらかの足が離れるまでの時間）、移動時間（足が離れてからライトまたはレフトのマットセンサーに触れるまでの時間）、接地時間（ジャンプ前にライトまたはレフトのマットセンサーに触れている時間）およびジャ

ンプ時間（マットセンサーから離れてセンサーに触るまでの時間）を測定している。その結果、ブロックに要した時間は、対ライト，対センター，対レフトすべてにおいて条件間で有意差（5%水準）が認められ，3 選択肢より 1 選択肢条件の方がブロック時間が短かったと報告している。

## 2. フィールド実験的研究

撮影された映像を観察しブロックを定量的に調べた研究では，一流選手を対象としたもの（土谷ら，1979；岡部・勝本，2001；柏森ら，1985；水口ら，1981；高梨ら，1985）が報告されている。

また，DLT 法を用いてブロックを定量的に調べた研究では，一流選手を対象としたもの（福田，2003；松井ら，2011；岡内ら，1982；岡内ら，1983；佐賀野ら，2002；佐賀野ら，1996；佐賀野ら，1998b），大学生を対象としたもの（松井，2008；佐賀野ら，1995），高校生を対象としたもの（佐賀野ら，1998a）が報告されている。

以下では，リードブロック出現以降の，DLT 法を用いて一流選手を対象とした研究をみていく。

佐賀野ら（1996）は，1994 年日本バレーボールリーグ最終順位決定リーグ戦におけるセンターブロッカー5 名を対象として，レフトサイド攻撃（平行スパイク）に対するリードブロックについて 3 次元 DLT 法による映像分析を行っている。その結果，移動ステップにクロスオーバーステップ，ジャブクロスオーバーステップを用いており，相手のクイック攻撃に対して構えた地点から 2, 3 歩で移動していた。ステップの大きさは平均で右足 1.60m，左足で 2.21m，助走速度は平均で 3.27m/sec となっており，レフトサイドからの早い攻撃に対して助走の歩数を少なくし，踏切直前の左足をクロスさせる 1 歩を大きくとることが右方向への素早い移動に役立っていると述べている。

佐賀野ら（1998b）は，FIVB ワールドカップバレーボール 1995 男子大会におけるイタリア対日本戦のセンターブロッカーを対象として 3 次元 DLT 法による映像分析を行っている。その結果，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を比較したところ，被験者 H.O. ではトスが上がる同時に，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たが，被験者 G.A. で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。ブロック離地時の手先の高さは，被験者 H.O. が 2.55m で，被験者 G.A. が 2.74～2.83m であり，被験者 G.A. の方が高い位置にあったと報告している。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おり，一方の被験者 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ことから，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述べている。また、サーブレシーブからのコンビ攻撃に対する平均のブロック人数は、クイック、時間差、バックアタック攻撃においてイタリアのブロッカーが日本よりも複数でブロックジャンプを行っていたと報告している。

佐賀野ら（2002）では、FIVB 世界選手権 1998 男子大会においてセンターブロッカーのリードブロックの技術特性を明らかにしようとして 2 次元 DLT 法を用いて映像分析を行っている。その結果、トスリリース時における被験者の両手先高は、A クイックに対してブロックワンタッチしたデータは平均で左手 2.03m、右手 2.02m であった。一方、レフト平行トスでは、平均で左手 1.60m、右手 1.62m であり、クイック攻撃における手先の位置の方が約 40cm 高かったと報告している。

福田（2003）は、FIVB 世界選手権 1998 男子大会のブラジル対キューバ、ユーゴスラビア対キューバ、日本対キューバ戦におけるブロッカーの映像分析を 3 次元 DLT 法を用いて行っている。キューバチームのレフト平行攻撃に対する各チームのブロック動作を分析したところ、センターブロッカーがコミットブロックした場合、ボールがセッターの手からリリースされる 0.4 秒前からブロッカーの大きな沈み込み動作があったと報告している。また、レフト平行攻撃が 1.0 秒以内であるとセンターブロッカーはリードブロックで対応できないが、1.2 秒～1.4 秒だと十分対応できると述べている。

松井ら（2011）は、国内トップレベルの V プレミアリーグ男子大会（2007/2008）における 4 試合（8 チーム、14 セット）を対象として、ブロック遂行過程の構成要素を各ゲーム局面、各テンポについて 2 次元 DLT 法を用いて映像分析を行っている。ブロック貢献群と非貢献群を比較した結果、サーブ局面では攻撃が 1st テンポの場合、アタックエリアでの待機の早さ、ブロックの高さ、2nd テンポの場合、ブロックの構え、アタックエリアでの待機の早さ、ブロックの高さで有意差が認められた。また、ラリー局面では、攻撃が 1st テンポの場合、アタックエリアでの待機の早さ、ブロックの高さ、2nd テンポの場合、実行人数、ブロックの高さで有意差が認められたことから、重視すべき構成要素を明らかにしている。選手が構成要素を意識してブロックを実行することで有効なパフォーマンスの生起率が高まると述べている。

これらの研究によって、一流選手のブロック動作が明らかになりつつある。しかし、これまでの一連の研究では、被験者数が少なく、一流選手に共通の動きかどうかは明らかとされておらず検討する必要がある。

## 第4節 レシーブに関する研究

これまでのレシーブに関する研究については、サーブレシーブとスパイクレシーブに大別できる。サーブレシーブについての研究は、予測（古田，2009），隊形（岸本・木原，1985；吉田・箕輪，1989；吉田ら，1995；吉田ら，1990），レシーブ動作時間（高橋ら，1997；吉田ら，1993），ゲーム分析（藤原，1987；大橋・江刺，1998），パス動作（勝本ら，1984；川合ら，1965；岡内・前田，2012）に着目した研究が報告されている。

一方、スパイクレシーブについては、攻撃の予測（浜田ら，1990；Piras et al., 2014；武澤・星野，2013；武澤・星野，2014；Vansteenkiste et al., 2014），ゲーム分析（吉田ら，1990），構えのタイミング（吉田，2011；吉田・吉田，2001），反応時間（北村ら，1985；下敷領・砂本，1980；豊田・古沢，1982）に着目した研究が報告されているが、スパイクレシーブ動作についての研究報告は極めて乏しい。

以下では、スパイクレシーブに関する研究をとりあげていくことにする。

### 1. 実験室的研究

下敷領・砂本（1980）は、大学生男子バレーボール選手6名を対象として、膝関節角度を90度、120度の2条件で身構えた状態から、60cm離れた場所へできるだけ素早く両足同時の離着で移動させ反応動作時間を調べている。その結果、膝関節の至適角度は方向により異なる傾向であり、反応動作時間（刺激提示から着地するまで）は、後方向120度が最も早く、前方向への移動は90度が速かったと報告している。

豊田・古沢（1982）は、大学生男子バレーボール選手5名を対象として、レシーブの構え方による手と腕の反射・移動に要する時間を調べている。その結果、ボールが正面または右横へその高さ50cm外方に飛来した状況における組み手のはやさは、両腕を前方に伸ばし体側に開き気味に構える姿勢が最も早く、前方3mと7m、右斜め前45度のボールに触れる場合はスライディングレシーブが早かったと報告している。

北村ら（1985）は、大学女子バレーボール選手3名を対象として、身体の移動に必要な時間、動きやすい移動方向を調べるために単純反応、選択反応時間を調べている。その結果、反応時間は斜め前右方向が他の移動方向に比べて速く、移動距離が増えると、床面から30cmより150cmの高さの方が反応時間が遅くなる傾向が認められたことを報告している。

指導書によれば、強打スパイクの場合、レシーバーは両腕を揃えるだけの時間的余裕がないことから、始めから揃えているか、それに近い状態にすべきである（コールマン・コールマネセット，1998）という指摘があり、豊田・古沢の主張とは異なっている。強打レシーブを対象とした近年の実験室的研究は見当たらず、強打されたスパイクに対する合目

的的なレシーブ動作について検討する必要がある。

守備側チームは、攻撃側のスパイカーがいつどこから打撃しようとするかについての情報を得るために、セッターがどの方向にトスをあげるのか、スパイカーがどのコースに打撃しようとするのか、について予測するための実験が行われてきた。これらの研究では、攻撃側の一連の攻撃の動きを撮影した映像を被験者に提示し、注視時間、トス動作とトス方向、スパイク動作と打球コースの予測の関係を検討している。

例えば、浜田ら（1990）では、大学生男子バレーボール選手の2種類のスパイク動作（A. 空中でコースを変更する、B. 空中でコースを変更しない）を撮影した刺激映像を用い、スパイク動作を任意の時間で静止させて提示し、被験者にコース判断、その自信度および根拠を記録用紙に記入することを求めた。バレーボール経験者と未経験者を比較した結果、経験者は右腕および右肘の動きに注目しコース判断を行っているが、未経験者は身体の向きに注目していると述べている。

武澤・星野の一連の研究では、大学生女子バレーボール選手を対象としてアイマークレコーダーで眼球運動を測定している。その結果、正確なコース判断は打撃までのスパイク動作だけでなく、打撃後の動作および打球軌道が必要であると述べている（武澤・星野，2013，2014）。

これらの研究から得られた知見は、相手の攻撃を読むためにスパイカーのスイング動作をみる（セリンジャー・アッカーマン，1993；吉田，2011）という主張を支持するものとなっている。

## 2. フィールド実験的研究

DLT法を用いてスパイクレシーブを定量的に調べた研究では、トップレベルチームを対象としたもの（勝本，1989；佐賀野ら，1998；吉田，2011），大学生チームを対象としたもの（勝本，1987；吉田・吉田，2001）が報告されているが、フィールド実験的研究は極めて乏しい。

吉田らの一連の研究（吉田，2011；吉田・吉田，2001）では、スパイクレシーブ時における後衛選手の構えのタイミングを明らかにするために、2次元DLT法を用いて移動量を測定している。その結果、大学生女子トップレベルチームでは平均で打撃の約0.12秒前、世界トップレベル女子チームでは、平均で打撃の約0.16秒前に後衛3選手の移動量が最小になったと報告している。

勝本（1989）は、スパイカー打撃直前にレシーバーが移動速度を落とすことについて、状況を判断しスパイクのコースを予測するために速度を落としている、ほぼ止まった状態で行うのか、動いている状態で行うのか2パターンあると述べている。スパイクレシーブの動作では、打撃直前に構える（Neville, 2004），打撃前に止まる（小糸，2001）ことが知

られており，勝本（1989），吉田（2011），吉田・吉田（2001）の結果は，そのことを裏付けている．しかしながら，スパイクレシーブ動作については明らかにされておらず検討する必要がある．



## 第5節 まとめ

現在、トップレベルチームで主流となっている4人攻撃に対して、最前線のブロックがどのように配置されているか、また後衛レシーバーがどのように配置されているのか、つまり、どのような守備隊形を敷いているのか、これまでの研究では明らかとされていない。

ブロックおよびレシーブ技術に関する実験室的研究では、実際のゲーム状況を再現しているとは考えにくいことから、そこから得られた結果が競技場面での選手の動作を定量化しているとは言い難い。というのも、例えば、反応時間を調べた研究の多くでは、被験者は静止した姿勢から光刺激の合図により課題の測定が行われている。しかし、実際のゲーム場面で、セッターのトスインパクト時ではブロッカーが、スパイクインパクト時ではレシーバーが、共に静止してはいないことがこれまでの報告から示唆される（黒川，2012；梅崎ら，2014；吉田ら，2011）。これらのことは、実験室的研究において、運動課題を設定する場合に、静止した姿勢からスタートさせて測定項目を計測することで真の値の近似値を得るには無理があると考えられる。

また、反応時間の測定では、被験者が運動課題を要求される際に、光刺激が提示される。これは、攻撃側チームのある動作（例えばセッターがトスインパクトの瞬間）と同等のものとして設定されていると考えられるが、実際のゲーム状況下では、セッターへのボール返球スピード、セッターの動作によるごまかしの程度、攻撃に参加するスパイクの人数、などがブロッカー、レシーバーの動きに影響する。しかし、これまでの実験室的研究では、これらの問題について考慮されていない。

一方、実験室的研究に代わって、フィールド実験によるDLT法を用いた映像分析が簡便にできるようになってきた。とりわけ複数台のカメラを用いた3次元DLT法を用いることで、対象とする選手の運動を拘束することなく、実際の競技場面における運動観察・記録したデータの解析が可能となっていることで、上述の問題は解決できると考えられる。

ところが、4人攻撃に対するブロックの研究は乏しく、フィールド実験による定量的研究は、佐賀野ら（2002）、松井ら（2011）の報告しかみあたらず、一流選手のブロック動作については事例的に検証されているにとどまっている。また、ブロッカーのステップについてこれまでの研究では、予備動作について考慮されておらず、セッタートスインパクト前から出現する予備動作を含めて、ブロック・レシーブ動作や動作時間を検討する必要がある。

とりわけ、スパイクレシーブの研究は極めて乏しく、トップレベルチームを対象としたものは、勝本（1989）、佐賀野ら（1998）、吉田（2011）しかみあたらない。しかし、これらの研究は2次元DLT法を用いており、レシーブ動作そのものについては明らかにされておらず検討する必要がある。

## 第3章 問題

### 第1節 研究課題と研究の進め方

本研究の目的を達するには、文献研究により明らかになった諸課題のうち、以下に述べる研究課題を究明する必要がある。

#### 1. 研究課題

##### 研究課題 1

一流選手によるコンビネーション攻撃および 2 段トスからの攻撃に対する守備隊形を明らかにする。

##### 研究課題 2

一流選手の 4 人のスパイカーによるコンビネーション攻撃から仕掛けられるクイック攻撃およびサイド攻撃に対するブロッカーの動きを明らかにする。

##### 研究課題 3

一流選手の強打スパイクに対するレシーバーの動きを明らかにする。

#### 2. 研究の進め方

上記の課題を究明するために、本研究では、フィールド実験法と 3 次元 DLT 法を採用し、コーチングの実践現場において指導の観点となる選手の動作を定量化する。

阿江（1997）は「動作分析データは運動の実態は明らかにするが、現場に役立たないと言われることが多かった。しかし勘どころを押さえた分析を行い、運動者の状況と関連づけてデータを解釈することができるようになり、以前に比べると動作分析データがかなり活用されるようになった」と述べている。そこで本研究では、コーチングの実践現場において指導の観点となる動きを定量化することにより 3 つの研究課題を究明していく。

研究課題 1 では、攻撃が仕掛けられる起点となるセッタートスインパクト時の守備隊形、トスがスパイカーへ上げられ、スパイカーが打撃する時の守備隊形について検討する。研究課題 2 では、決定力の高い、クイック攻撃に対峙するセンターブロッカーのリードブロ

ック動作の技術特性について検討する。また、サイド攻撃に対するセンターブロッカーおよびサイドブロッカーの技術特性についても同様に検討する。そして研究課題 3 では、最前線の守備であるブロックを抜けてきた強打スパイクに対して、レシーバーがどのような運動によりボールをコート内に上げているかについて検討する。

## 第2節 用語の定義

ここでは、本研究において使用する用語および定義した用語の主なものについて説明する。

**技術と技能：**技術（運動技術）とは、「特定の課題解決に現在のところ最も合目的だと判断された、ある具体的な運動の仕方」（佐藤，1992）として、また、技能は、ヒトが訓練によって技術（運動技術）を身につけた状態のこととして用いる。

**コンビネーション攻撃：**クイック攻撃を含む複数のスパイカーによる攻撃、として用いる。

本論文では、コンビネーション攻撃は「コンビ攻撃」、4人のスパイカーが同時に攻撃を仕掛けてくる攻撃は、「4人攻撃」とした。

**サイド・アウト制およびラリーポイント制：**サイド・アウト制は、サーブ権が自チームにあるときのみ点数が入る得点方式で、ラリーポイント制はラリーを取得することで点数が入る得点方式で、サーブ権のあるなしは関係ない（日本バレーボール学会編，2012）。

**ブレイク率：**サーブ側（サーブ権を持つ）のチームが得点すること（日本バレーボール学会編，2012）。

**フォーメーションと隊形：**フォーメーションとは、守備や攻撃におけるあらかじめ決められた選手の並び方や動き方（日本バレーボール学会編，2012）、「試合の事態に応じて形成する攻撃、レシーブ、サーブレシーブなどの陣型」（櫻井，1998）のことである。本研究では、「隊形」を同義語として用いる。

**サーブレシーブとレセプション：**サーブレシーブ、レセプションともにサーブを受ける動作のことである。本研究では、「サーブレシーブ」を用いる。

**スパイクレシーブとディグ：**シュティラーら（1993）によれば、スパイクレシーブとは「敵から強く打たれてきたボールを防御し（サーブレシーブを除く）、ブロックの当たりそこねやブロックからはね返ってくるボールを拾ったりするとき用いるすべてのゲーム行為」とされている。ディグは、相手チームから飛んでくるボールを受ける動作で、レセプション以外のすべての動作である（日本バレーボール学会編，2012）。したがって、アンダーハンド・パスだけでなく、オーバーハンド・パスや脚などの身体部位で受けても、ディグとなる。本論文では、スパイクレシーブをアンダーハンドの組み手によるレシーブと定義するため、ディグを用いずに、スパイクレシーブの用語で統一する。

**リードブロックとコミットブロック：**リードブロックとは、相手チームのトスや状況を確認してトスされたボールを見てから反応するブロックの跳び方である。またコミットブロックとは、クイックアタックをマークするブロッカーが、アタッカーの動きに合わせて反応するブロックの跳び方である（日本バレーボール学会編，2012）。

**セットシステム：**ネットを1m幅のスロットに9等分し、各スロットはセンターラインか

らアタックラインまで延びている。最も左側のスロットから 5, 4, 3, 2, 1, 0, A, B, C, と定義されている (セリンジャー・アッカーマン, 1993)。

パイプ攻撃：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 (田中, 1994b)。セッター位置に近接するスロットからセカンド・テンポで打撃される。

A パス：A パスとは、セッターのセット・アップ定位置へサーブレシーブされ、全てのスパイク・オプションが使用可能なもの (日本バレーボール学会編, 2012)。

ハイセットと 2 段トス：ハイセットは、コート後方またはコート外からスパイカーに供給される高い軌道のトスのこと。2 段トスは、セッターの定位置から大きく外れた地点から上げるトスのことでハイセットの内容を含んでいるが、必ずしも高いトスを意味するわけではないため同義語ではない。本論文では、2 段トスを用いる。

リベロ：リベロプレーヤーは、フロア守備専門のプレーヤーであり、現行ルールでは 1 チームに 2 名の登録、試合中はコート上に 1 名のリベロを配置できる。リベロプレーヤーにはブロック参加、サーブ、ネット上方からの攻撃が認められていない。また、リベロプレーヤーがフロントゾーン内でオーバーハンドを用いてあげたトスを味方がネット上方より攻撃することもできないというルール上の制約がある (日本バレーボール学会編, 2012)。

### 第3節 研究の限界

本研究には以下にあげる方法，結果の解釈に関する限界が存在する．

#### 1. 研究方法に関する限界

守備技術は，自チームの守備戦術，選手の体力に規定される．また，相手チームの攻撃戦術の影響を受ける．

#### 2. 一般化・普遍化に関する限界

本研究で得られた知見は，世界一流男子選手を対象としたものであることから一般化するには限界がある．そのため，高校生や中学生レベルの選手および女子選手に適用できるかどうかは検証が必要となるため，適用する場合は十分注意する必要がある．

## 第4章 研究方法

### 第1節 撮影方法

#### 1. 撮影対象

本研究では、2011年11月24、25日大阪府中央体育館で開催された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アルゼンチン対キューバ、ポーランド対イラン、セルビア対日本、イラン対アルゼンチン、キューバ対セルビア、日本対ポーランドの6試合27セットを撮影対象とした。試合結果は、以下の通りであった。

Match19 : アルゼンチン	3 (17-25, 25-16, 25-21, 25-17)	1	キューバ
Match20 : ポーランド	2 (25-13, 26-28, 25-8, 24-26, 11-15)	3	イラン
Match21 : セルビア	3 (25-21, 25-22, 18-25, 22-25, 15-12)	2	日本
Match25 : イラン	3 (15-25, 25-21, 24-26, 25-16, 15-12)	2	アルゼンチン
Match26 : キューバ	3 (17-25, 25-21, 25-22, 25-17)	1	セルビア
Match27 : 日本	1 (25-23, 21-25, 19-25, 18-25)	3	ポーランド

#### 2. 分析チーム

ワールドカップは、FIVBが主催する4大大会（世界選手権、オリンピック、ワールドグランドチャンピオンズカップ、ワールドカップ）の1つであり、オリンピックの前年に開催され、各国の強豪チームが参戦する大会である。出場権は、開催国（1チーム）、5大陸選手権優勝国（5チーム：各大陸の優勝国1チーム）、5大陸選手権準優勝国（4チーム：準優勝チームの参加はFIVBランキングによる上位4チーム）、FIVB推薦国（2チーム）合計12チームに与えられる。

本研究で分析対象とした6チームの出場権は、アルゼンチンは、南米大陸選手権2位（1位はブラジル）、キューバは北中米大陸選手権1位（2位はアメリカ）、イランはアジア選手権1位（2位は中国）、日本は開催国（アジア選手権5位）、ポーランドはFIVB推薦国（欧州選手権3位）、そしてセルビアは欧州選手権1位（2位はイタリア）であった。また、6チームのFIVB世界ランキング（2011年10月2日時点）は、アルゼンチン9位、キューバ6位、イラン14位、日本18位、ポーランド8位、セルビア5位であった。

### 3. 分析選手

表 4-1 は、撮影対象とした 6 チームの出場選手の特徴を示している。スパイクジャンプ、ブロックジャンプは、スパイク動作、ブロック動作それぞれの最高到達距離を表している。平均身長が最も高い（リベロを含む）チームは、セルビア（1.98m）、最も低いチームは、日本（1.92m）であった。また、6 チームの中で最も身長の高い選手は、Mozdzonek 選手（ポーランド：2.11m）であり、最も低い選手は Nagano 選手（日本：1.76m）であった。

スパイクジャンプ、ブロックジャンプの最高到達点について平均値でみると、キューバチームがどちらも最も高く、それぞれ 3.49m、3.32m であった。また、個人では Fiel 選手（キューバ）がどちらも最も高く、それぞれ 3.74m、3.69m であった。

### 4. 撮影

図 4-1 は、本研究の撮影場面におけるカメラ位置および較正器（図 4-2）の設置位置を示したものである。図 4-2 は、本研究で用いた較正器である。較正器の支柱の高さは約 1.6m であり、白球（直径 6cm）の中心を鉛直線が通過するよう作製されている。

撮影は、Victor 社製 TK-C1381CCD カメラを S 端子ケーブルで SONY 社製 DCR-TRV30 デジタルビデオカメラに接続した装置（図 4-3）3 台を使用し、エンドライン後方の 2 階通路に 1 台、味方コートおよび相手コートのサイドライン後方の 2 階通路にそれぞれ 1 台設置した。撮影期間中に撮影装置が動かないよう、全ての撮影装置を床面に固定した。

コートの横幅 9m が画角に収まるようにレンズ焦点距離を調整し、交流電源を用いて試合開始から終了までの全プレーを毎秒 30 フレーム（シャッタースピード 1/500 秒）で撮影した。なお、試合開始前に、較正器を撮影し、バレーボールコート床面の位置およびネット白帯とアンテナとの交点も較正点（Walton, 1979）として使用した。



表 4-1 分析選手の特徴

**Argentina - Team Composition**

No.	選手名	身長 (m)	Spike Jump(m)	Block Jump(m)
2	Castellani Ivan	1.96	3.36	3.20
7	Conte Facundo	1.98	3.55	3.26
8	Cavanna Maximiliano	1.85	3.14	3.00
C 9	Quiroga Rodrigo	1.90	3.45	3.21
11	Solé Sebastian	2.02	3.60	3.28
12	Pereyra Federico	2.00	3.35	3.25
13	Poglajen Cristian	1.95	3.46	3.20
14	Crer Pablo	2.05	3.50	3.30
15	De Cecco Luciano	1.94	3.33	3.15
L 16	González Alexis	1.84	3.21	3.00
17	Giustiniano Mariano	1.89	3.35	3.18
平均		1.94	3.39	3.18
SD		0.07	0.14	0.10

**Cuba - Team Composition**

No.	選手名	身長 (m)	Spike Jump(m)	Block Jump(m)
C 1	Leon Venero Wilfredo	2.02	3.50	3.46
2	Estrada Jova Lian Sem	1.96	3.39	3.35
4	Perdomo Naranjo Yassel	2.01	3.55	3.25
L 6	Gutierrez Torna Keibel	1.78	3.05	2.95
7	Bisset Yordan	1.94	3.36	3.14
8	Cepeda Abreu Rolando	1.98	3.59	3.44
12	Bell Cisneros Yenny	1.88	3.58	3.28
13	Fiel Rodriguez David	2.04	3.74	3.69
14	Hierrezuelo Aguirre Raydel	1.96	3.40	3.35
16	Mesa Sandobal Isbel	2.04	3.58	3.31
18	Diaz Carmenate Yosmany	1.96	3.58	3.28
19	Hernandez Ramos Fernando	1.96	3.58	3.39
平均		1.96	3.49	3.32
SD		0.07	0.18	0.18

**Iran - Team Composition**

No.	選手名	身長 (m)	Spike Jump(m)	Block Jump(m)
1	Fayazi Damnabi Pourya	1.95	3.30	3.10
3	Hosseini Amir	1.83	3.39	3.20
4	Mousavi Eraghi Seyed Mohammad	2.03	3.62	3.44
L 6	Hossein Ali	1.80	3.00	2.90
7	Zarini Hamzeh	1.98	3.51	3.30
C 9	Nadi Alireza	2.00	3.34	3.20
10	Ghafour Amir	2.02	3.54	3.34
12	Nazari Afshar Farhad	1.95	3.45	3.31
13	Mahdavi Mehdi	1.91	3.30	3.10
14	Keshavarzi Arash	1.98	3.44	3.25
15	Bakhsheshi Hesam	2.00	3.41	3.23
16	Bazargarde Seyed Mehdi	2.00	3.60	3.50
19	Kamalvand Arash	2.01	3.45	3.25
平均		1.96	3.41	3.24
SD		0.07	0.16	0.15

**Poland - Team Composition**

No.	選手名	身長 (m)	Spike Jump(m)	Block Jump(m)
1	Nowakowski Piotr	2.05	3.55	3.40
2	Winiarski Michal	2.00	3.45	3.32
5	Zagumny Pawel	2.00	3.36	3.17
6	Kurek Bartosz	2.05	3.52	3.26
7	Jarosz Jakub	1.95	3.53	3.28
9	Bartman Zbigniew	1.98	3.52	3.20
10	Wisniewski Lukasz	1.98	3.45	3.23
13	Kubiak Michal	1.91	3.28	3.12
14	Ruciak Michal	1.89	3.36	3.05
15	Zygadlo Lukasz	2.00	3.37	3.25
L 16	Ignaczak Krzysztof	1.88	3.30	3.15
C 18	Mozdzonk Marcin	2.11	3.58	3.38
平均		1.98	3.44	3.23
SD		0.07	0.10	0.10

**Japan - Team Composition**

No.	選手名	身長 (m)	Spike Jump(m)	Block Jump(m)
2	ABE Yuta	1.91	3.42	3.20
L 3	NAGANO Takeshi	1.76	3.10	3.00
C 5	USAMI Daisuke	1.84	3.20	3.10
6	SUZUKI Yoshifumi	2.00	3.40	3.30
7	YAMAMOTO Takahiro	2.01	3.45	3.35
8	YOKOTA Kazuyoshi	1.94	3.45	3.25
11	MATSUMOTO Yoshihiko	1.93	3.40	3.30
12	YAMAMURA Kota	2.05	3.40	3.20
13	SHIMIZU Kunihiko	1.92	3.40	3.20
14	FUKUZAWA Tatsuya	1.89	3.55	3.45
15	YAKO Daisuke	1.93	3.55	3.30
16	ISHIJIMA Yusuke	1.97	3.45	3.35
18	YONEYAMA Yuta	1.85	3.40	3.20
平均		1.92	3.40	3.25
SD		0.08	0.12	0.12

**Serbia - Team Composition**

No.	選手名	身長 (m)	Spike Jump(m)	Block Jump(m)
1	Kovacevic Nikola	1.93	3.50	3.40
3	VEMIC Milos	2.02	3.38	3.20
5	Petkovic Vlado	1.98	3.25	3.18
6	Terzic Milos	2.02	3.40	3.20
7	Stankovic Dragan	2.05	3.43	3.33
10	Nikic Milos	1.94	3.50	3.30
11	Mitic Mihajlo	2.01	3.35	3.20
12	Rasic Milan	2.05	3.40	3.20
C 14	MILJKOVIC Ivan	2.06	3.54	3.33
16	Atanasijevic Aleksandar	2.00	3.50	3.29
17	Petrovic Borislav	2.01	3.50	3.30
18	Podrascanin Marko	2.03	3.43	3.26
L 19	Rosic Nikola	1.92	3.28	3.15
平均		2.00	3.42	3.26
SD		0.05	0.09	0.07

C=Captain, L=Libero

SpikeJump: スパイクジャンプ動作による最高到達距離

BlockJump: ブロックジャンプ動作による最高到達距離

※FIVB Volleyball World Cup Japan 2011 Media Guide より筆者が改変して引用

(<http://www.fivb.org/EN/volleyball/competitions/WorldCup/2011/MediaGuide/>, accessed 2012.2.20)

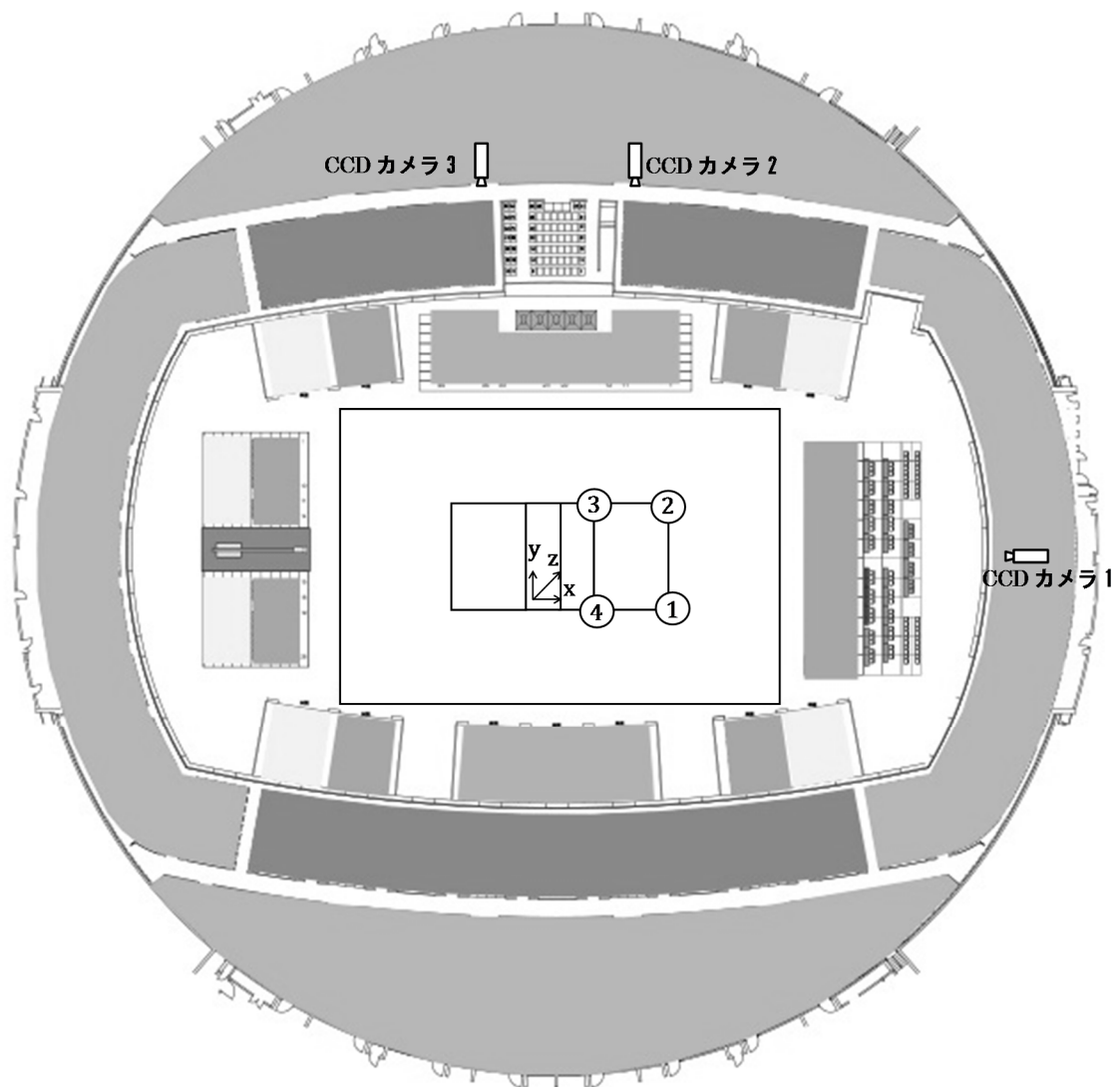


図 4-1 撮影場面におけるカメラ位置と較正器の位置

※①～④は較正器の位置を示している。反対側のコートにも同様に設置して、両方のコート进行分析できるようにした。

(画像は JVA のホームページから引用して筆者が改変した)



図 4-2 較正器（広島大学ものづくりプラザ作製）

高さ約 1.6m, 床面と最下部の白球との距離は, 80cm, 最上部の白球は 150cm である.  
台座は透明なアクリル板で, コートが見えるようになっている.



図 4-3 撮影装置

撮影で用いた CCD カメラ (Victor 社製 TK-C1381CCD) . 右側から伸びている S 端子ケーブル (上の青いケーブルが S 端子ケーブル, 下の黒いコードは AC 電源コード) で, DV カメラ (SONY 社製 DCR-TRV30) と接続している.

## 第2節 データの解析

撮影された VTR は、パーソナルコンピューターにキャプチャーし、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分類整理した。

非圧縮化された映像ファイルは、画像解析ソフト (ImageJ) によって手動でデジタル化して 2 次元座標を検出した。その後、Visual Basic による自作の分析プログラムを用いて、DLT 法 (Walton, 1979) により 3 次元座標および、各種測定項目を算出した。

### 1. DLT 係数の算出

Walton (1979) では、以下のような画面上の 2 次元座標 (U, V) と実空間上の 3 次元座標 (x, y, z) の関係式を示している (A~L は DLT 係数)。

$$U = \frac{Ax + By + Cz + D}{Ex + Fy + Gz + 1} \quad (1)$$

$$V = \frac{Hx + Jy + Kz + L}{Ex + Fy + Gz + 1} \quad (2)$$

式 (1), (2) を A から L までの係数について解くことで 11 個の未知数 (A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L) に対する連立 1 次方程式とみなすことができる。

この関係式 (1), (2) を 11 個の係数について解けば以下の式 (3), (4) が得られる。

$$Ax + By + Cz + D - EUx - FUy - GUz = U \quad (3)$$

$$Hx + Jy + Kz + L - EVx - FVy - GVz = V \quad (4)$$

式 (3), (4) は、11 個の未知数に対する連立方程式とみなせる。また、図 4-4 は、DLT 係数を求めるための行列表示である。既知の点 (較正点) が 6 個あれば、較正点 1 個につき 2 組、つまり 12 組の連立 1 次方程式が得られることにより (図 4-4 参照)、これらの未知数を決定できる。

本研究では、撮影範囲をカバーするようにバレーボールコート上に配置した 14 個の較正点を用いて、カメラごとに 11 個の DLT 係数を算出した。

### 2. DLT 法による 3 次元座標の算出

算出した 11 個の DLT 係数によって、分析画面上における座標を測定することでその実

$$\begin{pmatrix}
x_1 & y_1 & z_1 & 1 & -U_{1x_1} & -U_{1y_1} & -U_{1z_1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
x_2 & y_2 & z_2 & 1 & -U_{2x_2} & -U_{2y_2} & -U_{2z_2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
x_3 & y_3 & z_3 & 1 & -U_{3x_3} & -U_{3y_3} & -U_{3z_3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
x_4 & y_4 & z_4 & 1 & -U_{4x_4} & -U_{4y_4} & -U_{4z_4} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
x_5 & y_5 & z_5 & 1 & -U_{5x_5} & -U_{5y_5} & -U_{5z_5} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
x_6 & y_6 & z_6 & 1 & -U_{6x_6} & -U_{6y_6} & -U_{6z_6} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
0 & 0 & 0 & 0 & -V_{1x_1} & -V_{1y_1} & -V_{1z_1} & x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & -V_{2x_2} & -V_{2y_2} & -V_{2z_2} & x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & -V_{3x_3} & -V_{3y_3} & -V_{3z_3} & x_3 & y_3 & z_3 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & -V_{4x_4} & -V_{4y_4} & -V_{4z_4} & x_4 & y_4 & z_4 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & -V_{5x_5} & -V_{5y_5} & -V_{5z_5} & x_5 & y_5 & z_5 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & -V_{6x_6} & -V_{6y_6} & -V_{6z_6} & x_6 & y_6 & z_6 & 1 \\
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots
\end{pmatrix}
\begin{pmatrix}
A \\
B \\
C \\
D \\
E \\
F \\
G \\
H \\
J \\
K \\
L
\end{pmatrix}
=
\begin{pmatrix}
U_1 \\
U_2 \\
U_3 \\
U_4 \\
U_5 \\
U_6 \\
\vdots \\
V_1 \\
V_2 \\
V_3 \\
V_4 \\
V_5 \\
V_6 \\
\vdots
\end{pmatrix}$$

図 4-4 DLT 係数を求めるための行列表示 (Walton, 1979)

A~L は DLT 係数,  $x, y, z$  は実空間座標,  $U, V$  は画面上の 2 次元座標, 添え字は較正点の番号を示している.

空間座標を求めることができる。

式 (3), (4) を  $x, y, z$  について整理すれば, 以下の式 (5), (6) が得られる。

$$(A - EU)x + (B - FU)y + (C - GU)z = U - D \quad (5)$$

$$(H - EV)x + (J - FV)y + (K - GV)z = V - L \quad (6)$$

$U, V$  の 2 次元座標が 2 台のカメラから 2 組得られることで, 式 (5), (6) の  $x, y, z$  についての方程式が 4 組 (図 4-5 参照) 得られる。

すでに算出した DLT 係数と, エンドライン後方に設置した 1 台, 各コート of サイドライン後方に設置した 1 台による, コートごとの 2 台のカメラの 2 次元座標から実空間座標を算出した。

### 3. 座標変換

競技場面におけるバレーボール選手の運動を分析する場合, 選手はコート上の様々な位置から攻撃, 守備を遂行するため, 対象とする複数の試技を同一座標系で分析することは不可能である。分析対象とする試技の位置座標を統一し, 必要に応じて座標変換することで対象試技の運動面を統一できる。つまり, 分析対象試技を同一の座標系で分析することが可能となる。

本研究では, 座標変換をする場合, 分析対象選手の左肩から右肩方向へのベクトルとネットがなす角度をベクトルの内積を利用した式 (7) によって求めた。その後, 求めた角度を式 (8) に代入し, 座標軸を回転させることで位置座標を算出した。

$$\theta = \arccos \frac{X_a X_b + Y_a Y_b}{\sqrt{(X_a^2 + Y_a^2)(X_b^2 + Y_b^2)}} \quad (7)$$

$\theta$  :  $\vec{a}$  と  $\vec{b}$  のなす角度

$X_a, Y_a$  :  $a$  の X, Y 成分

$X_b, Y_b$  :  $b$  の X, Y 成分

$$\begin{aligned} X' &= X \times \cos \theta + Y \times \sin \theta \\ Y' &= -X \times \sin \theta + Y \times \cos \theta \end{aligned} \quad (8)$$

$X', Y'$  : 座標軸回転後の座標

$X, Y$  : 座標軸回転前の座標

$\theta$  : 座標軸を回転する角度



$$\begin{pmatrix} (A^1 - E^1 U^1) & (B^1 - F^1 U^1) & (C^1 - G^1 U^1) \\ (H^1 - E^1 V^1) & (J^1 - F^1 V^1) & (K^1 - G^1 V^1) \\ (A^2 - E^2 U^2) & (B^2 - F^2 U^2) & (C^2 - G^2 U^2) \\ (H^2 - E^2 V^2) & (J^2 - F^2 V^2) & (K^2 - G^2 V^2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (U^1 - D^1) \\ (V^1 - L^1) \\ (U^2 - D^2) \\ (V^2 - L^2) \end{pmatrix}$$

図 4-5 3次元座標(実空間座標)を求めるための行列表示 (Walton, 1979)

A~L は DLT 係数, x, y, z は実空間座標, U, V は画面上の 2次元座標, 添え字はカメラの番号を示している.

## 第5章 一流チームの守備隊形

### 第1節 研究の背景と目的

バレーボールの守備戦術は、攻撃戦術の進化に伴って変化してきた。アメリカ男子チームが開発したリードブロックシステムは、世界のトップレベルチームに標準装備されることで、攻撃戦術をさらに進化させることとなってきた。

近年のトップレベルチームの攻撃では、セッターの手からボールが離れて約1秒以内にスパイカーが打撃するテンポの早い4人攻撃(4人のスパイカーによるコンビネーション攻撃)が主流となっている。それに対峙する守備は、バンチリードブロックを基本とした守備戦術が用いられており、対戦チームの情報収集を行うことで、ゲーム状況に応じてクイック攻撃にコミットブロックをしたり、ブロッカーやレシーバーの配置を変えたりすることで対応している。

守備側選手の配置、つまり守備隊形について定量的に調べたこれまでの研究では、トップレベルチームを対象としたもの(勝本, 1989; 佐賀野ら, 1998)、大学生チームを対象としたもの(勝本, 1987; 吉田・吉田, 2001)、高校生チームを対象としたもの(勝本, 1988)が報告されている。しかし、現在トップレベルチームで主流となっている4人攻撃を対象とした定量的研究は、佐賀野らの研究以外はみあたらない。

佐賀野ら(1998)は、FIVBワールドカップ1995男子大会におけるイタリア対日本戦を対象としてレフトサイド攻撃に対する守備システムを調べるために2次元DLT法を用いた映像分析を行い、イタリアチームと日本チームを比較している。その結果、後衛の守備位置について、スパイクレシーブの構え時点において日本チームではばらつきが大きかった。スパイク打撃時点において、イタリアチームでは構え時より全体的に後退しており、後衛ライトは右寄り、後衛センターおよび後衛レフトは左寄りに移動しており、日本チームにも同様の傾向が認められた。ただし、日本チームの後衛センター位置については、ばらつきが大きかったと報告している。しかし、ブロッカーの位置は測定されておらず、対象チーム数も少ない。

そこで本研究では、FIVBが主催する国際大会競技中の男子一流チームを対象として、コンビ攻撃および2段トスからの攻撃に対する守備隊形を調べることを目的とする。

## 第2節 研究方法

### 1. 分析対象

FIVB ワールドカップバレーボール 2011 男子大阪大会（2011 年 11 月 24, 25 日；大阪市中央体育館）における全 6 試合（アルゼンチン対キューバ，ポーランド対イラン，セルビア対日本，イラン対アルゼンチン，キューバ対セルビア，日本対ポーランド）27 セットを分析対象とした。

### 2. 分析試技の決定

試合会場で撮影したビデオを，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）が観察し全試技を評価した。この内，スパイカーの強打に対して打球がブロッカーに接触せずレシーバーがボールに触れた 200 試技を分析試技として選択した。

### 3. 試合の撮影

試合の撮影は，3 台の CCD カメラ（Victor 社製 TK-C1381）をエンドライン後方および，各コートのサイドライン後方の 2 階通路に三脚で設置したものを床面に固定した。CCD カメラは，それぞれ S 端子ケーブルで DV カメラ（SONY 社製 DCR-TRV30）に接続したものを使用した。撮影範囲は全てのカメラにおいてコート横幅 9m が映るように設定し，試合開始から終了まで毎秒 30 コマ，シャッタースピード 1/500 秒で撮影した。

較正点は試合に先だって撮影し，バレーボールコート床面の 8 ヶ所に設置した較正器およびネット白帯，ネットとアンテナの交点，バレーボールコート床面のセンターラインとサイドラインの交点を使用した（Walton, 1979）。

### 4. データの解析

3 台のカメラから得られた画像は，パーソナルコンピューターにキャプチャーし動画編集ソフト（VirtualDub）を用いてインターレース解除，フレームの倍加（毎秒 30 コマから毎秒 60 コマ），画像ファイルの非圧縮化を行って分析試技の各画像を整理した。

得られた画像は，画像解析ソフト（ImageJ）を用いて手動によるデジタイズを行い，測定項目の 2 次元座標を得た。その後，Visual Basic による自作の分析プログラムを用いて

DLT法 (Walton, 1979) により 3次元座標を算出しデータの解析を行った。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~0.008m, Y方向(センターライン方向)が 0.008m~0.018m, Z方向(鉛直方向)が 0.006m~0.008m であった。

## 5. 各種測定項目と算出方法

### (1) レシーブ技能の評価

強打による攻撃が仕掛けられた回数 (994 回) の内、ブロックに接触しなかった打球を守備した回数 (守備総数 : 477 回) に対して遂行されたレシーブ技能を評価し分類整理した。

技能評価については、打球がブロッカーにもレシーバーにも接触せず直接コートに落ちた回数 (SPK 決定), 打球がアウトになった回数 (SPK ミス), レシーブが成功し相手コートへ返球した回数 (レシーブ成功), レシーブしたが相手コートへ直接返球しラリーが継続した回数 (レシーブ返球), 触球したがラリーが継続せず相手コートへ返球できなかった回数 (レシーブ失点), として分類整理した。

### (2) 運動成果について

#### ① 攻撃時間

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

#### ② 守備隊形

トスインパクト時およびスパイク打撃時における守備隊形を特定するために、トスインパクト時およびスパイク打撃時における各選手の位置として、レフトサイドラインとセンターラインの交点を原点として各選手の左右腰関節中心の midpoint 座標の 3次元位置を求めた。

## 第3節 結果

### 1. レシーブ技能評価

表 5-1 は、レシーブ技能評価をまとめたものである。分析対象の試合 27 セット中、強打攻撃の回数は、サーブレシーブからの攻撃が 665 回、ラリーからの攻撃が 329 回の合計 994 回であった。この内、ブロックに接触しなかった打球を守備した回数は 477 回（守備総数）であった。そして、この 477 回の内、レシーバーが触球せず直接コートにボールが落ちたものが 224 回、スパイクがアウトになったものが 53 回、レシーブ成功が 69 回、レシーブをしたが相手コートへ直接返球したものが 9 回（レシーブ返球）、レシーバーが触球したがラリーが継続せず相手コートへ返球できなかったものが 122 回（レシーブ失点）であった。

ブロッカーにもレシーバーにも接触せず直接コートにボールがスパイクされた強打は、224 回であり、強打を守備した回数（477）の 47% を占める。また、レシーバーが触球するがラリー継続できずに失点した回数（122）は 26% であり、レシーブ成功するのは実に全体の 14% に過ぎない。これは、男子トップレベルの場合、速度の速い打球をレシーブすること自体が困難であることを示唆している。

### 2. 分析試技の特徴

表 5-2 は、分析対象とした 200 試技の攻撃種類、攻撃時間を示している。4 人コンビ攻撃（3 人コンビを含む）が 162 回、2 段トスからの攻撃が 38 回となっていた。4 人コンビ攻撃における攻撃時間は、攻撃時間の短い順に、クイック攻撃（ $0.382 \pm 0.066$  秒）、パイプ攻撃（ $0.793 \pm 0.081$  秒）、ライトサイド攻撃（ $0.923 \pm 0.139$  秒）、レフトサイド攻撃（ $1.002 \pm 0.153$  秒）、ライトバックアタック攻撃（ $1.052 \pm 0.120$  秒）となっており、全ての攻撃がほぼ 1 秒以内にしかけられていた。最も攻撃時間が短かったものはクイック攻撃の 0.267 秒であった。

本研究で対象とした分析試技は、クイック攻撃を除く他の攻撃では金の報告（1996, 2000）より攻撃時間が短くなっていたことから、セッターがトスをしてスパイカーが打撃するまで、より早いタイミングで攻撃が仕掛けられていたことがわかる。

一方、2 段トスからの攻撃では、レフトサイド攻撃で  $1.381 \pm 0.194$  秒、ライトサイド攻撃で  $1.530 \pm 0.255$  秒、ライトバックアタック攻撃で  $1.531 \pm 0.339$  秒となっており、2 段トスによるセンターからの攻撃は認められなかった。

表 5-1 レシーブ技能評価

攻撃総数	守備総数	レシーブ数(200)		
		レシーブ成功	レシーブ返球	レシーブ失点
994	477	69	9	122

※ ( ) 内は、レシーブ成功、レシーブ返球、レシーブ失点回数の合計

攻撃総数：強打による攻撃が仕掛けられた回数

守備総数：強打がブロックに接触せず飛来した打球の回数で、スパイクがブロッカー、レシーバーに触球せずに直接コートに決定、スパイクアウトを除いた、レシーブ数の合計

レシーブ数：レシーバーがボールに接触した（レシーブ成功、レシーブ返球、レシーブ失点）回数

レシーブ成功：ブロックワンタッチ無、レシーブが成功し相手コートへ返球した回数

レシーブ返球：レシーブしたが相手コートへ直接返球しラリー継続した回数

レシーブ失点：ブロックワンタッチ無、レシーブしたがラリーが継続せず返球できなかった回数

表 5-2 分析試技の特徴

	攻撃種類	攻撃時間 (sec)	試技数
コンビ攻撃	レフトサイド	1.002±0.153	55
	クイック	0.382±0.066	30
	パイプ	0.793±0.081	23
	ライトサイド	0.923±0.139	20
	ライトバックアタック	1.052±0.120	34
2段トスからの攻撃	レフトサイド	1.381±0.194	15
	ライトサイド	1.530±0.255	10
	ライトバックアタック	1.531±0.339	13

コンビ攻撃：4人のスパイカーによるコンビネーション攻撃（3人の場合も含む）

2段トスからの攻撃：セッターが定位置から外れた地点から、レフトサイド、またはライトサイドへのトスによる攻撃

攻撃時間：セッタートスリリース時からスパイカー打撃時までの時間

### 3. 守備隊形

図 5-1～図 5-6 は、トスインパクト時（左図）およびスパイカー打撃時（右図）における守備隊形を示している。それぞれの図における原点は、守備側コートにおけるレフトサイドラインとセンターラインの交点、◇印はフロントレフト、+印はフロントセンター、×印はフロントライト、○印はバックレフト、△印はバックセンター、□印はバックライトの選手位置を表している。なお、十字の印は平均値±1 標準偏差である。また、表 5-3 および表 5-4 は、トスインパクト時およびスパイカー打撃時における各選手の位置に関する測定項目をまとめたものである。

まず、トスインパクト時における守備隊形についてみると、コンビ攻撃、2 段トスからの攻撃、またレフト、センター、ライトに関わらず、どの攻撃状況においても隊形に大きな違いは認められなかった。

次に、スパイカー打撃時における守備隊形についてみていくと、コンビ攻撃におけるセンター攻撃（図 5-1）では、トスインパクト時からスパイカー打撃時において隊形の変化はほとんど認められなかった。前衛ブロッカーは 3 人ともサイドライン方向に平均で 1m 以内に位置しており、スパイカー打撃時に両サイドの 2 人がアンテナ方向にわずかに移動したにすぎない。後衛レシーバーは 3 人ともサイドライン方向に平均で 5m～6.6m の間に位置しており、両サイドの 2 人はサイドライン方向に平均で 5m～5.30m、最もエンドラインに近い後衛センターが平均で 6.53m～6.58m に位置していた。

クイックとパイプによるセンター攻撃は、攻撃時間が極めて短い（表 5-2）。そのため、クイック攻撃であれば、前衛センターブロッカーが対応するしか術はなく、前衛両サイドのブロッカーがブロック参加することは物理的に困難である。その時（前衛両サイドのブロッカーはブロックもレシーブもできないゲーム状況）は、「1-3」という守備隊形を敷くこととなる。かろうじて、パイプ攻撃の場合において、両サイドのブロッカーがブロック参加可能となれば、「3-3」の守備隊形を敷くことができるだろう。

コンビ攻撃におけるレフトサイド攻撃（図 5-2）では、スパイカーが打撃してくるエリア（図のセンターライン方向軸の右上）に前衛ライトおよび前衛センターブロッカー 2 人、後衛 3 人にブロック参加しない前衛レフトを合わせた 4 人のレシーブである「2-4」という守備隊形を敷いている。

前衛の守備配置をみると、センターライン方向に前衛ライトが平均で 8.08m、前衛センターが平均で 5.79m に位置しているが、前衛センターのばらつきは大きい。また前衛レフトはサイドライン方向に平均で 1.72m、センターライン方向に平均で 2.35m に位置しており、レシーブに加わるためにトスインパクト時の位置から斜め左後方へ移動していたが大半の試技ではアタックラインとセンターラインの間に位置していた。後衛の守備配置については、後衛レフトが右斜め前へ、後衛センターは左斜め後ろへ、後衛ライトが右斜め後ろへ移動していた。後衛レフトがサイドライン方向に平均で 4.76m、センターライン



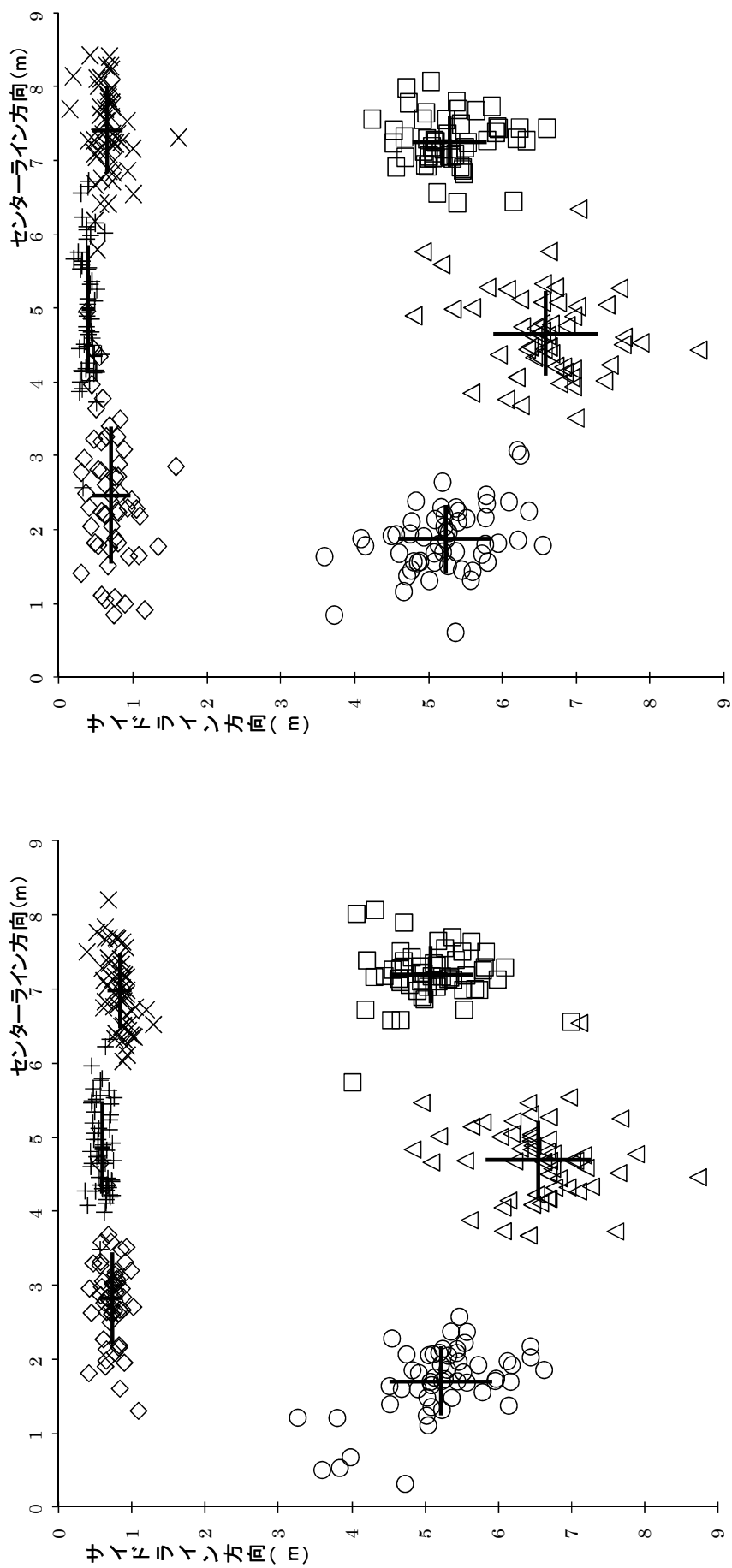


図 5-1 コンビ攻撃からのセンター攻撃に対するトスインパクト時および打撃時における守備隊形 (53 試技)

左図はトスインパクト時、右図は打撃時。原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。○印はバックセンター、□印はバックレフト、◇印はフロントレフト、+印はフロントセンター、×印はフロントライトの選手位置を表している。十字の印は平均値±1 標準偏差を示す。

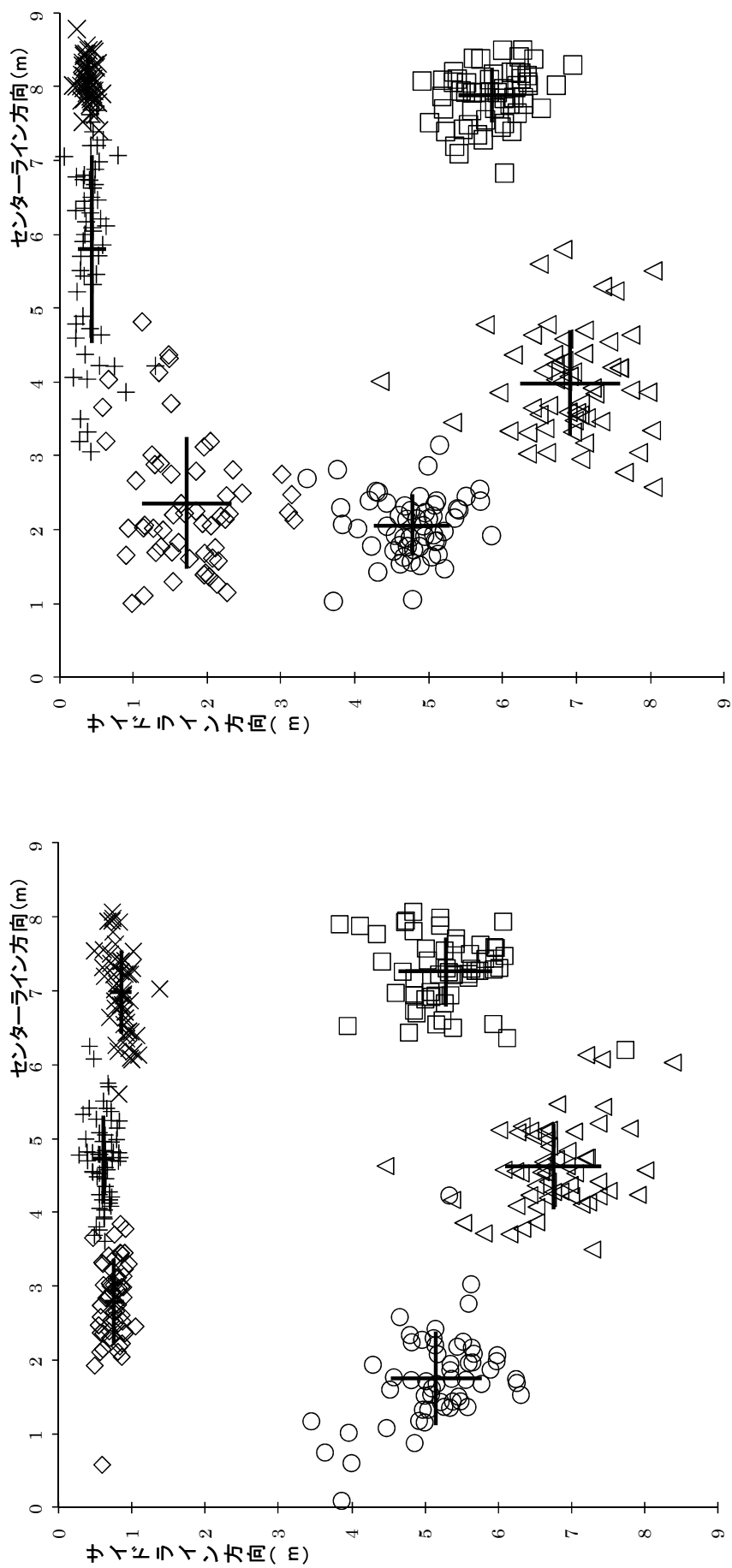


図 5-2 コンビ攻撃からのレフトサイド攻撃に対するトスインパクト時および打撃時における守備隊形 (55 試技)

左図はトスインパクト時、右図は打撃時、原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。○印はバックセンター、□印はバックレフト、△印はフロントレフト、×印はフロントセンター、+印はフロントレフトの選手位置を表している。十字の印は平均値±1 標準偏差を示す。

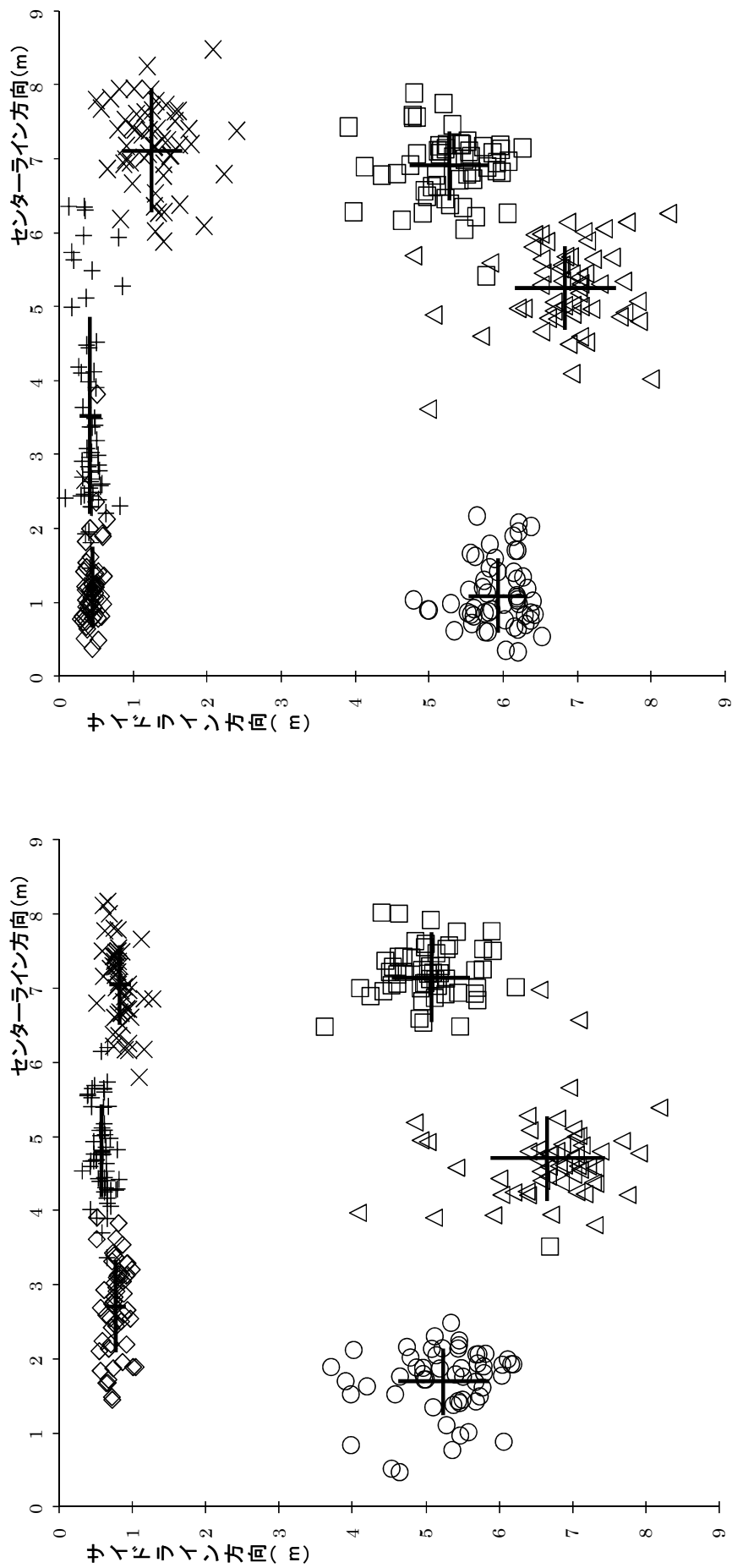


図 5-3 コンビ攻撃からのライトサイド攻撃に対するトスインパクト時および打撃時における守備隊形 (54 試技)

左図はトスインパクト時，右図は打撃時．原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である．○印はバックセンター，□印はバックライト，◇印はフロントレフト，+印はフロントセンター，×印はフロントレフトの選手位置を表している．十字の印は平均値±1標準偏差を示す．

表5-3 セッタートースインパクト時における各選手の位置に関する測定項目のまとめ

	フロントレフト		フロントセンター		フロントライト		バックレフト		バックセンター		バックライト	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
コンビ攻撃												
レフト攻撃	0.75±0.13	2.79±0.57	0.60±0.13	4.71±0.59	0.85±0.15	6.97±0.57	5.14±0.62	1.74±0.63	6.74±0.66	4.61±0.58	5.27±0.64	7.25±0.47
センター攻撃	0.72±0.15	2.82±0.62	0.59±0.11	4.85±0.63	0.82±0.16	6.98±0.51	5.20±0.70	1.69±0.47	6.53±0.72	4.69±0.53	5.07±0.57	7.18±0.38
ライト攻撃	0.77±0.13	2.70±0.63	0.58±0.11	4.80±0.63	0.82±0.15	7.04±0.54	5.23±0.62	1.68±0.45	6.65±0.78	4.70±0.57	5.06±0.54	7.14±0.61
全体	0.75±0.13	2.77±0.60	0.59±0.12	4.79±0.62	0.83±0.15	7.00±0.54	5.19±0.64	1.71±0.52	6.64±0.72	4.66±0.56	5.14±0.59	7.19±0.50
2段トスからの攻撃												
レフト攻撃	0.83±0.12	2.73±0.73	0.77±0.13	4.92±0.60	0.98±0.38	6.94±0.56	5.41±0.80	1.67±0.72	7.08±0.50	4.33±0.59	5.62±0.53	7.15±0.48
ライト攻撃	0.91±0.30	2.69±1.43	0.82±0.23	5.09±1.00	0.96±0.25	7.06±0.89	5.31±1.14	2.12±0.64	6.23±1.57	4.43±0.81	4.86±0.96	7.19±0.64
全体	0.88±0.24	2.70±1.19	0.80±0.20	5.02±0.86	0.97±0.30	7.01±0.77	5.35±1.01	1.94±0.70	6.57±1.32	4.39±0.73	5.16±0.89	7.17±0.57

(m)

コンビ攻撃：4人のスパイカーによるコンビネーション攻撃（3人の場合も含む）。センター攻撃は、クイック攻撃、パイプ攻撃を合わせたもの。ライト攻撃は、ライトバックアタックを含む。  
2段トスからの攻撃：セッターが定位置から外れた地点から、レフトサイドまたはライトサイドへの高いトスによる攻撃。ライト攻撃は、バックアタックを含む。

表5-4 スパイカー打撃時における各選手の位置に関する測定項目のまとめ

	フロントレフト		フロントセンター		フロントライト		バックレフト		バックセンター		バックライト	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
レフト攻撃	1.72±0.61	2.35±0.89	0.43±0.19	5.79±1.27	0.39±0.09	8.08±0.28	4.76±0.51	2.05±0.42	6.91±0.68	3.98±0.72	5.85±0.45	7.87±0.37
センター攻撃	0.70±0.26	2.46±0.93	0.38±0.08	4.97±0.87	0.65±0.21	7.40±0.59	5.22±0.63	1.86±0.46	6.58±0.71	4.65±0.57	5.28±0.50	7.24±0.35
ライト攻撃	0.43±0.08	1.19±0.55	0.41±0.15	3.52±1.34	1.25±0.41	7.10±0.84	5.92±0.40	1.08±0.50	6.83±0.68	5.24±0.57	5.26±0.53	6.89±0.46
全体	0.96±0.68	2.00±0.99	0.41±0.15	4.77±1.51	0.76±0.45	7.53±0.74	5.30±0.70	1.66±0.62	6.77±0.70	4.62±0.81	5.47±0.56	7.34±0.56
レフトからの攻撃	2.16±0.97	3.33±1.76	0.44±0.09	7.07±0.50	0.43±0.08	7.89±0.51	5.11±0.56	1.60±0.38	8.09±0.65	3.76±0.74	6.11±0.55	7.90±0.31
ライトからの攻撃	0.62±0.60	1.45±0.72	0.43±0.16	2.82±1.58	1.31±0.92	5.68±1.80	6.27±0.82	1.08±0.46	7.76±0.67	5.37±0.85	5.51±0.69	7.12±0.30
全体	1.23±1.07	2.19±1.53	0.43±0.13	4.50±2.45	0.96±0.84	6.55±1.79	5.81±0.92	1.28±0.50	7.89±0.67	4.74±1.13	5.75±0.70	7.43±0.49

(m)

コンビ攻撃：4人のスパイカーによるコンビネーション攻撃（3人の場合も含む）。センター攻撃は、クイック攻撃、パイプ攻撃を合わせたもの。ライト攻撃は、ライトバックアタックを含む。  
2段トスからの攻撃：セッターが定位置から外れた地点から、レフトサイドまたはライトサイドへの高いトスによる攻撃。ライト攻撃は、バックアタックを含む。

方向に平均で 2.05m, 後衛ライトがサイドライン方向に平均で 5.85m, センターライン方向に平均で 7.87m, 最もエンドラインに近い後衛センターが平均で 6.91m, センターライン方向に平均で 3.98m に位置していた。

佐賀野ら (1998) で取り上げたイタリアチームと比較すると, セッタートスインパクト時では, 後衛 3 選手の位置に大きな違いは認められない。打撃時では, 後衛レフトの位置取りは大きな違いは認められないが, 後衛センター, 後衛ライトおよび, 守備参加した前衛レフトの位置取りについては, 佐賀野ら (1998) の結果と異なっていた。その理由としては, 対戦相手の日本チームのレフトサイド攻撃の攻撃時間が平均で 1.09 秒であり, 本研究の攻撃時間が平均 1.002 秒で佐賀野らよりも短いため, センターブロッカーに移動時間の余裕を与えず, ブロックが 2 人揃いにくい状況となり, それが後衛選手の位置取りにも影響していると考えられる。

コンビ攻撃におけるライトサイド攻撃 (図 5-3) では, スパイカーが打撃してくるエリア (図のセンターライン方向軸の左上) に前衛レフトおよび前衛センターブロッカー 2 人, 後衛 3 人にブロック参加しない前衛ライトを合わせた 4 人のレシーブである「2-4」という守備隊形を敷いており, レフトサイド攻撃の守備隊形と左右対称となっていた。

前衛の守備配置をみると, センターライン方向に前衛レフトが平均で 1.19m, 前衛センターが平均で 3.52m に位置しているが, レフトサイド攻撃の場合と同様に前衛センターのばらつきは大きい。また, 前衛ライトは, サイドライン方向に平均で 1.25m センターライン方向に平均で 7.10m に位置しており, レシーブに加わるためにトスインパクト時の位置から斜め右後方へ移動しており, 全ての試技でアタックラインとセンターラインの間に位置していた。後衛の守備配置については, 後衛レフトが左斜め後ろへ, 後衛センターは右斜め後ろへ, 後衛ライトが右斜め後ろへ移動していた。

後衛レフトがサイドライン方向に平均で 5.92m, センターライン方向に平均で 1.08m, 後衛ライトがサイドライン方向に平均で 5.26m, センターライン方向に平均で 6.89m, 最もエンドラインに近い後衛センターが平均で 6.83m, センターライン方向に平均で 5.24m に位置していた。

図 5-4 は, コンビ攻撃 (162 試技) における守備隊形 (図 5-1~図 5-3) を重ねて示したものである。

指導書における守備隊形の説明では, 攻撃位置が変われば, 守備隊形は攻撃に合わせて変化させるというのが一般的である。ところが, 後衛 3 選手の守備位置をみると, どこからの攻撃であっても, 後衛センターの守備位置を頂点とする逆三角形を形成するような隊形となっていた。男子トップレベルチームの場合では, コンビ攻撃の攻撃時間が短く, 後衛 3 選手は時間的な制約がある。そのため, 後衛 3 選手の守備隊形は, どこからの攻撃であっても, コンビ攻撃に対する守備隊形では, トス時以降大きく位置取りを変えることができなかつたと考えられる。

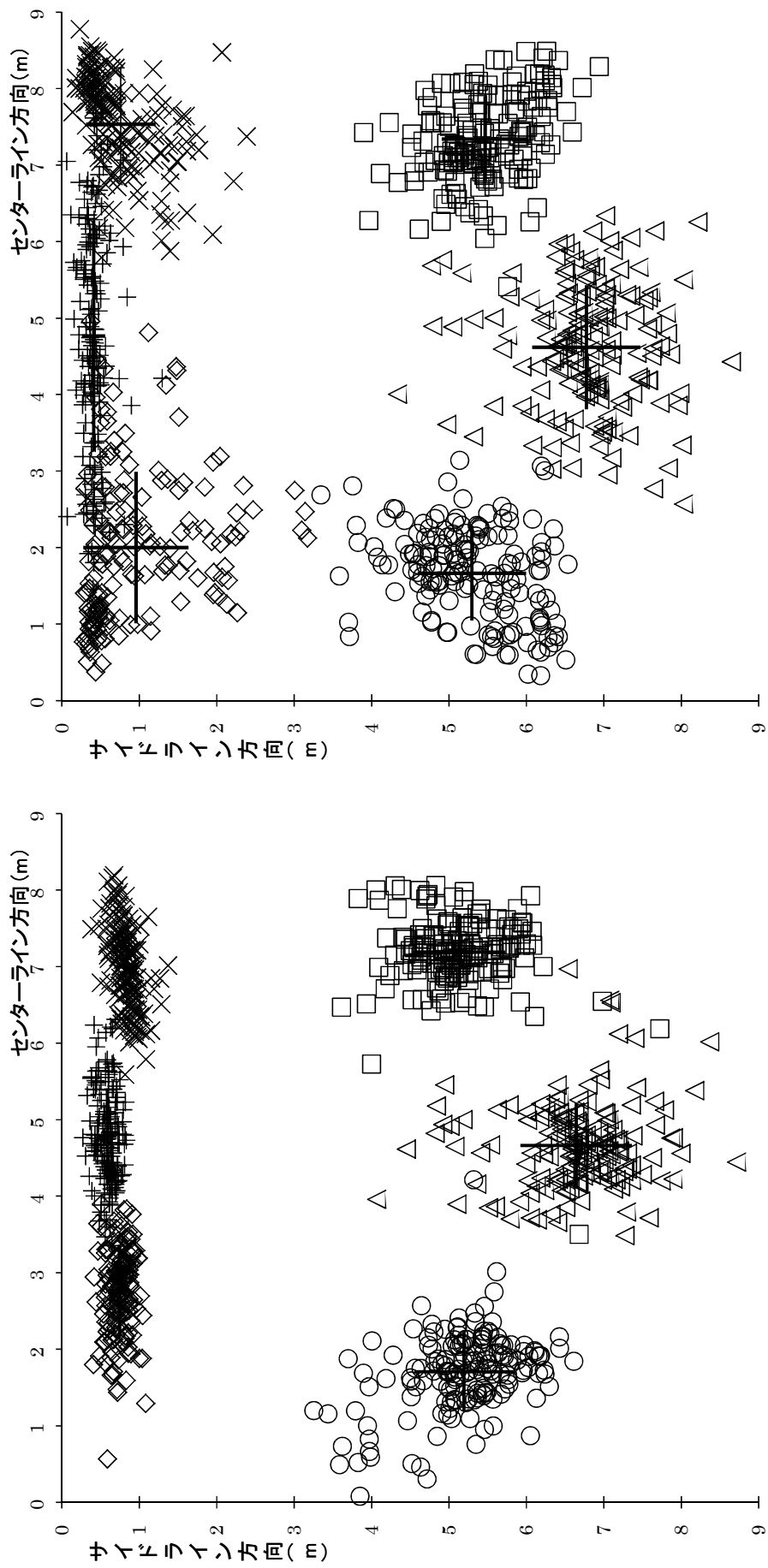


図 5-4 全てのコンビ攻撃に対するトスインパクト時および打撃時における守備隊形 (162 試技)

左図はトスインパクト時、右図は打撃時。原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。〇印はバックレフト、△印はバックセンター、□印はバックライト、◇印はフロントレフト、+印はフロントセンター、×印はフロントライトの選手位置を表している。十字の印は平均値±1 標準偏差を示す。

一方、2 段トスからの攻撃に対する守備隊形（図 5-5、図 5-6）について、先述したようにトスインパクト時の隊形については、コンビ攻撃におけるトスインパクト時の隊形よりばらつきは大きいものの平均で見るとほとんど変わらない。打撃時におけるレフトサイド攻撃（図 5-5）をみてみると、スパイカーが打撃してくるエリア（図のセンターライン方向軸の右上）に前衛ライトおよび前衛センターブロッカー2 人、後衛 3 人にブロック参加しない前衛レフトを合わせた 4 人のレシーブである「2-4」という守備隊形を敷いていた。ゲーム状況によっては、前衛レフトがブロックに参加し、「3-3」という守備隊形になる場合も認められる。

前衛の守備配置をみてみると、センターライン方向に前衛ライトが平均で 7.89m、前衛センターが平均で 7.07m に位置しており、コンビ攻撃におけるレフトサイド攻撃と比べて前衛 2 人ブロックがそろっていることがわかる。また、前衛レフトはサイドライン方向に平均で 2.16m、センターライン方向に平均で 3.33m に位置しており、ばらつきは大きい。これは、2 段トスからの攻撃がコンビ攻撃に比べて攻撃時間が長く、前衛レフトがブロック参加する場合とレシーブ参加する場合が混在しているためである。

後衛の守備配置については、後衛レフトが左斜め前へ、後衛センターは左斜め後ろへ、後衛ライトが右斜め後ろへ移動しており、コンビ攻撃に比べて後衛 3 人もやや後方に位置していた。後衛レフトがサイドライン方向に平均で 5.11m、センターライン方向に平均で 1.60m、後衛ライトがサイドライン方向に平均で 6.11m、センターライン方向に平均で 7.90m、最もエンドラインに近い後衛センターがサイドライン方向に平均で 8.09m、センターライン方向に平均で 3.76m に位置していた。

次に、打撃時におけるライトサイド攻撃（図 5-6）をみてみると、スパイカーが打撃してくるエリア（図のセンターライン方向軸の左上）に前衛レフトおよび前衛センターブロッカー2 人、後衛 3 人にブロック参加しない前衛ライトを合わせた 4 人のレシーブである「2-4」という守備隊形を敷いていた。ゲーム状況によっては、前衛ライトがブロックに参加し、レフトサイド攻撃の場合と同様に「3-3」という守備隊形になる場合も認められる。

前衛の守備配置をみてみると、センターライン方向に前衛レフトが平均で 1.45m、前衛センターが平均で 2.82m に位置しており、2 段トスからのレフトサイド攻撃の場合と同様にコンビ攻撃におけるライトサイド攻撃と比べて大半の試技では前衛 2 人ブロックがそろっている。また、前衛ライトは、サイドライン方向に平均で 1.31m、センターライン方向に平均で 5.68m に位置しており、ばらつきが大きい。これについても、レフトサイド攻撃の場合と同様に、前衛ライトがブロック参加する場合とレシーブ参加する場合が混在しているためばらつきが大きくなっている。

後衛の守備配置については、後衛レフトが左斜め後ろへ、後衛センターは右斜め後ろへ、後衛ライトが右斜め後ろへ移動していた。後衛レフトがサイドライン方向に平均で 6.27m、センターライン方向に平均で 1.08m、後衛ライトがサイドライン方向に平均で 5.51m、センターライン方向に平均で 7.12m、後衛センターが平均で 7.76m、センターライン方向に



平均で 5.37m に位置しており，全ての攻撃種類の中で，最もエンドラインに近い守備位置となっていた。

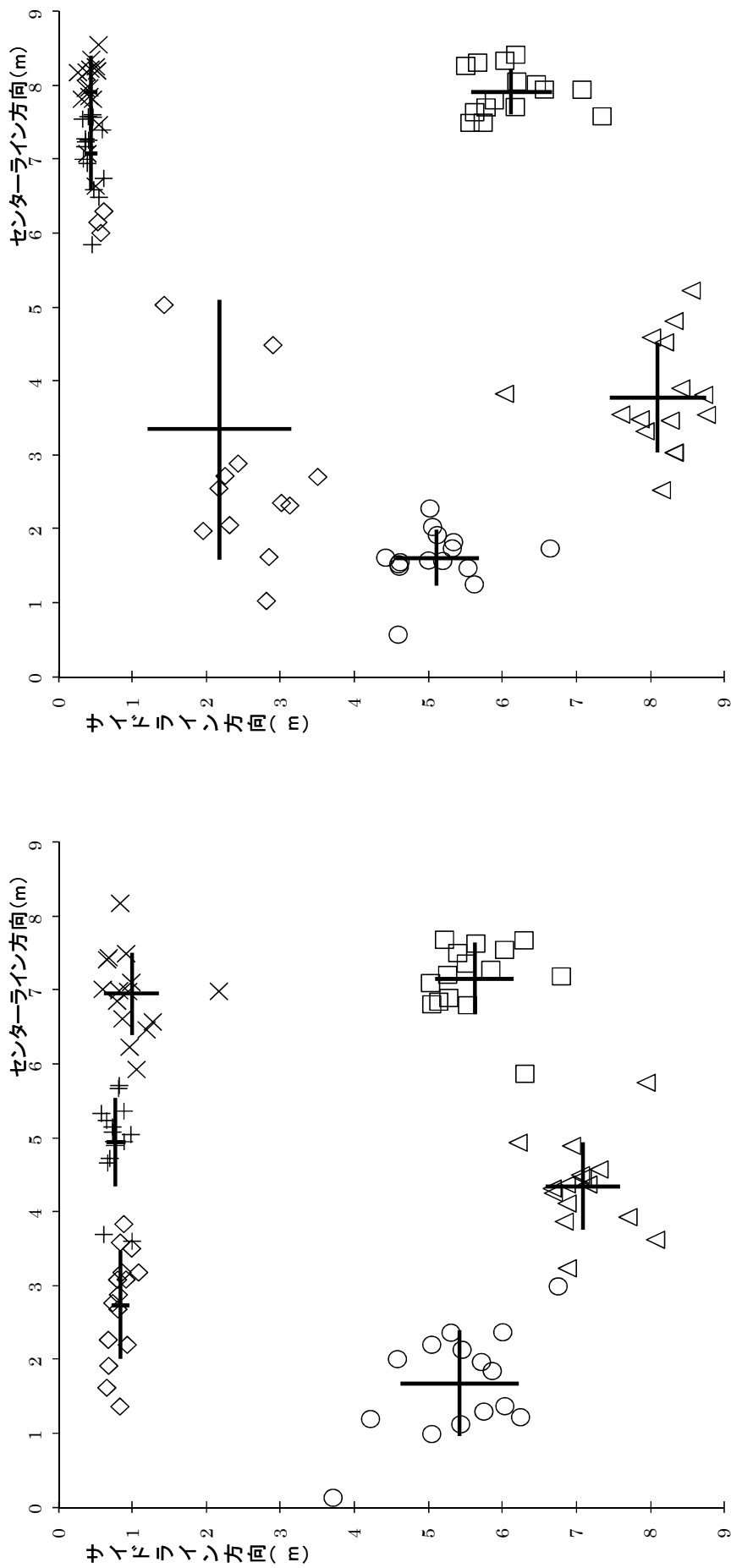


図 5-5 2 段トスからのレフト攻撃に対するトスインパクト時および打撃時における守備隊形 (15 試技)

左図はトスインパクト時, 右図は打撃時, 原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である. ○印はバックセンター, □印はバックライト, ◇印はフロントレフト, +印はフロントセンター, ×印はフロントライトの選手位置を表している. 十字の印は平均値±1 標準偏差を示す.

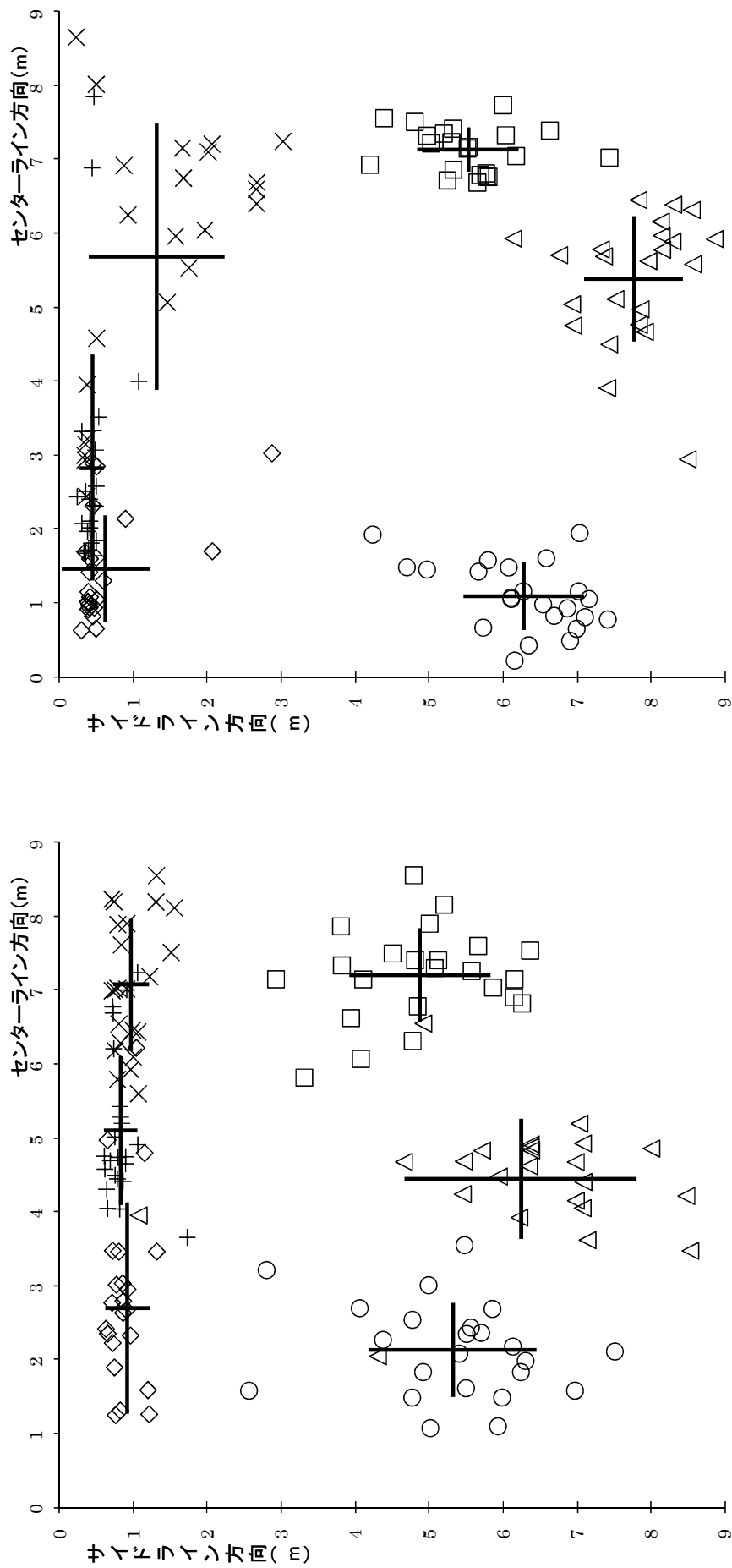


図 5-6 2 段トスからのライト攻撃に対するトスインパクト時および打撃時における守備隊形 (23 試技)

左図はトスインパクト時、右図は打撃時、原図は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。○印はバックレフト、△印はバックセンター、□印はバックライト、◇印はフロントセンター、×印はフロントレフト、+印はフロントレフトの選手位置を表している。十字の印は平均値±1 標準偏差を示す。

## 第4節 考察

### 1. 攻撃時間の短縮

国際大会競技中における男子トップレベルチーム（イタリア、キューバ、ブラジル）の攻撃時間を調べた金（1996, 2000）によれば、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。レフトサイド攻撃が平均1.126秒、ライトサイド攻撃が1.063秒、パイプ攻撃が平均0.880秒、ライトバックアタックが平均1.130秒と報告されている。また、FIVB世界選手権2006男子大会のブラジル対イタリアの攻撃時間を調べた橋原ら（2009）によれば、大会で優勝したブラジルチームではクイック攻撃が平均0.431秒、レフトサイド攻撃が平均0.893秒、ライトサイド攻撃が0.900秒、パイプ攻撃が平均で0.754秒であった。一方、イタリアチームのクイック攻撃が平均で0.430秒、レフトサイド攻撃が平均で1.011秒、ライトサイド攻撃が0.981秒、パイプ攻撃が平均で0.909秒と報告されている。本研究で得られた結果も、攻撃時間を平均値でみると、全ての攻撃がほぼ1秒以内にしかけられていた。

このように、1990年代以降、トップレベルチームでは、クイック攻撃を除いた他のスパイクの攻撃時間が経時的に短くなってきている。トップレベルチームにおけるサイド攻撃の攻撃時間が短くなってきていることは、センターブロッカーのみならず、コート中央寄りに配置されたサイドブロッカーもサイド攻撃への適切なブロック参加を難しくするため、相手ブロッカーにプレッシャーを与えブロッカーの位置取りを混乱させることが示唆される。

### 2. コンビ攻撃に対する守備隊形

セッターのトスインパクト時における守備隊形について、コンビ攻撃に対する場合、どの攻撃状況においても隊形に大きな違いは認められなかった。

打撃時におけるセンター攻撃の打撃時における守備隊形については、ブロッカー1人・レシーバー3人（1-3型）あるいは、ブロッカー3人・レシーバー3人（3-3型）となっていた。レフトサイド・ライトサイド攻撃に対する守備隊形については、ブロッカー2人・レシーバー4人（2-4型）、しかし、サイド攻撃では、前衛センターブロッカーのばらつきが大きく、ブロックが2人揃わないこと度々あることがわかる。また、ブロックに参加しない前衛選手が、クロス方向の打球に対応するためアタックライン付近まで後方へ移動することは、攻撃時間が短いため困難である。

後衛選手の移動方向についてポジションごとにみると、レフトサイド攻撃の場合、

後衛レフトでは右斜め前，後衛センターでは左，後衛ライトでは右斜め後ろ，またライトサイド攻撃の場合，それぞれ，左斜め後ろ，右，後ろとなっていた．また，ブロックに参加しない前衛選手については，レフトサイド攻撃の場合，前衛レフトは左斜め後ろ，ライトサイド攻撃の場合，前衛ライトは右斜め後ろとなっていた．

指導書によれば，4人攻撃が早いテンポで仕掛けられるようになる以前には，マン・アップ，マン・ダウンという2つの古典的な守備隊形とその両方を変形したものが用いられており（セリンジャー・アッカーマン，1993），4人攻撃が主流となってから，レシーブのファーストコンタクトのドリブルが許容されるルール改正にともなって，トップレベルチームは「ペリミター」という守備システムを用いているとされている（Liskevych & Neville, 1997；日本バレーボール学会編，2012）．ペリミターでは，後衛選手の移動は，トスが上がった後コートの中から外側へ動くというものである．本研究で得られた結果における後衛選手の移動方向の平均的な傾向としては，コートの中から外側へ移動するというよりも，スパイカーからみてクロス方向にいる選手はコートの中側へ，ストレート方向にいる選手ではコート外側へ，後衛センターは，左右方向へ移動していることから，打撃時にはマン・ダウンと同じ隊形となるが，後衛選手の動きは指導書で説明されている内容とは異なっていた．

### 3. 2段トスからの攻撃に対する守備隊形

一方，セッターのトスインパクト時における守備隊形について，コンビ攻撃に対する場合と比較して後衛3選手がわずかに後方に位置取りしていることを除いては，隊形に大きな違いは認められなかった．また，レフト・ライトどちらのサイドからの攻撃であっても，隊形に大きな違いは認められなかった．

これは，近年のトップレベルのゲームでは，コンビ攻撃が使えず2段トスからの攻撃になるゲーム状況であっても，常に，複数のスパイカーが攻撃準備をするため，どのゾーンから攻撃してくるのかわかりにくく，トスが上がるまではコンビ攻撃と同様の守備隊形で待機しているといえる．

打撃時における守備隊形については，レフトサイド・ライトサイド攻撃ともにブロッカー2人・レシーバー4人（2-4型）となっており，ゲーム状況によっては，ブロッカー3人・レシーバー3人（3-3型）が認められた．2段トスからの攻撃では，コンビ攻撃に比べて時間的に余裕があるため，ブロック2人を揃えることができる上に，ゲーム状況によっては3人のブロック参加が可能となっている．時間的余裕があるとはいえその時間は1秒以下であるため，トスインパクト時にはコンビ攻撃と同様の守備隊形で素早くブロックに参加できるよう待機しているといえる．

後衛選手の移動については，両サイドの選手はコンビ攻撃と同様の移動方向であったが，

後衛センターの位置取りは、レフトサイド攻撃に対して左斜め後ろ、ライトサイド攻撃に対して右斜め後ろとなっていた。

#### 4. 実践現場への示唆

最も攻撃頻度の高いアンテナ付近から仕掛けられるサイド攻撃の攻撃時間が短くなってきたことで、守備側選手は移動距離を多くすることはできなくなっている。つまり、前衛守備では、サイド攻撃に2人ブロックを揃えることが難しくなっていることを示唆している。また、セリンジャーが指摘するように、後衛選手の位置取りは、攻撃側のごまかしの程度、スパイカーの姿勢、味方ブロッカーの位置取り等の影響を受ける（セリンジャー・アッカーマン、1993）ため、ゲーム状況に依拠した位置取りとならざるを得ない。そのため、打球コースが、2人ブロックの間、ブロッカーが1人というゲーム状況を想定した、スパイカー、味方ブロッカーに対応した後衛選手の位置取りと強打レシーブ練習および、構えから素早く移動する効率的な動きの練習が必要となるだろう。

## 第5節 まとめ

本研究の目的は、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全 6 試合 27 セットを対象として、3 次元動作分析 (DLT 法) することにより一流男子チームのコンビ攻撃および 2 段トスからの攻撃に対する守備隊形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. セッタートスインパクト時における守備隊形は、コンビ攻撃、2 段トスからの攻撃、攻撃種類に関わらず、ほとんど違いは認められなかった。
2. サイド攻撃における打撃時の守備隊形は、コンビ攻撃、2 段トスからの攻撃に関わらずブロッカー 2 人・レシーバー 4 人 (2-4 型) となっていた。ただし、2 段トスからの攻撃では、ゲーム状況によって打撃時にブロッカー 3 人・レシーバー 3 人 (3-3 型) が認められた。
3. コンビ攻撃におけるセンターからの攻撃では、トスインパクト時および打撃時の守備隊形には、ほとんど違いが認められなかった。
4. トップレベルチームの攻撃時間を経時的にみると、コンビ攻撃の攻撃時間が短くなっていることから、サイド攻撃にブロッカーが 2 人参加するブロック形成が難しくなっていることが示唆された。

## 第6章 クイック攻撃に対するリードブロック技術

### 第1節 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と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年ロサンゼルスオリンピック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ボ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、ソウルオリンピック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、ソウルオリンピック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、ソウルオリンピックを制したが、バルセロナオリンピックにおいては、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（1998b）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（1998b）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。

## 第2節 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、セッターからボールがリリースされる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か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，1996c）。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。

## 第3節 研究方法

### 1. 分析対象

2011年11月24, 25日大阪府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6-1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考えられる。

### 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6-2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の範囲にあり, 平均では22.94m/sであった。

表 6-1 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

表 6-2 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			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	Nadi	IRI	A	0.350	3.03	22.55	0.267	0.417	0.683
<u>4</u>			A	0.267	3.08	22.12	0.200	0.533	0.733
<u>5</u>			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			A	0.317	3.30	27.08	0.267	0.583	0.850
<u>8</u>			B	0.467	3.18	26.65	0.150	0.483	0.633
<u>9</u>	Mozdzonek	POL	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
<u>11</u>			A	0.333	3.25	19.17	0.183	0.400	0.583
<u>12</u>			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
<u>15</u>			A	0.433	3.03	25.64	0.233	0.567	0.800
<u>16</u>	Nowakowski	POL	B	0.383	3.14	25.00	0.217	0.533	0.750
<u>17</u>			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
<u>19</u>			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
<u>23</u>			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。

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思われる.

### 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較正点 (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每秒 30 フレームで撮影した.

撮影された VTR を每秒 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, 每秒 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ー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イズして 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  $1/2g$  ( $g=9.8\text{m/s}^2$ ) 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。



## 第4節 結果と考察

### 1. ブロック参加人数およびブロック高

表 6-3 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 6-1 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 of 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（1996b）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、通常の守備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。

表 6-3 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	n	2.87	n
2	A	n	2.83	n
3	A	n	2.81	n
<u>4</u>	A	n	2.98	n
<u>5</u>	C	n	3.09	n
6	A	n	2.90	2.64
7	A	n	3.15	n
<u>8</u>	B	n	3.04	3.00
<u>9</u>	A	n	3.16	2.82
10	A	n	3.12	n
<u>11</u>	A	n	2.89	2.89
<u>12</u>	A	n	2.98	n
13	B	n	2.97	2.90
14	B	n	2.94	n
<u>15</u>	A	n	2.89	n
<u>16</u>	B	2.77	2.89	n
<u>17</u>	B	2.71	2.94	n
18	B	n	2.96	n
<u>19</u>	B	2.75	3.05	n
20	B	2.90	2.93	n
21	A	n	3.00	2.82
22	B	n	2.95	n
<u>23</u>	A	n	2.92	n
24	A	n	2.88	n
25	A	n	3.06	n
26	A	n	2.98	n
27	B	2.84	2.79	n
28	A	n	3.13	n
平均		2.80	2.97	2.84
SD		0.08	0.10	0.12

※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。  
 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。

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 6-1 は、クイック攻撃に対してセンターブロッカーがワンタッチした 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、ブロックワンタ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 6-4 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 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ことがあるので、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 6-5 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。

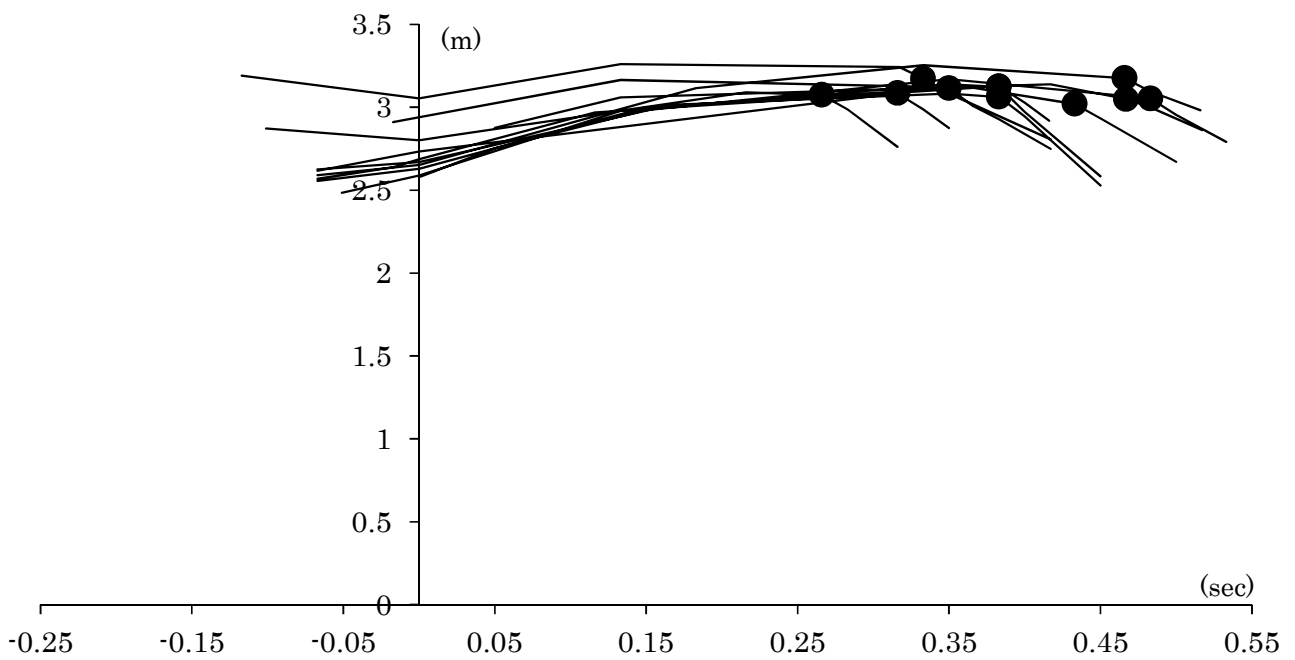


図 6-1 ブロック動作中のボール高の変化（ブロックタッチ有の 11 試技）

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6-4 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	フンタツ 子時	打撃直前	打撃直後
<u>4</u>	Nadi	2.87	2.80	2.83	3.09	3.08	2.76	-18	-16
<u>5</u>	Nadi	2.62	2.73	3.34	2.62	3.17	2.88	12	-19
<u>8</u>	Mozdzonek	2.59	2.65	3.12	3.25	3.18	2.98	-13	-14
<u>9</u>	Mozdzonek	2.57	2.69	2.64	2.97	3.13	2.92	-9	-13
<u>11</u>	Mozdzonek	3.19	3.05	3.26	3.24	3.25	2.81	-27	-14
<u>12</u>	Nowakowski	2.63	2.67	3.01	3.08	3.04	2.53	-23	-22
<u>15</u>	Nowakowski	2.91	2.94	3.16	3.12	3.03	2.67	-60	-14
<u>16</u>	Nowakowski	2.48	2.59	2.98	3.14	3.14	2.58	-3	-21
<u>17</u>	Nowakowski	2.56	2.63	3.00	2.93	3.11	2.75	-2	-15
<u>19</u>	Nowakowski	2.75	2.58	2.98	3.17	3.10	2.79	-12	-17
<u>23</u>	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。

### 3. センターブロッカーの上肢の動き

図 6-2 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 6-5 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。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 6-2 および表 6-5 の試技 8, 9, 11 の沈み込み時を参照）は、両手をおよそ 2m 以上に挙げたままで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。

ロサンゼルスオリンピック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、ロサンゼルスオリンピックアメリカチームのコーチであった Carl McGown は、手の位置を下げても反応時間に差はないと反論した（コールマン・コールマネセット, 1998 ; 田中, 1996c ; 佐賀野ら, 1998b ; 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。

スパイカー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。

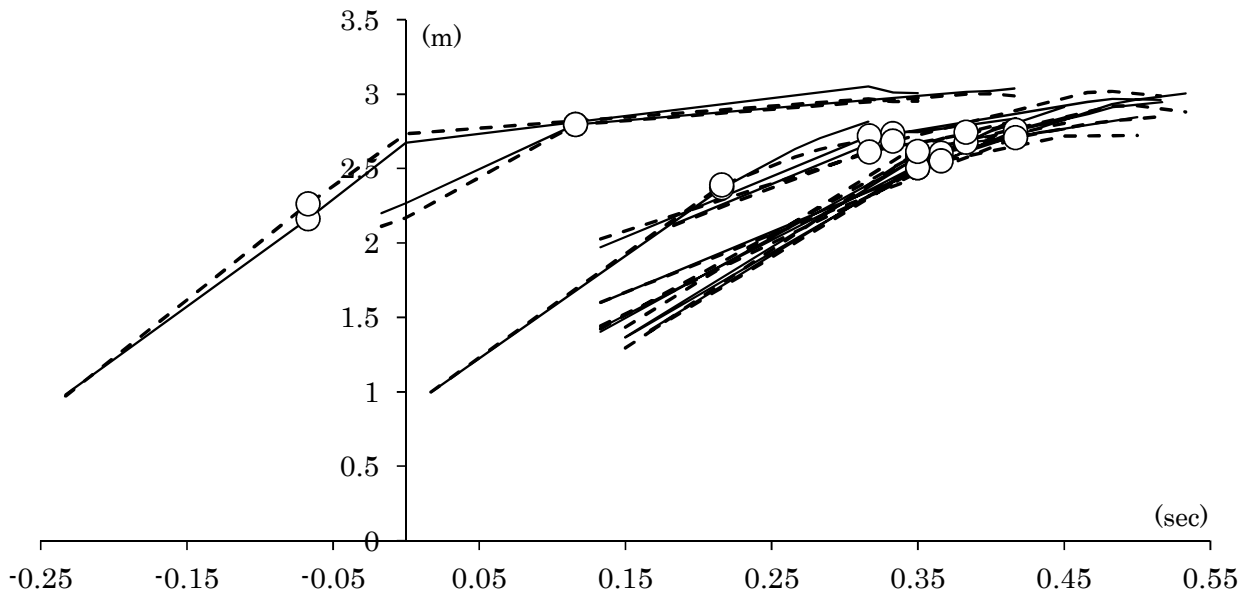


図 6-2 センターブロッカーの指尖高の変化 (ブロックタッチ有の 11 試技)

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。○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6-5 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						手先の高さ (m)						ブロック時刻 (sec)					
		右手先	左手先	右手先	左手先	沈込時 右手先	沈込時 左手先	右手先	左手先	右手先	左手先	離地時 右手先	離地時 左手先	打撃時 右手先	打撃時 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	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	-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	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	-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	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	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	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	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	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	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	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	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	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。



#### 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 6-3 の上図は、離地時のスパイカーを原点としたセンターブロッカーの相対位置を、また、下図は、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 6-6 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 6-4 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ため、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 6-6 は沈み込み時および離地直前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。

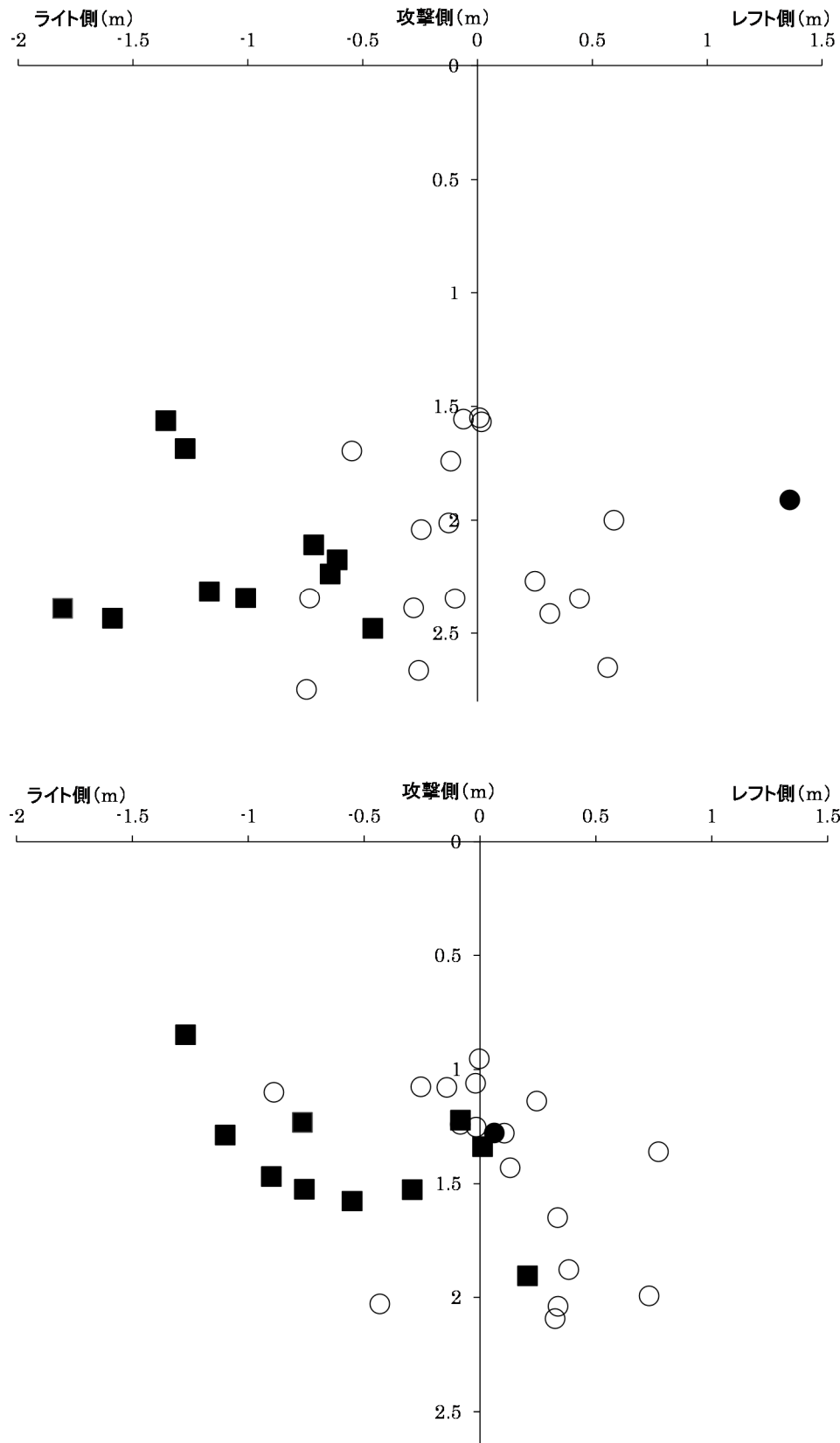


図 6-3 スパイカー離地時および打撃時におけるセンターブロッカーの位置  
 上図はスパイカー離地時，下図はスパイカー打撃時，原点はスパイカーの両足先中点，マーカーは原点からのブロッカーの相対位置を表している．○はAクイック，■はBクイック，●はCクイックを表している．

表 6-6 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
<u>4</u>		0.94	0.86	0.74	0.72
<u>5</u>		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
<u>8</u>		1.15	0.68	1.06	1.07
<u>9</u>		0.46	0.31	0.34	0.36
10		0.38	0.35	0.32	0.31
<u>11</u>		0.69	0.92	1.12	1.07
<u>12</u>		0.63	0.48	0.93	0.83
13	Nowakowski	0.93	0.40	0.93	0.87
14		1.33	0.46	1.15	0.99
<u>15</u>		0.86	0.48	0.86	0.75
<u>16</u>		1.91	0.99	1.03	0.93
<u>17</u>		1.70	0.87	1.01	0.91
18		0.71	0.47	0.93	0.83
<u>19</u>		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
<u>23</u>		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

※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。

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。

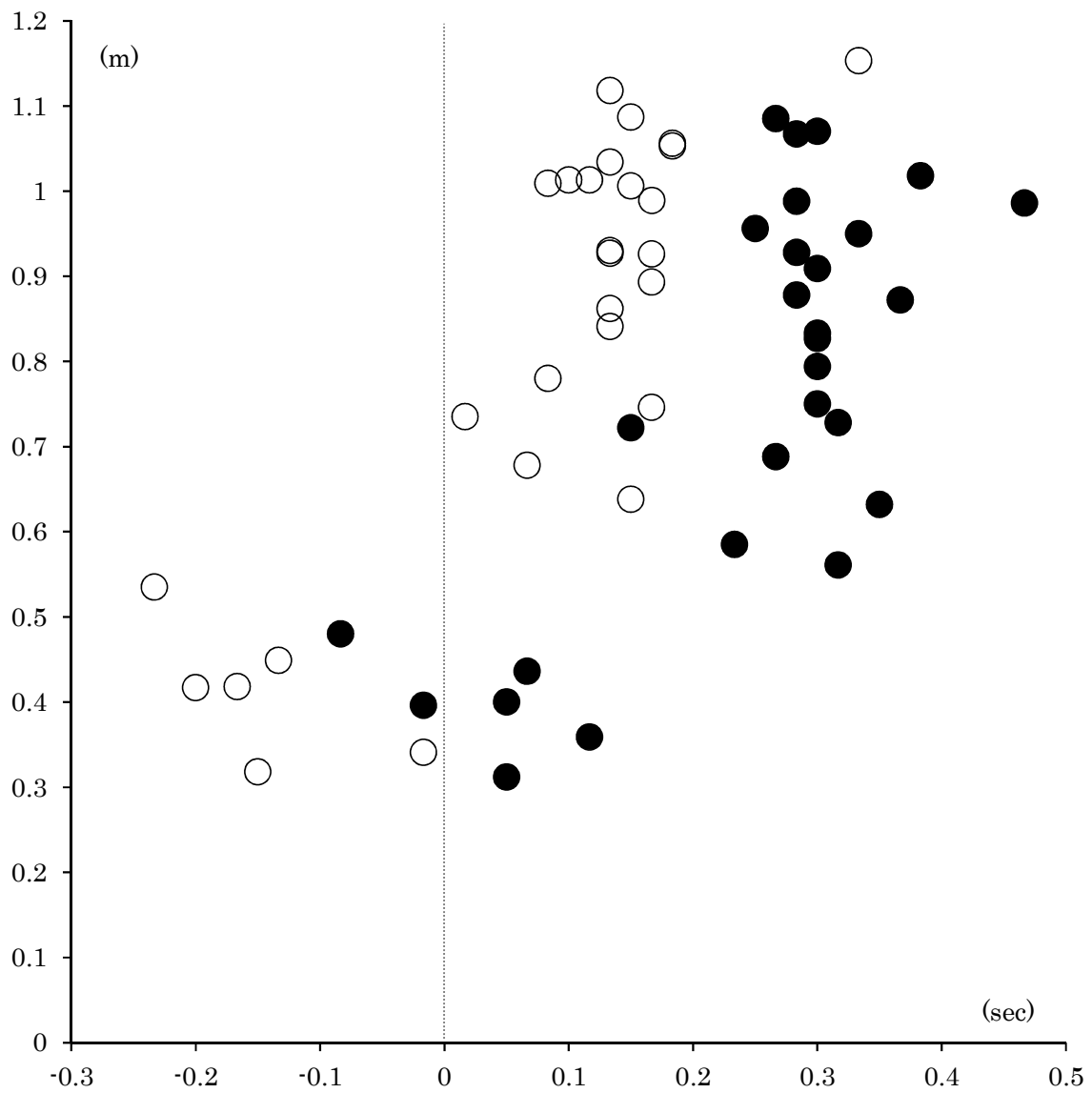


図 6-4 センターブロッカーのスタンス  
 縦軸はブロッカーのスタンス，横軸は時刻（原点はトスリリース時）.  
 ○はブロッカー沈み込み時，●は離地直前時を表している.

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。

## 第5節 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っ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っ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ため、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（1998b）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。ただし、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られる。

## 第6節 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ク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ク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。

## 第7章 サイド攻撃に対するブロック技術

### 第1節 研究の背景と目的

バレーボールにおけるサイド攻撃，特にレフトサイド攻撃は，チームのエースアタッカーが打撃することが多く，それ故，他の攻撃に比べて使用頻度が高くなるのが常である．レシーブボールの返球位置がネット際まで届かない時は，コートサイドにサイドへの高いトスを上げて攻めるが，時間的に余裕があるので，ブロックがしっかり2人あるいは3人つき，レシーブも守備隊形を整えて攻撃を迎え撃つことができる．しかしレシーブボールがAパスの時は，クイック攻撃を囷にした時間差攻撃で攻めてくるため，トスリリースされるまでどこから攻撃されるか判断できず，ブロックの的が絞り難い．そして最近では，サイド攻撃のトス高が低く，トスリリースから打撃までの攻撃時間が約1秒とスピードアップしているため，ブロックの移動が間に合わず，ブロックに2人つくことが難しくなっている．

近年のバレーボールでは，スカウティング情報に基づいて，監督やスコアラーの指示により相手スパイカーあるいは攻撃パターンをマークしてブロックすることが試みられている．しかし常に相手対応の指示が出ている訳ではなく，指示が出ない時は，ブロッカーはトスボールがリリースされたらできるだけ早く反応してブロックに移動する以外に方法はない．そのような状況下ではどのように対応すればよいのか，実際に競技されている場面を調査すれば，素早く移動するためにどのように動作しているか，またブロッカー同士あるいはブロッカーとレシーバーがどのような役割分担をして組織的に動いているかなどが明らかになると考えられるが，そのようなフィールド実験的方法により研究された報告はこれまで極めて少ない．

佐賀野ら(2002)は，バレーボール男子国際試合を2台のS-VHSビデオカメラで撮影し，2次元DLT法によりコンビネーション攻撃のレフト平行に対するセンターブロッカーのブロック動作を動作分析した．その結果，助走は右足を踏み出し(1歩目)，その右足で床を強く蹴り，ほとんど同時であるが，左足(2歩目)，右足(3歩目)の順で踏み込むクイックスリーステップ(田中，1996c)と，その1歩目を除いたツーステップで行われていた．そしてこのステップをしながら，両肘を肩の高さに保ったまま移動ジャンプする方式(ダグ式)を用いている選手が2名，移動中は両肘を下げ踏切の際に腕の振りを使ってジャンプする方式(カール式)を用いている選手が5名であったが，踏切時間において両者間に大きな差は認められなかった．そして空中局面においては，両腕を進行方向に上げることによって，サイドブロッカーとの間をあけないようにしていたこと等を報告している．この佐賀野他の研究報告は，ブロック技術が発揮されていると考えられる競技場面の動作分析をした貴重な資料である．しかし，センターブロッカーとサイドブロッカーのブロックとしての役割が検討されていない．



そこで本研究においては、技術を有していて、技術が発揮されていると考えられる国際大会競技中のコンビネーション攻撃のサイド攻撃に対するセンターブロッカーとサイドブロッカーのブロック動作を 3 次元動作分析し、平行トスによりスピードアップしたサイド攻撃に対抗するブロックとしての技術特性を明らかにすることを研究目的とする。

## 第2節 研究方法

### 1. 分析対象

2011年11月24, 25日大阪府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)およびイラン(9位)チームの3試合, 合計14セットにおけるセンターブロッカーおよびサイドブロッカーを分析対象とした。大会におけるブロック得点(得点/セット)は, ポーランドは4位, イランは2位であった。また, ブロック賞ランキングは, Mozdzonek選手(ポーランド)が1位, Nadi選手(イラン)が2位, Nowakowski選手(ポーランド)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。

### 2. 分析試技の決定

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。本研究では, 1) 男子バレーボール国際競技会において決定力の高い4人攻撃におけるサイド攻撃に対するブロック, 2) スパイカーが強打したサイド攻撃に対するブロック, 3) サイド攻撃に対して2人ブロックが成立しているブロック, ここで, スパイカー打撃時までにはブロッカーの手先がネット白帯より上に出た試技をブロック成立とみなした。このような条件を満たしている合計36試技(レフトサイド18試技, ライトサイド18試技)のブロック動作を分析試技として選択した。

### 3. 試合の撮影

撮影は, 3台のCCDカメラ(Victor社製, TK-C1381)をデジタルビデオカメラ(SONY社製, DCR-TRV30)にS端子ケーブルで接続した装置を3台使用した。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階通路に三脚固定具で床面に固定して設置した。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コマ, シャッタースピード1/500秒で撮影した。撮影範囲は, 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た。較正器の撮影は試合前に行った。なお, 較正点は14個であった。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較正点(Walton, 1979)として使用した。

#### 4. データの解析

撮影された VTR をパーソナルコンピューターに動画編集ソフト (VirtualDub) を用いてキャプチャーした。その際、インターレース解除、フレームの倍化 (毎秒 30 コマから毎秒 60 コマ)、映像ファイルの非圧縮化を行って分析試技の各画像を整理した。

得られた画像を画像解析ソフト (ImageJ) により手動でデジタイズした。そして Visual Basic による自作の分析プログラムを用いてデータの解析を行った。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 (Walton, 1979)。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~0.008m, Y 方向(センターライン方向)が 0.008m~0.018m, Z 方向(鉛直方向)が 0.006m~0.008m であった。

#### 5. 各種測定項目と算出法

##### (1) 4 人攻撃に対するブロック技能の評価

4 人攻撃の総攻撃回数 (159 回) に対して遂行されたブロック技能を評価し、攻撃種類 (レフトサイド・クイック・パイプ・ライトサイド) およびブロック参加人数別に分類整理した。

技能評価については、ブロックにより得点した回数 (BK 決定)、ブロックにより相手コートへ返球した回数 (BK 返球)、ブロックにワンタッチしラリー継続した回数 (ワンタッチ)、ブロックアウトの回数 (BO)、ブロックにワンタッチしたがレシーブからのラリーで失敗し攻撃・返球ができなかった回数 (ワンチラリー終了)、ブロックにワンタッチしたが吸い込みによってラリー継続できなかった回数 (吸い込み)、ブロkkerの反則の回数 (BF)、ブロックに接触しなかった打球をレシーブ成功した回数 (レシーブ成功)、ブロックに接触しなかった打球をレシーブ失敗した回数 (レシーブ失敗)、打球がブロkkerにもレシーバーにも接触せず直接コートに落ちた回数 (SPK 決定)、として分類整理した。

##### (2) サイド攻撃の攻撃時間と打点高

サイド攻撃の攻撃時間は、トスリリース時からスパイクインパクトまでのフレーム数にサンプリング時間を乗じて求めた。また、打点高については、スパイカーのボールインパクト時におけるボール中心と床面との鉛直距離を打点高とした。

### (3) ブロック動作中のボール位置

4人攻撃のサイド攻撃について、トスリリース時、サイドブロッカー1歩目接地時、センターブロッカー1歩目接地時、スパイカー離地時、トスボール最高点、サイドブロッカー離地時、センターブロッカー離地時、打撃時、ブロックワンタッチ時（ワンタッチ無の場合は打撃 3/60 秒後）の各時刻において、レフトサイドラインとセンターラインの交点を原点として求めたボール中心の3次元位置を求めた。

### (4) サイド攻撃に対するセンターブロッカーおよびサイドブロッカーの動き

トスリリース時、サイドブロッカー1歩目接地時、センターブロッカー1歩目接地時、スパイカー離地時、トスボール最高点、サイドブロッカー離地時、センターブロッカー離地時、打撃時、ブロックワンタッチ時（タッチ無の場合は打撃 3/60 秒後）の各時点において、レフトサイドラインとセンターラインの交点を原点として求めたブロッカーの左右の手先の3次元位置を求めた。

### (5) サイド攻撃に対するブロック位置および離地時刻

ブロック位置は、トスリリース時およびブロッカー離地時における各ブロッカーの左右の手先の中点の位置をレフトサイドラインからの距離として算出したもの。また、離地時刻は、セッターリリース時から各ブロッカー離地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。

### (6) ブロック動作のスティックピクチャー

レフトサイド攻撃に対するブロック動作を、各センターブロッカーについて1試技ずつ合計3試技、またサイドブロックはセンターブロッカーの試技数と合わせて合計3試技を選択してスティックピクチャーを作成した。試技選択について、センターブロッカーで最も多く見られたファーストステップを踏み出さないクイックスリーステップ、ライトサイドブロッカーで最も多く見られたツーステップのスティックピクチャーを作成した。センターブロッカーはスプリットステップ片足接地時からブロッカー離地時まで、サイドブロッカーは右足離地時からブロッカー離地時までの身体各部位21点を手動でデジタイズし、DLT法(Walton, 1979)を用いて3次元座標を算出した。その後、各試技の動作局面を一

致させ、規格化した時刻ごと（1%ずつ）の位置データを加算し分析試技数で除して平均値を求めた。このようにして規格化・平均化したデータ（橋原ら，1988）を用いて、センターブロッカーとサイドブロッカーそれぞれのブロック動作を，コート後方から見たスティックピクチャーとして作成した。

#### **(7) サイド攻撃の打撃位置に対するサイドブロッカーの相対位置**

サイドブロッカーがスパイカーの打撃時にどのようなブロックの位置取りをしているかを検討するために，スパイカーの打撃位置に対するサイドブロッカーの相対位置を算出した。原点は打撃位置のセンターライン上の位置として，すなわち打撃時のボール中心のY成分の値を0として，サイドブロッカーの左右の肩関節中心の midpoint との相対位置を求めた。

#### **(8) サイド攻撃の打球方向に対するサイドブロッカーの腕角度**

サイドブロッカーがスパイカーの打球方向に対して，空中でどのように腕を出しているのかを検討するために，打球方向に対するサイドブロッカーの左右の腕角度を算出した。

打球方向は，リリース地点から打撃 1 コマ後の地点へ向かうベクトル（合成）がネットとなす角度を算出し打球方向を求めた。また，左右の腕角度変化は，打撃時，打撃 1/60 秒後，打撃 2/60 秒後，打撃 3/60 秒後における肩関節中心から手先へ向かうベクトルがネットとなす角度を算出し，左右の腕角度を求めた。

## 第3節 結果

### 1. コンビネーション攻撃に対するブロック技能評価

分析対象の試合14セット中、攻撃回数はサーブレシーブからの攻撃が310回、ラリーからの攻撃が159回の合計469回であった。この内コンビネーション攻撃が行われた回数は、サーブレシーブからの攻撃が285回、ラリーからの攻撃が88回の373回であった。そして、このコンビネーション攻撃373回の内、159回（43%）が4人のスパイカーによるコンビネーション攻撃であった。

表7-1は、4人攻撃の攻撃種類別にブロック技能評価をまとめたものである。4人攻撃が決定した割合は、BO、ワンチラリー終了、吸い込み、BFの32回、ブロックに接触しなかった打球をレシーブしたが失敗した26回、ブロッカーにもレシーバーにも接触せずに打球がコートに落ちた43回の合計101回を攻撃回数159回で除した64%であった。

一方、4人攻撃を守備した割合は、ブロック成功のBK決定、BK返球、ワンタッチの45回、ブロックに接触しなかった打球をレシーブで成功した13回の合計58回を攻撃回数159回で除した36%であった。なお、守備成功の58回の内78%がブロックによるものであり、ブロックなしで守備成功した回数は極めて少ない。

攻撃種類別の攻撃回数は、レフトサイドが55回、クイックが47回、ライトサイドが44回、そしてパイプが13回であり、中央攻撃よりもサイドからの攻撃回数が多かった。そしてサイドからの攻撃に対するブロック参加人数は、2人ブロックの場合が多いが、1人ブロックになることもレフトサイドでは55回の内13回（24%）、ライトサイドでは44回の内15回（34%）あった。なお、サイド攻撃に対するブロックが2人ブロックの時も1人ブロックの時も常にブロックに跳んでいるのはサイドブロッカーであった。

### 2. 4人攻撃のサイド攻撃におけるボール位置変化

図7-1は、相手コートで行われている4人攻撃のサイド攻撃におけるセッターリリース時からブロッカーワンタッチ時までのボールの位置変化を味方コート側から見たネット面で示したものである。なお、サイド攻撃の攻撃時間、トスボール最高点および打撃時のボール高は、表7-2にまとめて示した。

レシーブ返球位置が必ずしもAパスではないために、トスボールのリリース位置がセッターの定位置である3m～4mの範囲、すなわち、セットシステム（セリンジャー・アッカーマン、1993）に従えば、スロット0の位置よりも広く、約2m～5mの範囲にあった。しかし、トスごとに長さを調節して、ほとんどのトスがレフトサイドではスロット5の8m～

表 7-1 分析ゲームにおける 4 人攻撃に対するブロック技能評価

	参加人数	攻撃回数	ブロック成功			ブロック失敗				レシーブ成功	レシーブ失敗	SPK 決定
			BK 決定	BK 返球	ワンタッチ	BO	ワンチラリー終了	吸い込み	BF			
レフトサイド	2人	42	6	4	9	5	3	1	0	4	4	6
	1人	13	0	1	0	2	1	0	0	0	6	3
クイック	2人	13	1	2	1	3	0	0	0	1	0	5
	1人	27	3	2	4	1	3	0	0	1	3	10
	0人	7	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3
パイプ	3人	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2人	5	2	0	0	1	0	0	0	0	1	1
	1人	6	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2
	0人	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ライトサイド	2人	28(16)	5(2)	1	3(1)	3(1)	2(1)	2(1)	0	2(2)	6(5)	4(1)
	1人	15(4)	1	0	0	1	1(1)	1(1)	0	2	1	8(1)
	0人	1(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
合計		159	18	10	17	16	10	5	1	13	26	43
			45			32						

参加人数：ブロックに参加した人数

攻撃回数：4人攻撃が仕掛けられた回数

BK 決定：ブロックにより得点した回数

BK 返球：ブロックにより相手コートへ返球した回数

ワンタッチ：ブロックにワンタッチしラリー継続した回数

BO：ブロックアウトの回数

ワンチラリー終了：ブロックにワンタッチしたが攻撃・返球ができなかった回数

吸い込み：ブロックにワンタッチしたが吸い込みによってラリー継続できなかった回数

BF：ブロkkerの反則の回数

レシーブ成功：ブロックに接触しなかった打球をレシーブ成功した回数

レシーブ失敗：ブロックに接触しなかった打球をレシーブ失敗した回数

SPK 決定：打球がブロkkerにもレシーバーにも接触せず直接コートに落ちた回数

※（ ）内はライトサイドからのバックアタックの回数

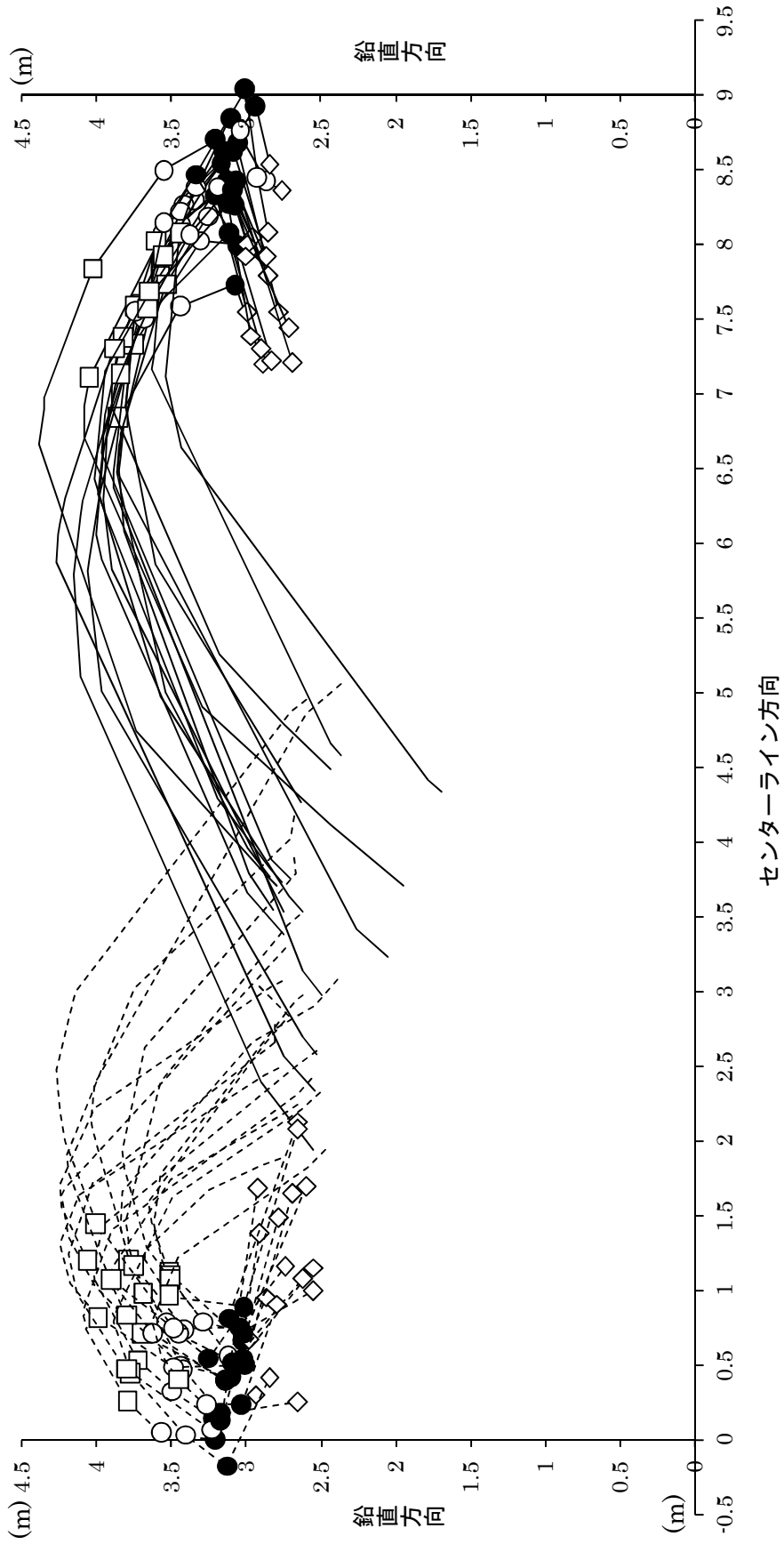


図7-1 4人攻撃のサイド攻撃におけるトスボールリリース時からブロックワンタッチ時までのボール位置変化  
 原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。実線はレフトサイド攻撃、破線はライトサイド攻撃を表している。  
 □印はサイドブロッカー離地時、○印はセンターブロッカー離地時、●印はスパイカー打撃時、◇印はワンタッチ時（ワンタッチ無  
 の場合は3/60秒後）を表している。



表 7-2 サイド攻撃のブロックに関する測定項目のまとめ

試技 No.	攻撃時間 (sec)	ボール高 (m)		ブロックの指尖高 (m)				ブロック位置 (m)				離地時刻 (sec)	
		トス ボール 最高点	打撃時	CBKワンタッチ時		SBKワンタッチ時		CBK		SBK		CBK	SBK
				右手先	左手先	右手先	左手先	リリース時	離地時	リリース時	離地時		
L <u>1</u>	0.850	3.85	3.10	2.70	2.76	3.06	3.02	4.40	6.79	6.88	7.87	0.900	0.633
L <u>2</u>	0.867	3.86	3.06	2.87	2.85	3.06	2.98	4.74	7.12	7.51	8.25	0.783	0.700
L <u>3</u>	1.017	4.05	3.07	2.93	2.95	3.06	3.01	3.69	6.62	6.62	7.63	0.917	0.767
L <u>4</u>	0.933	3.99	3.06	2.88	2.97	3.02	3.00	4.63	6.69	7.17	7.83	0.867	0.717
L <u>5</u>	0.817	3.63	3.15	2.84	2.94	3.06	3.03	5.10	7.07	7.20	8.15	0.717	0.617
L <u>6</u>	1.083	4.08	3.21	3.01	3.05	2.91	2.94	4.23	7.19	6.41	7.79	0.983	0.750
L <u>7</u>	0.950	3.89	3.13	3.03	3.09	3.00	3.00	5.19	7.15	6.99	8.23	0.850	0.717
L <u>8</u>	0.917	3.80	3.01	2.65	2.66	3.06	2.98	4.51	7.35	7.33	8.25	0.950	0.700
L <u>9</u>	0.933	3.94	3.09	2.76	2.84	2.95	2.87	4.36	6.61	6.19	7.61	0.900	0.750
L <u>10</u>	1.050	4.38	3.20	2.91	2.93	3.05	2.93	4.48	7.33	7.33	8.09	0.967	0.817
L <u>11</u>	0.883	3.97	3.17	2.64	2.71	3.09	3.07	4.66	6.35	7.62	8.12	0.800	0.633
L <u>12</u>	0.950	3.89	2.94	2.62	2.74	3.07	3.04	4.23	6.86	6.46	7.92	0.917	0.767
L <u>13</u>	1.000	3.85	3.07	2.93	2.95	2.91	2.87	4.30	6.78	5.93	7.78	0.950	0.850
L <u>14</u>	1.050	4.15	3.12	2.96	2.97	2.95	2.95	3.91	6.37	6.30	7.54	0.900	0.833
L <u>15</u>	1.083	4.27	3.12	2.87	2.87	2.95	2.92	3.85	6.48	5.86	7.42	0.917	0.867
L 16	0.900	3.54	3.09	3.03	2.99	2.98	2.96	4.43	6.94	6.67	7.76	0.800	0.733
L <u>17</u>	0.933	4.00	3.07	2.92	2.95	2.95	2.95	4.48	6.82	6.56	7.82	0.850	0.750
L <u>18</u>	0.883	4.02	3.34	2.85	2.88	3.01	2.91	4.37	6.81	7.07	7.99	0.817	0.733
L平均	0.950	3.95	3.11	2.86	2.89	3.01	2.97	4.42	6.85	6.78	7.89	0.877	0.741
LS D	0.081	0.20	0.09	0.13	0.12	0.06	0.06	0.38	0.30	0.53	0.25	0.072	0.072
R 1	0.933	4.02	3.22	2.97	3.05	3.05	3.02	4.04	1.69	1.96	0.76	0.850	0.767
R <u>2</u>	0.967	4.08	3.21	3.00	3.02	3.03	2.95	3.74	1.58	2.11	0.60	0.867	0.783
R <u>3</u>	0.800	3.65	3.03	2.73	2.76	2.98	3.02	4.24	2.39	2.03	1.14	0.800	0.600
R 4	1.033	4.23	3.13	2.84	2.87	2.95	3.05	4.93	2.56	2.98	1.27	1.033	0.883
R <u>5</u>	0.783	3.62	3.02	2.66	2.63	3.08	3.04	4.44	2.30	2.46	1.13	0.750	0.567
R <u>6</u>	0.933	4.03	3.25	2.89	2.81	3.03	3.00	5.15	2.24	3.07	1.19	0.850	0.750
R <u>7</u>	0.900	3.89	3.10	2.96	2.95	3.06	3.02	3.78	1.60	1.90	0.92	0.800	0.633
R 8	0.833	3.80	3.17	2.66	2.63	2.99	2.93	4.25	2.16	2.53	0.99	0.750	0.617
R <u>9</u>	0.883	3.84	3.11	2.82	2.77	3.02	3.00	3.91	2.15	1.73	0.90	0.800	0.617
R <u>10</u>	0.900	3.88	3.13	3.02	2.97	3.11	3.06	3.76	1.35	1.76	0.48	0.817	0.650
R <u>11</u>	1.050	4.26	3.09	3.03	2.99	3.03	3.00	4.88	1.89	2.27	0.96	0.967	0.783
R <u>12</u>	1.033	4.24	3.01	3.08	3.05	3.00	2.90	4.23	1.93	2.02	0.90	0.917	0.750
R 13	1.033	4.24	3.05	2.91	2.90	3.09	3.02	4.30	2.12	2.23	0.90	0.933	0.733
R <u>14</u>	1.017	4.20	3.14	3.03	3.02	3.06	3.00	4.42	1.74	1.68	0.84	0.883	0.783
R <u>15</u>	0.883	3.83	3.02	2.68	2.58	2.95	3.00	4.62	2.98	2.30	1.19	0.817	0.733
R 16	0.817	3.63	3.03	2.83	2.83	3.00	2.90	3.99	2.03	2.02	0.64	0.733	0.650
R <u>17</u>	0.983	4.19	3.17	2.69	2.61	2.79	2.92	4.13	2.76	2.10	0.90	0.967	0.783
R <u>18</u>	0.800	3.68	3.02	2.78	2.70	2.75	2.80	3.75	2.39	1.89	0.98	0.800	0.617
R平均	0.921	3.96	3.10	2.87	2.84	3.00	2.98	4.25	2.10	2.17	0.93	0.852	0.706
RS D	0.091	0.23	0.08	0.14	0.16	0.09	0.07	0.43	0.43	0.39	0.21	0.084	0.087

※試技 No.アンダーライン太字はワンタッチ有. Lはレフトサイド, Rはライトサイドからの攻撃, CBKはセンター

ブロッカー, SBKはサイドブロッカーを表している.

攻撃時間: セットスタートリリース時からスパイカー打撃時までの時間.

ボール高: ボール中心と床面との鉛直距離.

ブロッカーの指尖高: ブロッカーの両手先と床面との鉛直距離.

ブロック位置: ブロッカーの左右の手先の中点と原点との水平距離.

離地時刻: トスリリース時を0時刻としたブロッカーの踏切離地時刻.

9m の範囲，そしてライトサイドではスロット C の 0m～1m の範囲に届くようにトスされていた。

トスボール最高値は，レフトサイドが 3.54m～4.38m の範囲にあり平均 3.95m，ライトサイドが 3.62m～4.26m の範囲にあり平均 3.96m であった。そしてセッター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，レフトサイドが 0.817 秒～1.083 秒の範囲にあり平均 0.950 秒，ライトサイドが 0.783 秒～1.050 秒の範囲にあり平均 0.921 秒であった。そしてスパイカーがサイド攻撃のトスを打撃したインパクト時のボール高は，レフトサイドが 2.94m～3.34m の範囲にあり平均 3.11m，ライトサイドが 3.01m～3.25m の範囲にあり平均 3.10m であった。

### 3. サイド攻撃に対するブロッカーの動き

図 7-2 は，相手レフトサイド攻撃に対して，トスボールリリース時の構えの時点からブロックワンタッチ時までの手先の位置変化からみたブロッカーの動きをネット面で示したものである。原点は，味方レフトサイドラインとセンターラインの交点であり，上図はセンターブロッカーの動き，下図はライトサイドブロッカーの動きを表している。実線は右手先，破線は左手先を表し，各線上の○印はブロッカー離地時，●印はスパイカー打撃時，◇はワンタッチ時（ワンタッチ無の場合は打撃 3/60 秒後）を表している。また，各試技のブロッカーの指尖高，ブロック位置，離地時刻は表 7-2 にまとめて示した。

レフトサイド攻撃のトスボールがリリースされる時点では，センターブロッカーはコート中央の平均 4.42m の位置に，またライトサイドブロッカーはサイドラインから約 2m 半内側の平均 6.78m の位置に構えている。

トスボールがリリースされると，ライトサイドブロッカーは右側に約 1m 移動し，平均 7.89m の位置で踏切離地し，直上に向かってブロックジャンプしている。ジャンプのタイミングはリリース後平均 0.741 秒，すなわち打撃の平均 0.209 秒前である。一方，センターブロッカーは右側に約 2m 移動し，平均 6.85m の位置で踏切離地し，右斜め上方に向かってブロックジャンプしている。ジャンプのタイミングは，ライトサイドブロッカーよりも遅く，リリース後平均 0.877 秒，すなわち打撃直前の平均 0.073 秒前に離地している。センターブロッカーのワンタッチ時の指尖高を示す◇印が打撃時の指尖高を示す●印より高い位置にあるのは，空中で上昇しながらワンタッチしていることを示している。なお，ほとんどの試技の移動中の指尖高が，センターブロッカーもライトサイドブロッカーも一度小さくなってから大きくなっているのは，腕のスイング動作を利用してジャンプしていることを示している。

図 7-3 は，相手ライトサイド攻撃に対する味方センターブロッカーおよびレフトサイドブロッカーの動きを，図 7-2 の場合と同様にしてネット面で示したものである。センターブロ

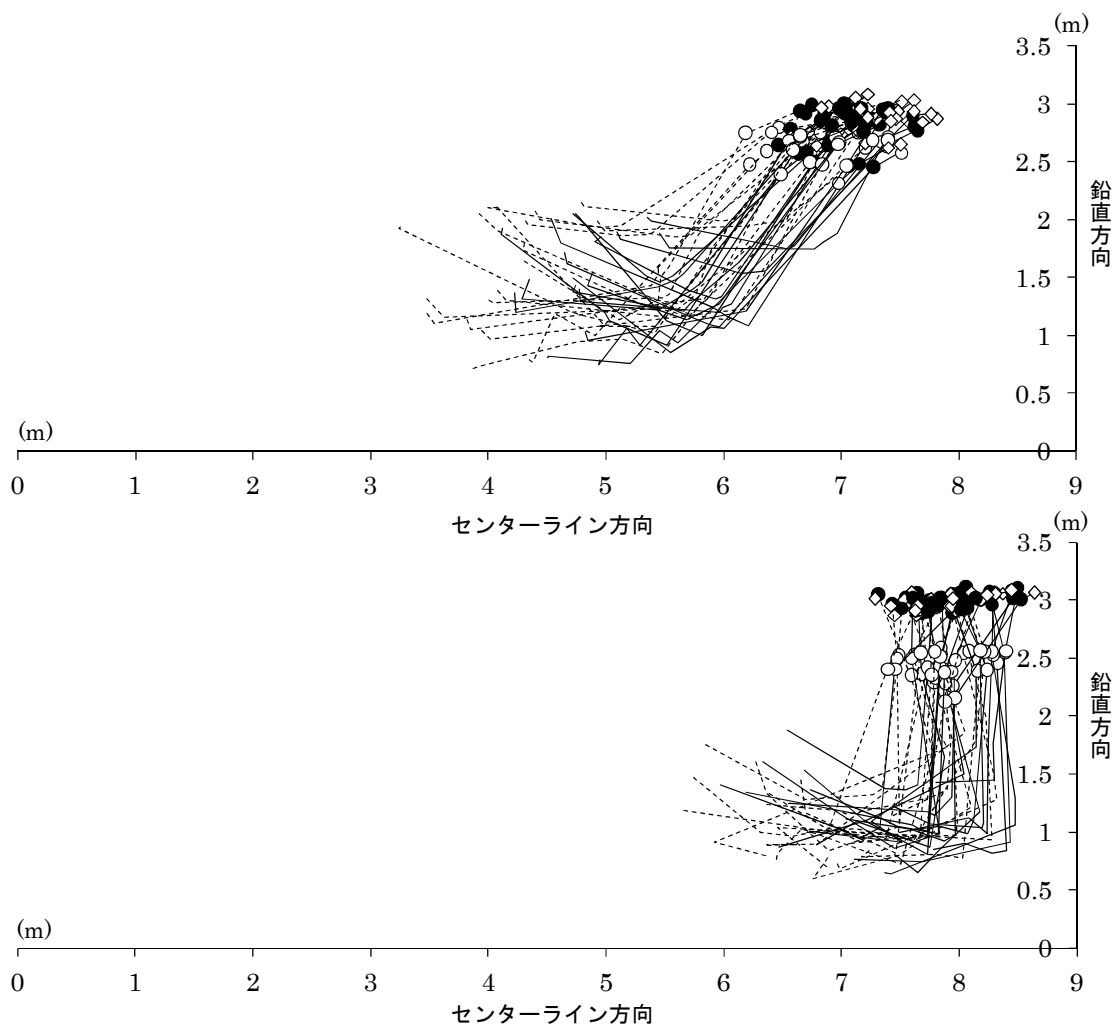


図7-2 レフトサイド攻撃に対するトスボールリリース時の構えの時点からブロックワンタッチ時までの手先の位置変化からみたブロックの動き

原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。上図はセンターブロッカー、下図はライトサイドブロッカーを表し、実線は右手先、破線は左手先を表している。各線上の○印はブロッカー離地時、●印は打撃時、◇印はワンタッチ時（ワンタッチ無の場合は打撃3/60秒後）を表している。

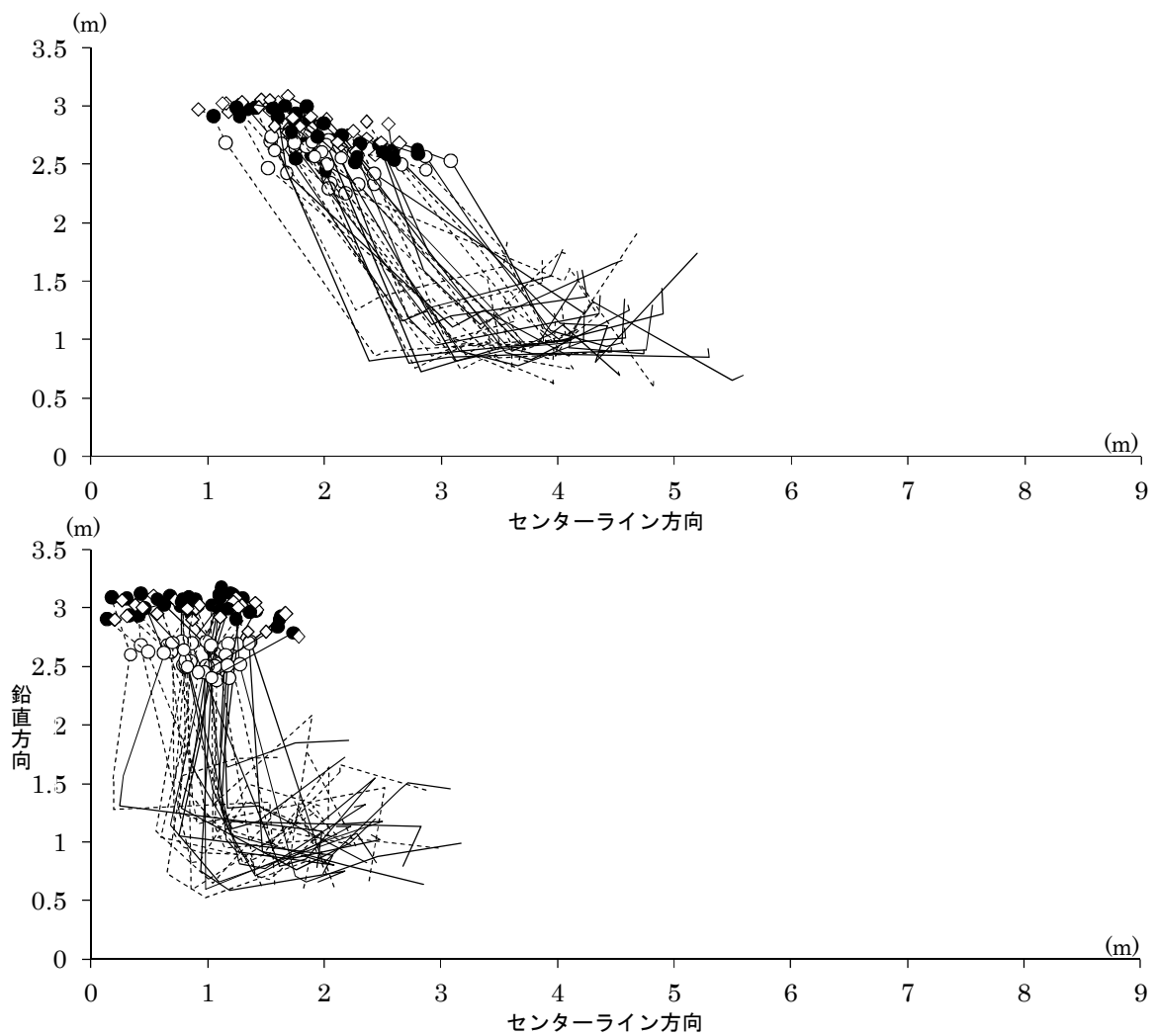


図 7-3 ライトサイド攻撃に対するトスボールリリース時の構えの時点からブロックワンタッチの時点までの手先の位置変化からみたブロッカーの動き

原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。上図はセンターブロッカー、下図はレフトサイドブロッカーを表し、実線は右手先、破線は左手先を表している。各線上の○印はブロッカー離地時、●印は打撃時、◇印はワンタッチ時（ワンタッチ無の場合は打撃 3/60 秒後）を表している。

ッカーおよびレフトサイドブロッカーは、レフトサイド攻撃に対するブロッカーの動きとほぼ左右対称の動きをしている。すなわち、センターブロッカーはコート中央の平均 4.25m の位置に、またレフトサイドブロッカーはサイドラインから約 2m 内側の平均 2.17m の位置で構えている。そしてトスボールがリリースされると、レフトサイドブロッカーは左側に約 1m 移動して、平均 0.93m の位置で踏切離地し、直上に向かってブロックジャンプしている。一方、センターブロッカーは、左側に約 2m 移動し、平均 2.10m の位置でサイドブロッカーよりも平均 0.146 秒遅れて踏切離地し、斜め左上方に向かってブロックジャンプしている。

レフトサイド攻撃のブロックと異なる点は、ライトサイド攻撃の攻撃時間が平均 0.921 秒とレフトサイド攻撃の攻撃時間の平均 0.950 秒より短いため、センターブロッカーおよびサイドブロッカーの離地時刻がそれぞれ平均 0.852 秒、0.706 秒であり、ブロックジャンプのタイミングがレフトサイド攻撃の場合よりも早くなっていることである。

#### 4. 規格化・平均化したブロック動作のスティックピクチャー

図 7-4 は、レフトサイド攻撃に対するセンターブロッカーのブロック動作を、そして図 7-5 は、ライトサイドブロッカーのブロック動作を規格化・平均化したスティックピクチャーで示したものである。センターブロッカーもサイドブロッカーも、構えの姿勢から移動して踏み込み、踏切離地してジャンプするまでのブロック動作を示している。

センターブロッカーについてみると、スプリットステップ終了直後に、左膝関節を伸展させながら体幹全体を進行方向に傾ける。右脚は体幹の傾きを支えるように右膝関節を屈曲させ、右足先を進行方向へ回外する。この右脚の動きは、ステップするのを我慢しているような動きでありステップとみなさなければ、踏切に移る左足を 1 歩目、そして踏切中盤の右足接地を 2 歩目とするツーステップでブロックジャンプしていることになる。

上肢の動作は、移動開始から踏切離地まで上半身をネットに向けたまま、肘関節をやや屈曲させてコンパクトにスイングしている。

ライトサイドブロッカーについてみてみると、右利き選手のスパイカーと同じ足運びで、すなわち 1 歩目を右足から踏み込み、2 歩目の左足を接地させて踏切離地するブロックジャンプを行っている。逆足でなく順足で動作すればよいから、素早い動きにもスムーズに対応できる。ただし、スパイクジャンプの場合と違うところは、右足の位置を越して左足を接地させないところである。右足の位置を越して左足を接地させると、当然、体幹が右側に回転してネットに背を向けることになるから、ブロックするのが難しくなる。なお、スパイクジャンプ様のブロック動作以外に、ネットに正対したまま右側に横移動し、スタンディングでブロックジャンプする例、また右利き選手の逆足となる左足そして右足のツーステップでブロックジャンプする例もあった。

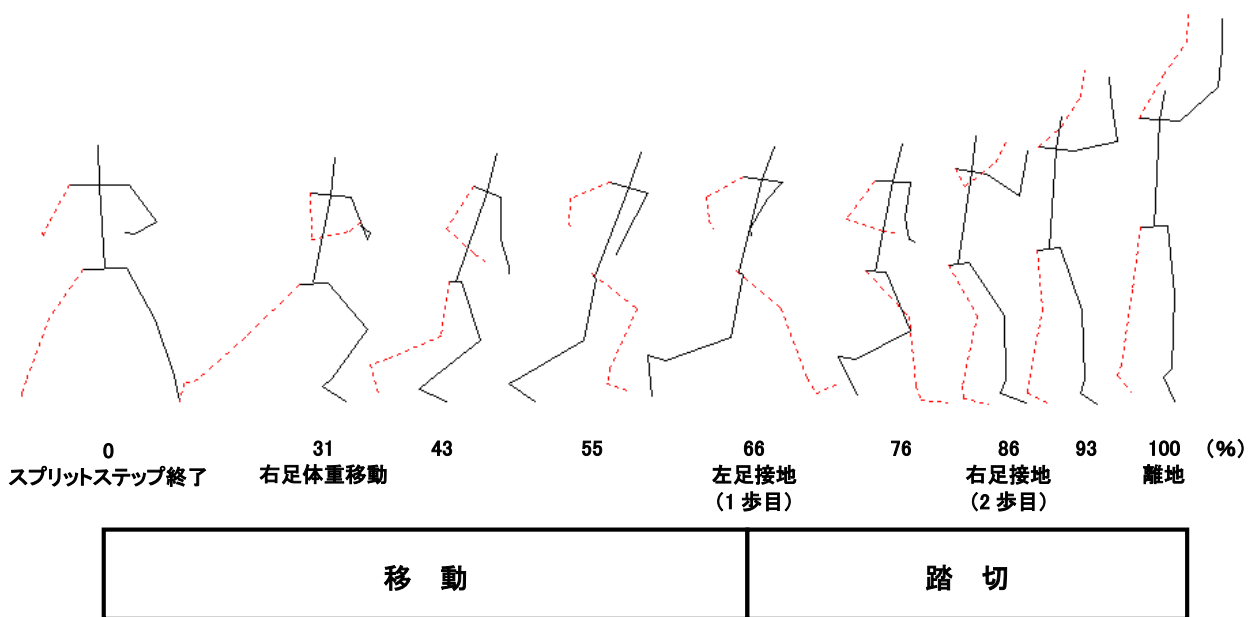


図 7-4 レフトサイド攻撃に対するセンターブロッカーのスティックピクチャー (平均)  
破線の身体部分は左側の腕と脚を示している

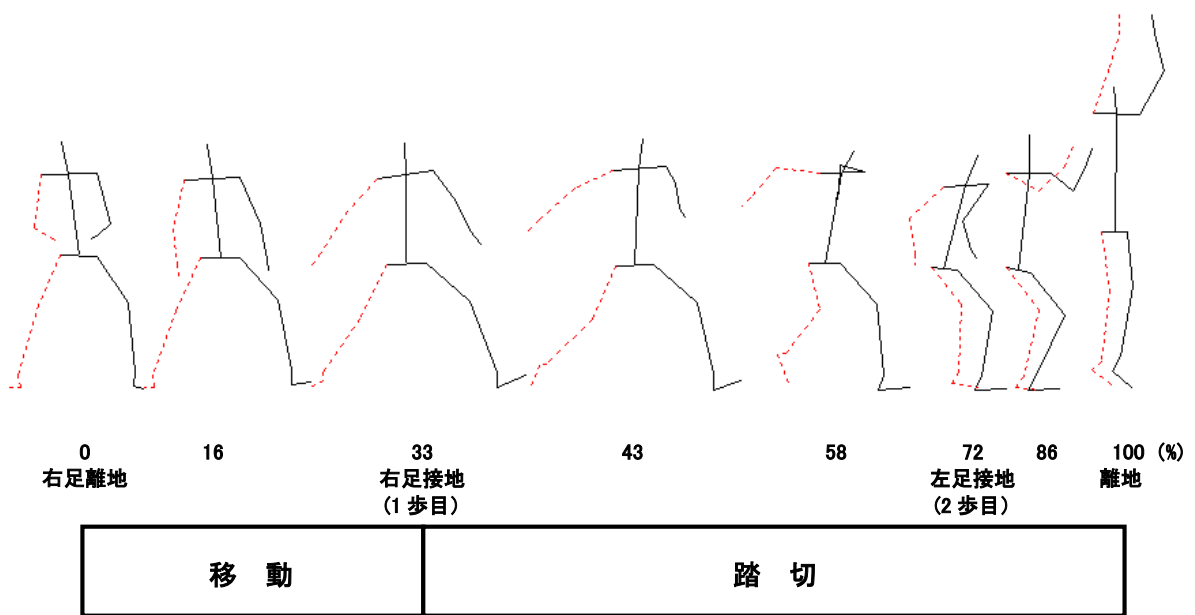


図 7-5 レフトサイド攻撃に対するライトサイドブロッカーのスティックピクチャー (平均)  
破線の身体部分は左側の腕と脚を示している

## 5. サイド攻撃の打撃位置に対するサイドブロッカーの相対位置

図7-6はレフトサイド攻撃そして図7-7はライトサイド攻撃における打撃時のボール中心の Y 成分を 0, すなわち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左右の肩の midpoint の相対位置をコートの上から見たものである。図中の●印は打撃時のボール中心, ○印はサイドブロッカーの左右の肩の midpoint の位置を表し, 十字の印は平均値±1 標準偏差を表している。

ライトサイド攻撃の打撃位置が, レフトサイド攻撃よりもセンターラインから離れた位置にある試技が多いのは, ライトサイド攻撃にはフロントスパイクばかりでなく, バックアタックも含んでいるからである。

サイドブロッカーは, 打撃位置の正面でブロックしておらず, レフトサイド攻撃では平均-0.50m, ライトサイド攻撃では平均 0.59m のコート内側の位置でブロックしている。遅れてブロックジャンプしてくるセンターブロッカーとの間を抜かれない位置であり, 俗に言う間チャンのコースを塞ぐように位置取りしていた。

## 6. 打球方向とサイドブロッカーの腕角度との関係

図7-8は, 打球方向とサイドブロッカーの打撃 3/60 秒後の腕角度との関係を示したものである。そして表3は, 各試技の打球方向およびサイドブロッカーの打撃時から打撃 3/60 秒後までの腕角度変化をまとめて示したものである。

打球方向は, 40~140 度の広い範囲にわたって打ち分けられているが, サイドブロッカーの腕角度は, 右腕が平均 88 度, 左腕が平均 86 度でほぼ一定であり, 打球方向とサイドブロッカーの腕角度との間には有意な関係は認められなかった。

そして, 打撃時から打撃 3/60 秒後までの腕角度変化をみると, 右腕は 85~90 度の範囲で, 左腕は 83~89 度の範囲でほぼ一定であった。つまり打撃直後の時点では, ブロック動作中の腕は, ほぼ体の上方で伸ばした姿勢であり, クロスあるいはストレートの打球コースに対応するような左右の動作となっていないことがわかる。



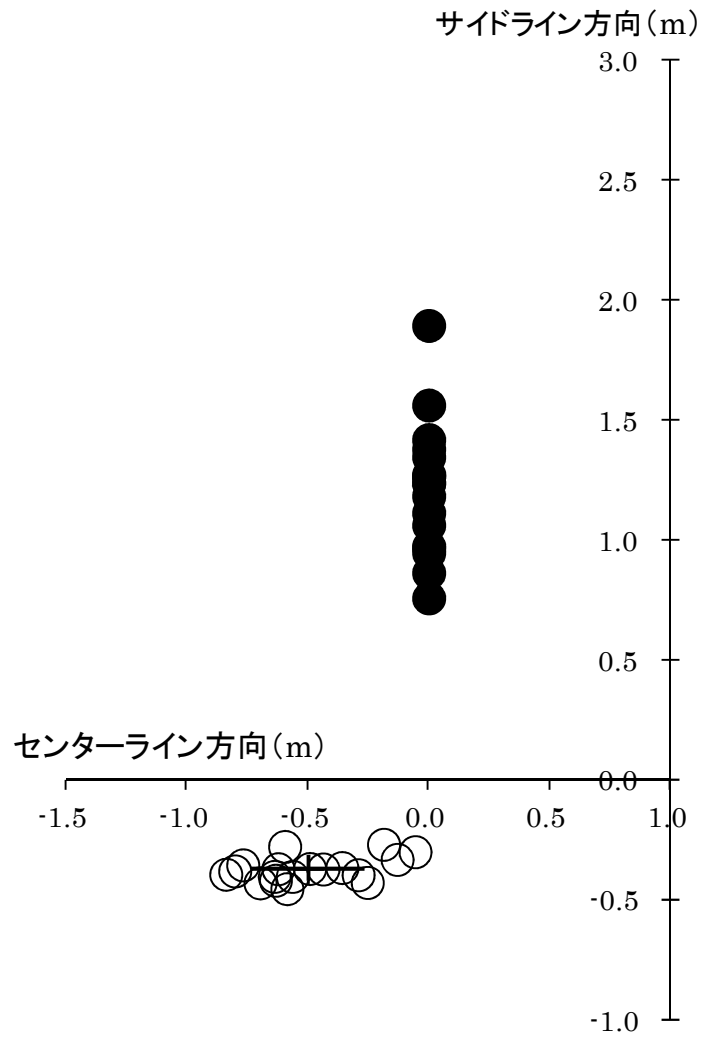


図 7-6 レフトサイド攻撃の打撃位置に対するサイドブロッカーの相対位置

●印は打撃時のボール中心，○印はライトサイドブロッカーの左右の肩の midpoint の位置を示し，十字の印は平均値±1 標準偏差を示す。

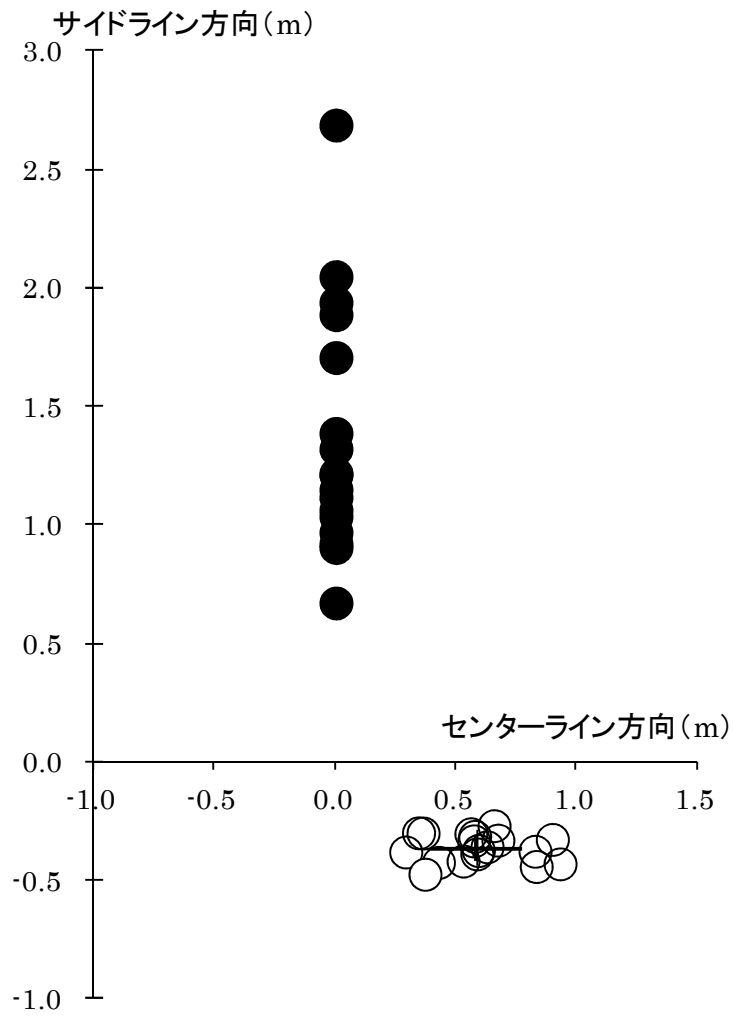


図 7-7 ライトサイド攻撃の打撃位置に対するサイドブロッカーの相対位置

●印は打撃時のボール中心, ○印はライトサイドブロッカーの左右の肩の中心の位置を示し, 十字の印は平均値±1 標準偏差を示す.

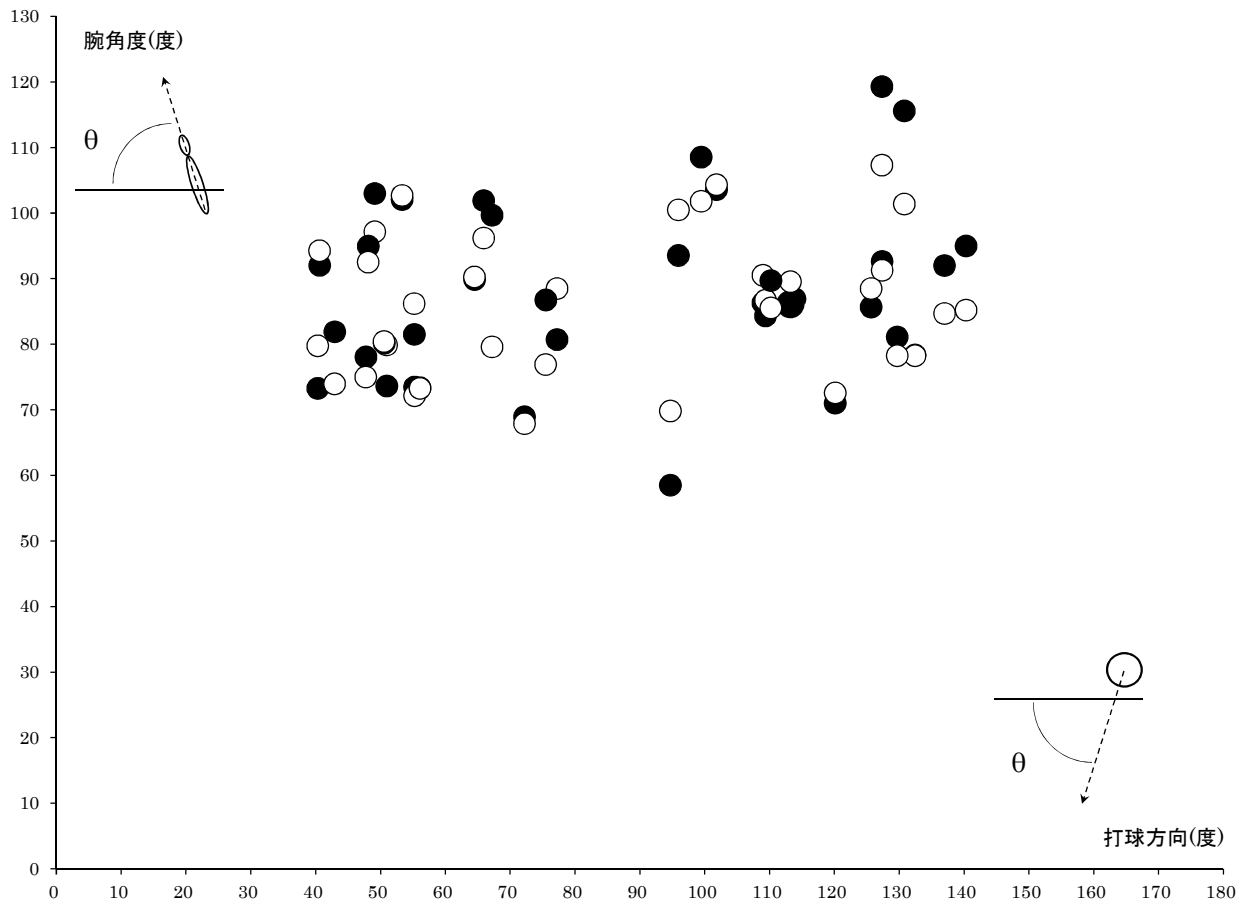


図 7-8 打球方向とサイドブロッカーの打撃 3/60 秒後の腕角度との関係  
 ●は右腕, ○は左腕を表している.

## 第4節 考察

### 1. コンビネーション攻撃のサイド攻撃

クイック攻撃を伴った時間差で、しかも平行トスによる速攻で仕掛けられるサイド攻撃は、ブロックするのが難しい攻撃である。本研究の一流選手がどのようにこの攻撃に対応してブロック成果を出しているのかを分析することにより、コンビネーション攻撃のサイド攻撃に対するブロック技術を明らかにしようとした。

本研究で分析対象としたコンビネーション攻撃は、スパイカーの人数がブロッカーの人数より1人多い4人のコンビネーション攻撃である。競技レベルが高いコンビネーション攻撃であり、ブロック技術を身に付けている選手でなければ防御できない攻撃である。

橋原ほか(2009)は、2006年男子世界選手権におけるブラジル対イタリア戦の4人攻撃を分析し、サイド攻撃のトスボール最高値の平均は、レフトサイド、ライトサイドそれぞれブラジルが3.83m, 3.82m, イタリアが4.18m, 4.06mであった。サイド攻撃の攻撃時間の平均は、レフトサイド、ライトサイドそれぞれ、ブラジルが0.893秒, 0.900秒, イタリアが1.011秒, 0.981秒であった。そして、スパイカー打撃時のボール高の平均は、レフトサイド、ライトサイドそれぞれ、ブラジルが3.10m, 3.11m, イタリアが3.18m, 3.19mであったと報告している。

本研究における4人攻撃のサイド攻撃は、橋原らが報告している一流選手のサイド攻撃とほぼ同等の運動成果を発揮していたといえる。したがって、このコンビネーション攻撃に対抗してい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資料が得られると考えられる。

### 2. センターブロッカー

クイックとパイプの中央攻撃に対するブロックは、攻撃時間が短いので、複数の人数でブロックをすることが難しい。ブロック参加人数が1人になった例が最も多かったが(表7-1参照)、この時にブロックに跳んでいたのはセンターブロッカーであった。また、ブロック参加人数を0人と技能評価した例は、センターブロッカーが跳ぶ動作はしているが、クイックの打撃後に遅れてジャンプした。あるいはCクイックの場合では、センターブロッカーとサイドブロッカーが構えている間の位置で打撃されるので、斜めにジャンプして手を出そうと試みているが届かず、打撃時に白帯より上に手が出ていない。いずれもブロックとしての機能を果たしていない事例であった。

このように、クイックとパイプの中央攻撃にセンターブロッカーが多くかかわっているのは、センターブロッカーが構えている位置の近くでクイックとパイプの中央攻撃が行わ

れるからである。コンビネーション攻撃の各攻撃に対するブロックに役割分担があるとすれば、クイックとパイプの中央攻撃に対するブロックは、センターブロッカーが中心となって役割を担っていると言うことができる。

サイド攻撃に対するブロックでは、センターブロッカーのジャンプのタイミングがサイドブロッカーよりも遅れた（表 7-2 参照）。コンビネーション攻撃のトスがコート中央からの攻撃でないことを確認してから移動を開始しなければならないこと、時間的余裕がなく、コート中央からコートサイドまでの長い移動距離を素早く移動しなければならないからである。そのために、最小限のステップで移動している。レフトサイド攻撃に対しては、逆足の左足（1 歩目）そして右足（2 歩目）、またライトサイド攻撃に対しては順足の右足（1 歩目）そして左足（2 歩目）を接地させるツーステップで踏切動作している。ツーステップで移動するためには、移動開始時に脚をクロスオーバーしなければならない。クイックとパイプの中央攻撃の打撃位置の違いに広範囲で対応しようとスタンスを広くとって構えているから、一度進行方向の脚へ体重移動して動作のきっかけを作らなければ、クロスオーバーが開始できない（図 7-4 参照）。進行方向への体重移動するだけで、1 歩踏み出してクイックスリーステップにしないところが、動作時間を節約した工夫であると考えられる。

このように素早く動作しても、ブロックの踏切離地位置がサイド攻撃の打撃位置まで届かず、腕を斜め上方に上げながらジャンプし、空中で上昇中にブロックワンタッチしている（図 7-2 および図 7-3 参照）。センターブロッカーが長身選手であるからリーチを活かしてブロックワンタッチをとれているが、形態的要因が利用できない身長が低いセンターブロッカーであれば、スカウティング情報を活用したり、セッターの動きを観察して予測する以外に、現状ではサイド攻撃をブロックするのは不可能と言わざるを得ない。

### 3. サイドブロッカー

サイドブロッカーのステップは、レフトサイド攻撃でもライトサイド攻撃でもスパイクの場合と同じ右足（1 歩目）そして左足（2 歩目）の順足で踏切動作をしていた（図 7-5 参照）。日頃使い慣れたスパイクと同様のステップと腕のスイング動作で踏切動作をすれば、スタンディングジャンプ動作のブロックよりも、水平方向の運動量を利用できるので、ブロックジャンプの跳躍高を高めることができる。サイドブロッカーが長身選手でない場合、スタンディングジャンプよりもスパイク様の順足ジャンプを使用する方が、ブロック高の点からみれば有利であると考えられる。

サイドブロッカーのブロック位置は、サイド攻撃の打撃位置の正面ではなく、レフトおよびライト攻撃ともにコートの内側でブロックに跳んでいた（図 7-6 および図 7-7 参照）。そして腕は、打球方向の違いにより左右に動かさず、体の前上方で伸展させた姿勢を維持してブロックしていた（図 7-8 参照）。これは、センターブロッカーが遅れて、サイドブロ

ッカーが 1 人でサイド攻撃のブロックをする状況を想定して，コートの中へスパイクされたらレシーバーが誰もいなくて守備できないけれど，左右に打ち分けた打球はレシーバーに任せるとみなして採った動きであると考えられる．しかし，レシーバーの配置状況については分析しておらず，これ以上の詳細は本研究のデータの範囲では検討することができないので，これは今後の課題として研究を進めて行くべきである．

## 第5節 まとめ

本研究の目的は、コンビネーション攻撃のサイド攻撃に対するセンターブロッカーとサイドブロッカーのブロック動作を3次元動作分析（DLT法）し、平行トスに対する組織ブロックの技術特性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. ほとんどのケースにおいて、センターブロッカーは、進行方向の脚に体重移動する動作はするが、1歩踏み出すことはせず、移動時間を節約したツーステップの足運びで踏切動作をしていた。しかし、踏切離地位置がサイド攻撃の打撃位置まで届かず、斜め上方に腕を伸ばしてブロックジャンプし、ブロックワンタッチしていた。
2. 形態的要因が利用できない身長が低いセンターブロッカーは、クイックとパイプの中央攻撃に対するブロックの役割を担った後、平行トスによるサイド攻撃の防御に参加するには、予測により反応動作を早くする以外は不可能であると考えられた。
3. サイドブロッカーは、打撃位置の正面ではなく、約0.5mインナーの位置でブロックに跳んでいた。平行トスによるサイド攻撃を1人ブロックで防御することを想定して、レシーバーがいないコート中央への打球コースを塞ぐ位置でブロックしたものと考えられた。

## 第 8 章 強打スパイクに対する後衛プレイヤーのスパイクレシーブ技術

### 第 1 節 研究の目的と取り組み方

#### 1. 研究の目的

バレーボールの男子トップレベルのゲームでは打球速度が時速 100km (27.8m/s) を超えるほど速く、予め打球コースに入っていなければレシーバーは反応できないため打球に触れるのも困難である。豊田・山口 (1966) は、時速 100km の打球をバレーボールコート後方のエンドライン (ネットから 9m) でレシーブする場合、空気抵抗による減速を除けば打球は 0.33 秒で到達するため、全身反応時間が 0.33 秒以上かかるならばレシーブするのは理論的に不可能であると述べている。幸いにも、レシーバーがボールに触れることができたとしても、時速 100km を超える打球を、自陣のコート内に返球することは容易ではない。そのため、「スパイクが全力で打たれた場合人間の反射能力の限界ぎりぎりですプレーしなければならない」(日本バレーボール協会編, 1988) ことから、スパイクレシーブは難しい技術であるとされている。しかし、相手の得点を阻止するためにはブロックを抜けてきた打球をレシーブし、守備から攻撃に転じて得点しなければゲームに勝利することはできないため、スパイクレシーブは重要な守備プレーである。

実際の指導場面におけるレシーブ指導については、スパイクが打たれる前には止まるように「打球コースへの位置取り、構え方」の指導が行われる。というのも、スパイクレシーブの技術遂行はスパイク打撃前に起きることから (Liskevych & Neville, 1997; セリンジャー・アッカーマン, 1993), 「プレイヤーは、攻撃の直前に重心を前にして、止まるべきである」(Neville, 2004), 「スパイクが打たれる前にレシーバーは止まる」(金子, 2001; 小糸, 2001) ということが広く知られており、構えの仕方とタイミングの指導が一般的に実践されている。

このようにスパイクレシーブにおける位置取りと構えは、重要な守備技術であるのだが、近年のトップレベルチームのゲームでは、4 人攻撃の攻撃時間が短く、トスリリース後、約 1 秒以内にしかけられるため (例えば、橋原ら, 2009), セッターのトス方向を確認後、守備側選手は素早く移動して位置取りをし、スパイカーの打撃に備えなければ間に合わない。つまり、時間的な制約が、味方の前衛ブロッカーが打球コースを塞ぐことを困難にし、さらにはスパイカーのみならず味方ブロッカーにも対応しなければならない後衛レシーバーの運動課題をますます困難なものにしている。

スパイクレシーブに関する研究では、大学生を対象とした構えと反応時間 (北村ほか, 1985; 下敷領・砂本, 1980; 豊田・古沢, 1982), トップレベルチームを対象とした守備位置 (勝本, 1989; 佐賀野ら, 1998), レシーバーの移動量と構えのタイミング (吉田, 2011; 吉田・吉田, 2001) について報告されている。



しかし、これまでの研究では、構えの重要性、打撃直前に構えるタイミングが存在するという主張では一致しているものの、打球コースにどのように素早く移動し構えるのかについては明らかにされていない。また、現在、男子トップレベルで主流となっている 4 人攻撃に対する守備を定量的に調べた報告は、佐賀野ら（1998）以外に見当たらない。

佐賀野ら（1998）は、FIVB ワールドカップ 1995 男子大会（1995 年 11 月 23 日広島グリーンアリーナ）におけるイタリア対日本戦（大会結果はイタリア 1 位、日本 5 位）を対象として S-VHS ビデオで撮影し、2 次元 DLT 法を用いて 4 人のスパイカーによるコンビネーションからのレフトサイド攻撃に対する守備システムを調べている。その結果、スパイクレシーブの構えをした瞬間における後衛の守備位置は、イタリアチームと比較して日本チームでばらつきが大きかった。スパイク打撃時においては、イタリアチームでは構え時より全体的に後退しており、後衛レフトと後衛センターは左寄り、後衛ライトは右寄りに移動していたが、日本チームでは後衛センターの位置はばらつきが大きかったと報告している。しかしながら、事例研究であることから、一流選手のレシーブ動作の一般的な傾向を見いだせているとはいえない。

このように、スパイクレシーブ技術について指導書では動作の仕方について説明されているものの、スパイクレシーブ動作を対象とした研究は乏しく定量化はされておらず、レシーブの運動成果と運動過程の関係について明らかにされているとはいえない。

先に述べたように、打球速度の速いスパイクをレシーブする場合、レシーバーがスパイクインパクト後に移動する時間的余裕はない。言うまでもなく、トップレベルチームの攻撃時間は短いのでさらにその余裕はないため、レシーバーは打撃される前に打球コースに入り位置取りし構えた後、レシーブ面を打球に対応させてボール操作する両腕の動きが運動成果を上げるために重要な動きとなる。そこで本研究では、これら一連のスパイクレシーブ技術の運動過程について、打球コースに入り構えるための移動動作である下肢の動きおよびボール操作する上肢の動きに着目し、一流選手が、球速の速い打球のレシーブをどのように遂行しているのか、つまり、どのように打球コースに入って構え、ボール操作しているのかについて明らかにすることで、難しいと言われているスパイクレシーブ技術に貢献する基礎資料を得ることを目的とする。

## 2. 研究の取り組み方

多和（1972）は、運動技術の定立について、運動動作をできるだけ正確に観察する方法を考え、その運動動作の中から、合目的かつ経済的な方法を発見するためには、力学的・生理学的・解剖学的・形態学的な原理原則に適合するものの存在を確認することが必要である、と述べている。したがって、本研究では、3 次元動作分析法（DLT 法）を採用し、守備の専門的技術を有してその技術が発揮されていると考えられる国際大会競技中の

一流選手のレシーブ成功試技に着目し、選手内、選手間の複数の試技を分析することで一流選手に内在する動きを抽出する。そこから得られたデータの傾向、共通にみられる動きを検討することで、一流選手が遂行する合理的なレシーブ動作を明らかにする。

## 第2節 研究方法

### 1. 分析対象

2011年11月24, 25日に開催された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, アルゼンチン対キューバ, ポーランド対イラン, セルビア対日本, イラン対アルゼンチン, キューバ対セルビア, 日本対ポーランドチームの6試合, 合計27セットにおける強打した攻撃に対するレシーブを分析対象とした.

### 2. 分析試技の決定

試合会場で撮影したビデオを, 後日パソコンに取り込み観察することにより国際公認コーチ資格保持者が全試技を評価した. 本研究では, 男子バレーボール国際競技会におけるスパイカーが強打した攻撃に対するレシーブの内, 1) ブロッカーに接触しなかった強打攻撃に対するレシーブ動作, 2) 味方コート(9m×9m)内にボールが上がったレシーブ動作, 3) アンダーハンドによるレシーブ動作, このような条件の全てを満たしている合計34試技(リベロ18試技, その他の選手16試技)のレシーブ動作を分析試技として選択した.

### 3. 試合の撮影

試合の撮影は, 3台のCCDカメラ(Victor社製TK-C1381)それぞれにDVカメラ(SONY社製DCR-TRV30)をS端子ケーブルで接続したものを使用した. カメラは, エンドライン後方および各コートのサイドライン後方の2階通路に設置し床面に固定した. 撮影範囲としてコート横幅9mが映るように設定し, 試合開始から終了まで毎秒30コマ, シャッタースピード1/500秒で撮影した. 較正点は試合の前に撮影し, バレーボールコートの8カ所に設置した較正器に加えてネット白帯とアンテナの交点, バレーボールコート床面のセンターラインとサイドラインの交点も使用した(Walton, 1979).

### 4. データの解析

本研究では, 3台のカメラから得られた映像をパーソナルコンピューターに動画編集ソフト(VirtualDub)を用いてキャプチャーし, インターレース解除後, 毎秒30コマから毎秒60コマへフレームの倍加, 画像解析ソフトへ取り込むための映像ファイルの非圧縮化を行

い分析試技の各画像を整理した。得られた画像は、画像解析ソフト (ImageJ) により手動でデジタイズし 2 次元座標を検出した。その後、DLT 法 (Walton, 1979) により 3 次元座標を算出し、Visual Basic による自作の分析プログラムを用いてデータ解析を行った。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~0.008m, Y 方向 (センターライン方向) が 0.008m~0.018m, Z 方向 (鉛直方向) が 0.006m~0.008m であった。

## 5. 各種測定項目と算出法

### (1) レシーブ技能の評価

強打による攻撃が仕掛けられた回数 (994 回) の内、ブロックに接触しなかった打球を守備した回数 (守備総数: 477 回) に対して遂行されたレシーブ技能を評価し、リベロおよびその他の選手のレシーブに分類整理した。

技能評価については、打球がブロッカーにもレシーバーにも接触せず直接コートに落ちた回数 (SPK 決定)、打球がアウトになった回数 (SPK ミス)、レシーブが成功し相手コートへ返球した回数 (レシーブ成功)、レシーブしたが相手コートへ直接返球しラリーが継続した回数 (レシーブ返球)、触球したがラリーが継続せず相手コートへ返球できなかった回数 (レシーブ失点)、として分類整理した。

### (2) 運動成果について

#### ① 攻撃時間

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

#### ② レシーブボールの頂点位置

レシーブボールの頂点位置は、レシーブ後のボール軌道の頂点とし、レシーブインパクト直後 3 コマのボール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。

### (3) レシーバーの位置取り

レシーバーがコート内でどこに位置取りをしているかを検討するために、セッタートスインパクト時およびレシーブインパクト時におけるレシーバーの位置として、レフトサイドラインとセンターラインの交点を原点としてレシーバーの左右腰関節中心の midpoint 座標の 3 次元位置を求めた。

### (4) レシーバーインパクト範囲

レシーブインパクト時点におけるアンダーハンドでのレシーブインパクト範囲を検討するために、レシーバーの左肩から右肩方向のベクトルを座標変換して統一し、左右肩関節中心の midpoint 座標を原点とした、ボール中心座標との相対位置を求めた。また、レシーブインパクト時における、レシーバーの左右肩関節中心の midpoint 位置（原点）からボール位置へ向かうベクトルと X 軸（前後方向）が形成する角度も求めた。

### (5) レシーバーのステップ

スパイカー打撃時前後のレシーバーのステップタイミングを検討するために、スパイカー打撃時を 0 時刻として、打撃時前後のレシーバーの両足離地（Pr1 歩目離地，Pr2 歩目離地）および接地（Pr1 歩目接地，Pr2 歩目接地）した時間を求めた。

### (6) レシーバーの腰部高

スパイカー打撃時前後のレシーバーの構えを検討するために、レシーバーの腰部高については、スパイカー打撃時を 0 時刻として、スパイカー踏切 2 歩目接地時からレシーバーのレシーブインパクト時までの左右腰関節中心の midpoint と床面からの鉛直距離を求めた。

### (7) レシーバーの守備範囲

レシーバーがレシーブインパクト直前に構えた位置からどのくらいの範囲の打球をレシーブしているかを検討するために、レシーブインパクト直前の構え位置、つまり打撃直前のプレジャンプ動作 2 歩目接地時（Pr2 歩目接地時）における、レシーバーの左右腰関節中

心の中点座標の 3 次元位置を求め、レシーバーの左腰から右腰方向のベクトルを座標回転して統一し、左右腰関節中心の中点座標を原点としたレシーブインパクト時のボール中心座標との相対位置を求めた。

### 第3節 結果と考察

#### 1. レシーブ技能評価

表 8-1 は、レシーブ技能評価をまとめたものである。分析対象の試合 27 セット中、強打攻撃の回数は、サーブレシーブからの攻撃が 665 回、ラリーからの攻撃が 329 回の合計 994 回であった。この内、ブロックに接触しなかった打球を守備した回数は 477 回（守備総数）であった。そして、この 477 回の内、レシーバーが触球せず直接コートにボールが落ちたものが 224 回（SPK 決定）、スパイクがアウトになったものが 53 回（SPK ミス）、レシーブ成功が 69 回、レシーブをしたが相手コートへ直接返球したものが 9 回（レシーブ返球）、レシーバーが触球したがラリーが継続せず相手コートへ返球できなかったものが 122 回（レシーブ失点）であった。また、レシーブ成功した 69 回の内、レシーブがコート内にあがったものは 49 回であった。このレシーブが成功しコート内にあがった 49 回の内、34 回を本研究で分析の対象とした。

ブロッカーにもレシーバーにも接触せず直接コートにボールが落ちて相手の得点になったもの（SPK 決定）は 224 回であり、強打を守備した回数（477）の 47% を占める。また、レシーバーが触球するがラリー継続できずに失点した回数（122）は 26% であり、レシーブ成功するのは実に全体の 14% に過ぎない。これは、男子トップレベルの場合、速度の速い打球をレシーブすること自体が困難であることを示唆している。

レシーブ失点をみてみると、リベロ以外の選手（その他）の失点は 93 回で失点の 76% を占めており、その他の選手の失点が多いことを示している。また、レシーブ返球をみてみると、リベロが相手コートへ直接返球した試技は 0 回であった。これらのことは、リベロのボールコントロール技術がそれ以外の選手より優れていることを示唆している。

#### 2. 分析試技の特徴およびリベロの特徴

表 8-2 は、分析試技の特徴、表 8-3 はリベロの特徴（FIVB, 2011）を示している。なお、試技 No.1~No.18 はリベロ、試技 No.19~No.34 はその他の選手の試技である。

相手チームの攻撃時間（セッタートスリリース時～スパイカー打撃時まで）については、最も攻撃時間が短いクイック攻撃では 0.283 秒～0.433 秒の範囲にあり平均で 0.361 秒（SD = 0.055）、パイプ攻撃では 0.683 秒（1 試技のみ）であった。また、コンビネーション攻撃で仕掛けられたサイド攻撃では、0.783 秒～1.233 秒の範囲にあり平均で 0.990 秒（SD = 0.146）、2 段トスからのサイド攻撃では、1.217 秒～2.067 秒の範囲にあり平均で 1.491 秒（SD = 0.290）であった。

表 8-1 レシーブ技能評価

攻撃総数	守備総数	守備総数内訳							
		SPK決定	SPKミス	レシーブ成功		レシーブ返球		レシーブ失点	
				リベロ	その他	リベロ	その他	リベロ	その他
994	477	224	53	30(26)	39(23)	0	9	29	93

※( )内は、コート内にレシーブを上げた数。

攻撃総数：強打による攻撃が仕掛けられた回数

守備総数：強打がブロックに接触せず飛来した打球の回数で、SPK 決定、SPK ミス、レシーブ数の合計

SPK 決定：ブロック、レシーブ触球せずにスパイクが決定した回数

SPK ミス：スパイクがアウトになった回数

レシーブ成功：ブロックワンタッチ無、レシーブが成功し相手コートへ返球した回数

レシーブ返球：レシーブしたが相手コートへ直接返球しラリー継続した回数

レシーブ失点：ブロックワンタッチ無、レシーブしたがラリーが継続せず返球できなかった回数

その他：リベロ以外の選手



表 8-2 分析試技の特徴

試技 No.	選手名	所属	攻撃種類	攻撃時間 (sec)	離地ー打撃 (sec)	上腕スイングー打撃 (sec)	打撃ーレシーブ (sec)	BK参加人数 (人)	角度 (deg)	備考
1	Rosic Nikola	SRB	L	1.067	0.433	0.200	0.400	2	25	4人攻撃
2	Gutierrez Torna Keibel	CUB	L	1.233	0.283	0.167	0.400	1	17	3人攻撃
3	Rosic Nikola	SRB	L	1.250	0.417	0.183	0.333	2	32	2段トス
4	Gutierrez Torna Keibel	CUB	A	0.383	0.367	0.200	0.317	1	46	4人攻撃
5	Rosic Nikola	SRB	R	0.917	0.367	0.183	0.283	1	27	4人攻撃
6	Gutierrez Torna Keibel	CUB	L	0.783	0.400	0.233	0.350	1	26	4人攻撃
7	González Alexis	ARG	L	1.283	0.333	0.183	0.400	2	32	2段トス
8	Hossein Ali	IRI	L	1.217	0.300	0.200	0.400	2	17	2段トス
9	Hossein Ali	IRI	RB	1.200	0.550	0.233	0.367	2	18	4人攻撃
10	Hossein Ali	IRI	RB	1.500	0.400	0.217	0.350	2	12	2段トス
11	Rosic Nikola	SRB	A	0.283	0.367	0.150	0.317	1	22	4人攻撃
12	Nagano Takeshi	JPN	B	0.350	0.400	0.183	0.283	1	59	4人攻撃
13	Nagano Takeshi	JPN	RB	1.750	0.333	0.200	0.450	3	31	2段トス
14	Nagano Takeshi	JPN	L	1.300	0.400	0.217	0.400	2	13	2段トス
15	Nagano Takeshi	JPN	RB	1.167	0.317	0.183	0.350	1	27	3人攻撃
16	González Alexis	ARG	L	0.900	0.433	0.183	0.450	2	14	4人攻撃
17	Hossein Ali	IRI	R	1.350	0.350	0.200	0.300	1	17	2段トス
18	Gutierrez Torna Keibel	CUB	A	0.433	0.367	0.250	0.350	1	26	4人攻撃
19	Leon Venero Wilfredo	CUB	L	1.017	0.300	0.200	0.467	2	41	4人攻撃
20	Hernandez Ramos Fernando	CUB	RB	2.067	0.367	0.200	0.450	1	15	2段トス
21	Zarini Hamzeh	IRI	L	0.817	0.333	0.217	0.433	2	39	4人攻撃
22	Quiroga Rodrigo	ARG	RB	0.967	0.350	0.200	0.350	1	49	4人攻撃
23	Crer Pablo	ARG	L	0.783	0.333	0.183	0.383	1	25	4人攻撃
24	Conte Facundo	ARG	L	0.817	0.383	0.217	0.367	1	24	4人攻撃
25	Miljkovic Ivan	SRB	RB	1.117	0.383	0.200	0.467	2	35	4人攻撃
26	Miljkovic Ivan	SRB	L	0.983	0.400	0.200	0.350	2	38	3人攻撃
27	Miljkovic Ivan	SRB	RB	1.700	0.467	0.250	0.450	3	21	2段トス
28	Miljkovic Ivan	SRB	P	0.683	0.317	0.183	0.317	2	25	4人攻撃
29	Abe Yuta	JPN	L	1.117	0.300	0.167	0.367	1	26	4人攻撃
30	Kamalvand Arash	IRI	A	0.400	0.467	0.317	0.367	0	24	4人攻撃
31	Fayazi Damnabi Pourya	IRI	A	0.317	0.350	0.250	0.333	0	22	4人攻撃
32	Quiroga Rodrigo	ARG	RB	1.033	0.350	0.183	0.467	1	19	3人攻撃
33	Solé Sebastian	ARG	L	1.033	0.417	0.183	0.417	2	29	4人攻撃
34	Conte Facundo	ARG	RB	1.067	0.383	0.200	0.317	2	51	4人攻撃
		平均			0.374	0.203	0.376		28	
		SD			0.056	0.031	0.055		11	

試技 No. : 試技 No. 1~18 はリベロ, No. 19~34 はその他の選手の試技を表している。

所属 : SRB はセルビア, CUB はキューバ, ARG はアルゼンチン, IRI はイラン, JPN は日本チームを表している。

攻撃種類 : L はレフトサイド, R はライトサイドからの攻撃を表している。また, RB はライトサイドからのバックアタック, P はパイプ, A は A クイック, B は B クイック攻撃を表している。

攻撃時間 : セッタースリリース時からスパイカー打撃時までの時間。

離地ー打撃 : スパイカー離地時からスパイカー打撃時までの時間。

上腕スイングー打撃 : スパイカー上腕スイング時からスパイカー打撃時までの時間。

打撃ーレシーブ : スパイカー打撃時からレシーブインパクト時までの時間。

BK 参加人数 : ブロックに参加した人数。打撃時にブロkkerの手先がネット白帯より上に出ていればブロック参加とした。

角度 : 左右肩関節中心の中点位置 (原点) からボール位置へ向かうベクトルと X 軸 (前後方向) が形成する角度。

表 8-3 リベロの特徴

選手名	所属	身長 (m)	SJ (m)	BJ (m)	Excel lents	Faults	In play	TA	AV	順位
Rosic Nikola	SRB	1.92	3.28	3.15	204	68	108	380	4.74	4
Gutierrez Torna Keibel	CUB	1.78	3.05	2.95	186	69	116	371	4.23	6
González Alexis	ARG	1.84	3.21	3.00	169	50	116	335	4.02	7
Nagano Takeshi	JPN	1.76	3.10	3.00	157	44	98	299	3.93	8
Hossein Ali	IRI	1.80	3.00	2.90	39	18	33	90	0.95	15
	平均	1.82	3.13	3.00						
	SD	0.06	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

Excelents: リベロが遂行する技術 (レセプション, ディグ, セット) の中でよいプレーの本数

Faults: 失点につながったプレーの本数

In play: 上記 "Excelents" には分類されないが失点でなくラリーを続けることができた本数

TA (Total Atts) : プレーの総数

AV (Average by set) : 1 セット当たりの平均成功本数 (Excelents/セット数)

順位 : 2011 ワールドカップのリベロ賞ランキング

※FIVB ホームページより引用

<<http://www.fivb.org/EN/volleyball/competitions/WorldCup/2011/men/>>

スパイカー離地からスパイカー打撃までの時間は平均で 0.374 秒 (SD = 0.056), 上腕スイング開始時からスパイカー打撃までの時間は平均で 0.203 秒 (SD = 0.031), 打撃からレシーバーのレシーブインパクトまでの時間は平均で 0.376 秒 (SD = 0.055) であった。

この攻撃時間については, これまでに, ブラジル男子チームのクイック攻撃の平均 0.399 秒, レフトサイド攻撃の平均 1.025 秒, ライトサイド攻撃の平均 0.885 秒 (西ら, 2012), 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 (金, 2000), が報告されている. 本研究の分析試技は, これまでの一流選手の攻撃時間と同等の運動成果が発揮されていることから, これらの攻撃に対応したレシーブ動作を分析することにより, 速度の速い打球をレシーブする技術を明らかにできると考えられる.

### 3. レシーブボール頂点位置

図 8-1 は, レシーバーがレシーブによって上げたボール軌道の頂点をレシーブボール頂点位置としてコート真上からみたものである. 原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点であり, ○印はリベロ, ●印はその他の選手がレシーブしたボールの頂点, +字の印は平均値±1 標準偏差を示している.

頂点位置は, センターラインから 1.48m~7.57m の範囲にあり平均で 4.44m (SD = 1.45), サイドラインから 0.41m~8.10m の範囲にあり平均で 4.27m (SD = 1.54) であった. 全体的にみても, ばらつきは大きいレシーバーはボールをコート中央付近に送球しようとしていたことが示唆される. リベロのレシーブでは, 左側サイドラインからおよそコートの 3 分の 2 の範囲に送球されていたが, リベロの位置取りが 18 試技全て後衛レフトであったことによるものと推察される.

### 4. レシーブインパクト時のレシーバーの位置

図 8-2 は, コンビ攻撃におけるセッタートスインパクト時 (左図) およびレシーブインパクト時 (右図) のレシーバーの左右腰部関節中心の midpoint 位置をレシーバーの位置, また図 8-3 は, 2 段トスからの攻撃におけるセッタートスインパクト時 (左図) およびレシーブインパクト時 (右図) のレシーバーの左右腰部関節中心の midpoint 位置をレシーバーの位置として, コート真上からみたものである. 原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点であり, ○・●・●印はバックレフト, △・▲・▲印はバックセンター, □・■・■印はバックライトの選手の位置を表している. また, ○・△・□印はレフトサイド攻撃, ●・▲・■印はセンター攻撃 (クイック・パイプ), ●・▲・■印はライトサイド攻撃 (バックアタック含む) の選手の位置を表している.

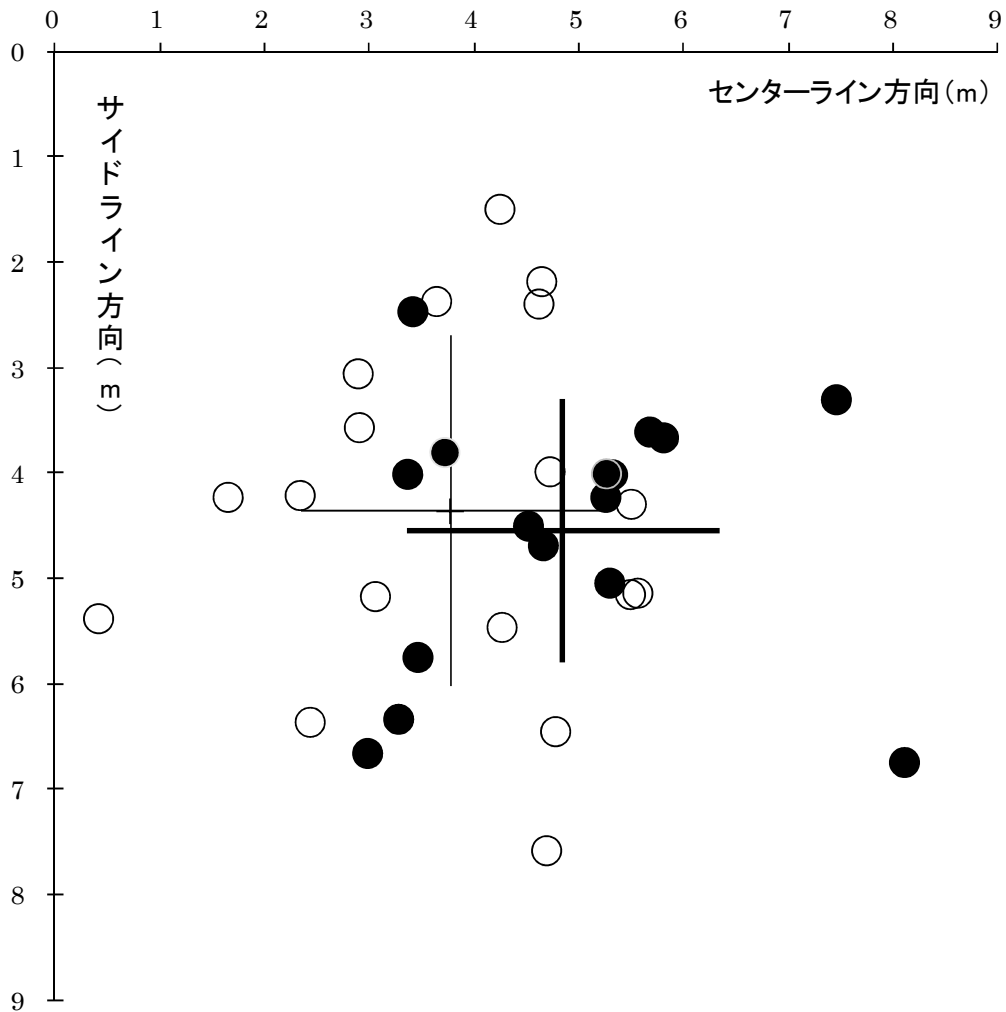


図 8-1 レシーブボール頂点位置 (34 試技)

原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。○印はリベロ、●印はリベロ以外の選手がレシーブしたボールの頂点位置を表している。十字の印は平均値±1 標準偏差を示す。(十字が細い方がリベロのもの)

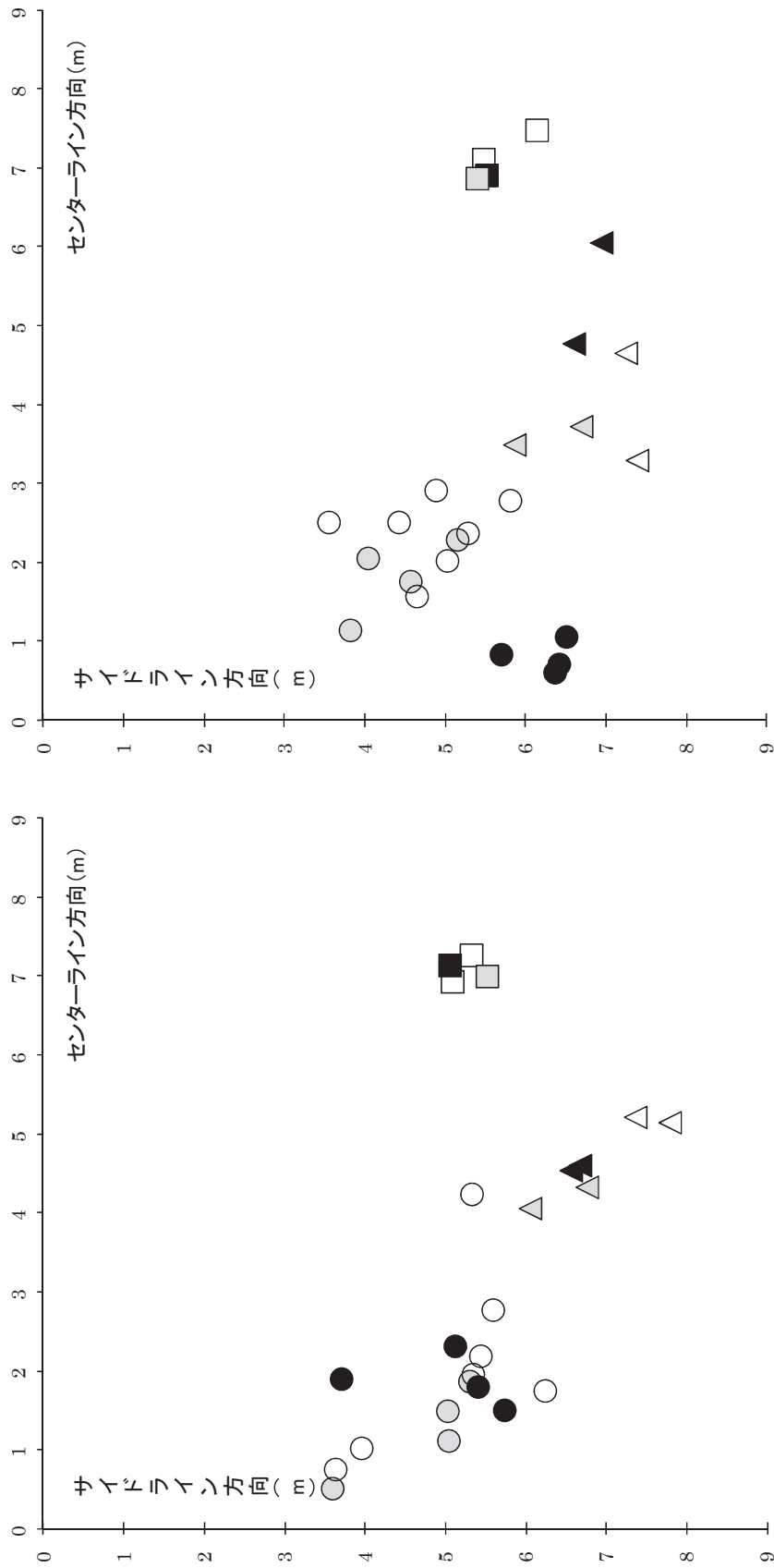


図8-2 コンビ攻撃におけるレシーバーの位置取り (25試技)

左図はトスインパクト時、右図は打撃時。原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点、○・●印はバックレフト、△・▲印はバックセンター、□・■印はバックライトの選手の高中点を表している。また、○・△印はレフトサイド攻撃、●・▲印はセンター攻撃（クイック・パイプ）●・▲印はライトサイド攻撃（ライトバックアタック含む）の選手の位置を表している。

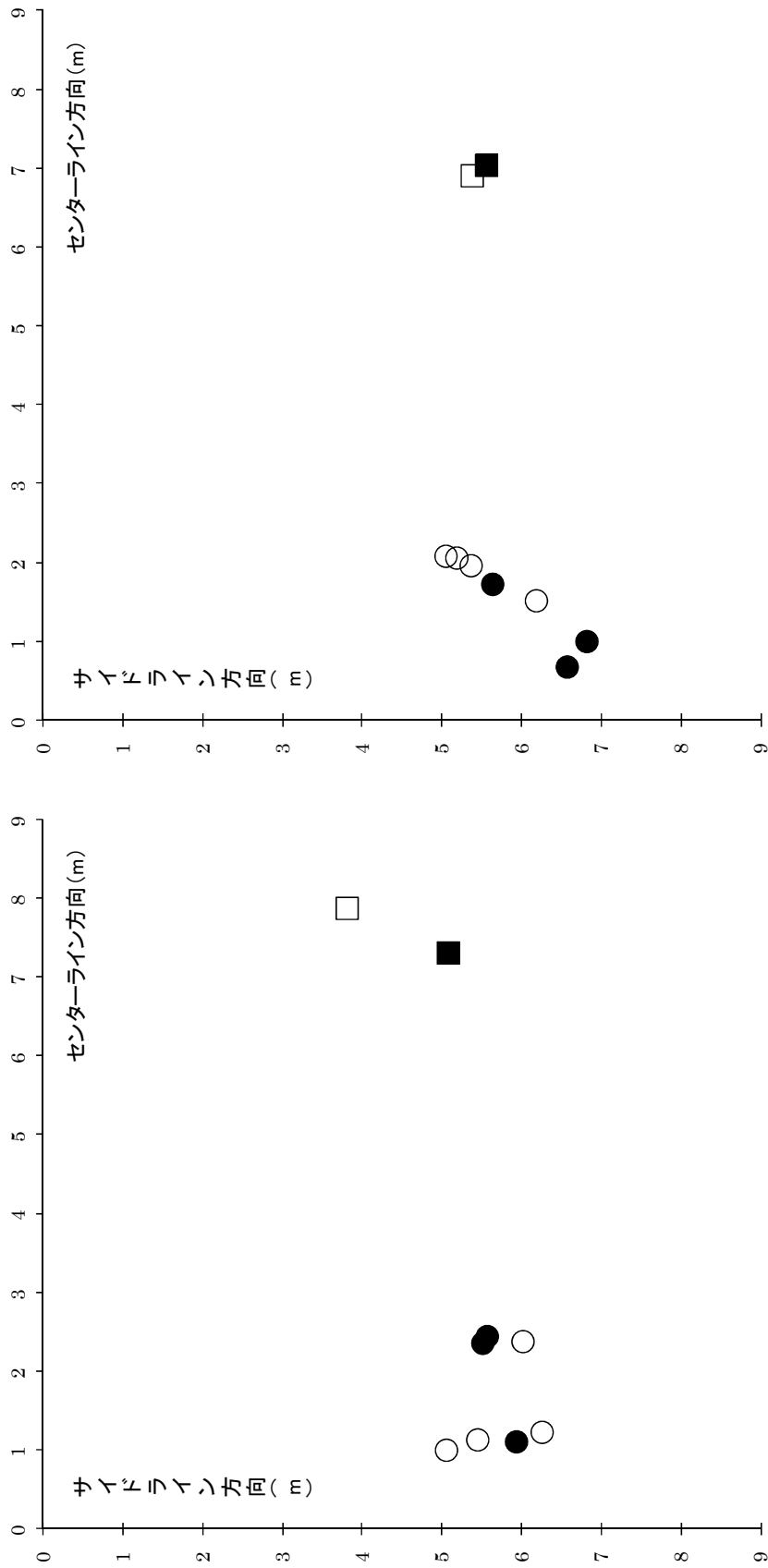


図8-3 2段トスからの攻撃におけるレシーバーの位置取り (9試技)

左図はトスインプクト時、右図は打撃時。原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点である。原点は味方レフトサイドラインとセンターラインの交点、○・●印はバックレイアウトの選手の腰部高 midpoint を表している。また、○・□印はレフトサイド攻撃、●・■印はライトサイド攻撃 (ライトバックアタック含む) の選手の位置を表している。

コンビ攻撃におけるレシーバーの位置取り（図 8-2）を全体的にみてみると、後衛レフトはレフトサイド攻撃、センター攻撃に対してサイドラインからコート内側へ移動しているが、ライト攻撃に対しては左斜め後方へ移動している。セッタートスインパクト時にコート中央付近に位置している試技が 1 つ認められるが、味方チーム攻撃直後に相手チームがレシーブ成功しセッターへ返球したため、ホームポジションに戻ることができていなかったケースであった。

後衛センターは、レフトサイド攻撃に対して左側、センター攻撃に対してはほとんど移動せず、ライトサイド攻撃に対しては右側へ移動していた。

後衛ライトは、レフトサイド攻撃に対して右斜め後ろ、センター攻撃およびライト攻撃に対しては、サイドラインからややコート内側へ移動していた。

次に、2 段トスからの攻撃におけるレシーバーの位置取り（図 8-3）を全体的にみてみると、後衛レフトはレフトサイド攻撃に対してサイドラインからコート内側へ移動しているが、ライト攻撃に対してはコート内側からサイドラインへ左斜め後方に移動している。

後衛ライトは、レフトサイド攻撃に対して左斜め後ろ、ライト攻撃に対してはほとんど移動していなかった。

レシーブインパクト時における後衛レフトの位置取りについては、2 段トスからの攻撃よりコンビ攻撃における後衛レフトの位置取りの方が全体的にコート内側で行われていた。一方、後衛ライトでは、後衛レフトほど変化が認められなかった。その理由としては、5 試技中 4 試技が同一選手であり、セッタートスインパクト時からスパイクインパクト時まで、構えてからほとんど移動しない守備スタイルでレシーブを行っていたためであった。

## 5. レシーブインパクト範囲

図 8-4-1、図 8-4-2 は、レシーブインパクト時のレシーブ範囲を検討するために、レシーブインパクト時におけるレシーバーの左右肩関節中心の midpoint を原点としたボールとの相対位置を、レシーバーの左肩から右肩へ向かうベクトルを座標変換して統一し、コート真上（図 8-4-1）、真横（図 8-4-2）、の 2 方向からみたものである。○印はリベロ、●印はその他の選手の試技を表している。また、十字の印は平均値±1 標準偏差を表している。

それぞれの図において、ボールとの相対位置は、左右方向で $-0.28\text{m} \sim 0.35\text{m}$ の範囲にあり平均で $0.01\text{m}$ 、前後方向で $-0.62\text{m} \sim -0.13\text{m}$ の範囲にあり平均 $-0.42\text{m}$ 、上下方向では $-0.31\text{m} \sim -0.06\text{m}$ の範囲にあり平均で $-0.21\text{m}$ であった。これらは、両腕で形成したアンダーハンドの「レシーブ面」のどの辺りでボールインパクトしているのかを意味している。試技の半数以上が縦軸付近に集まっており、約 $0.4\text{m} \sim 0.5\text{m}$ の範囲でレシーブインパクトしていることがわかる。

左右肩関節中心の midpoint 位置（原点）からボール位置へ向かうベクトルと X 軸（前後方向）

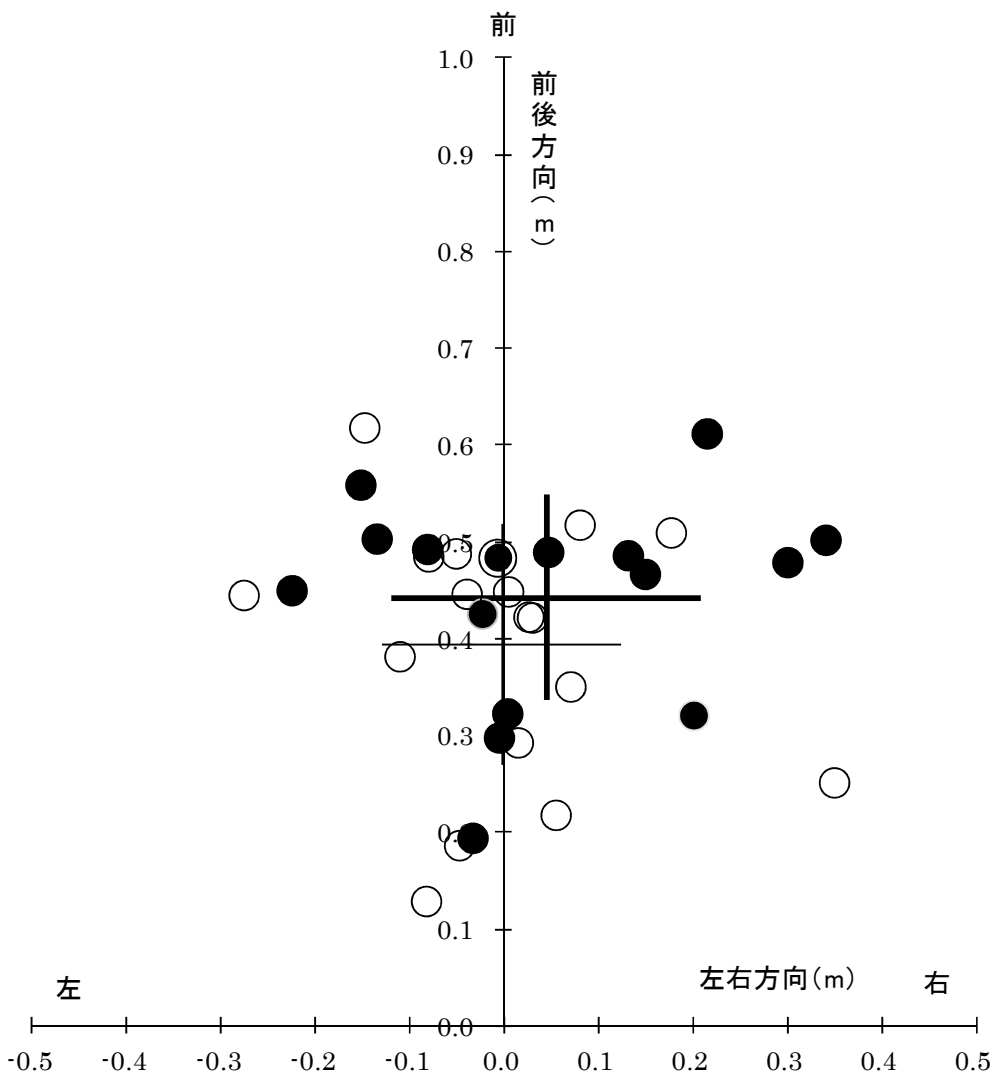


図 8-4-1 レシーブインパクト範囲 (座標変換後)

レシーバーの左肩から右肩方向のベクトルを座標変換して統一し、真上からみた図。原点は選手の左右肩関節中心の midpoint である。○印はリベロ、●印はリベロ以外の選手を表している。十字の印は平均値±1 標準偏差を示す (十字の細い方はリベロのもの)。



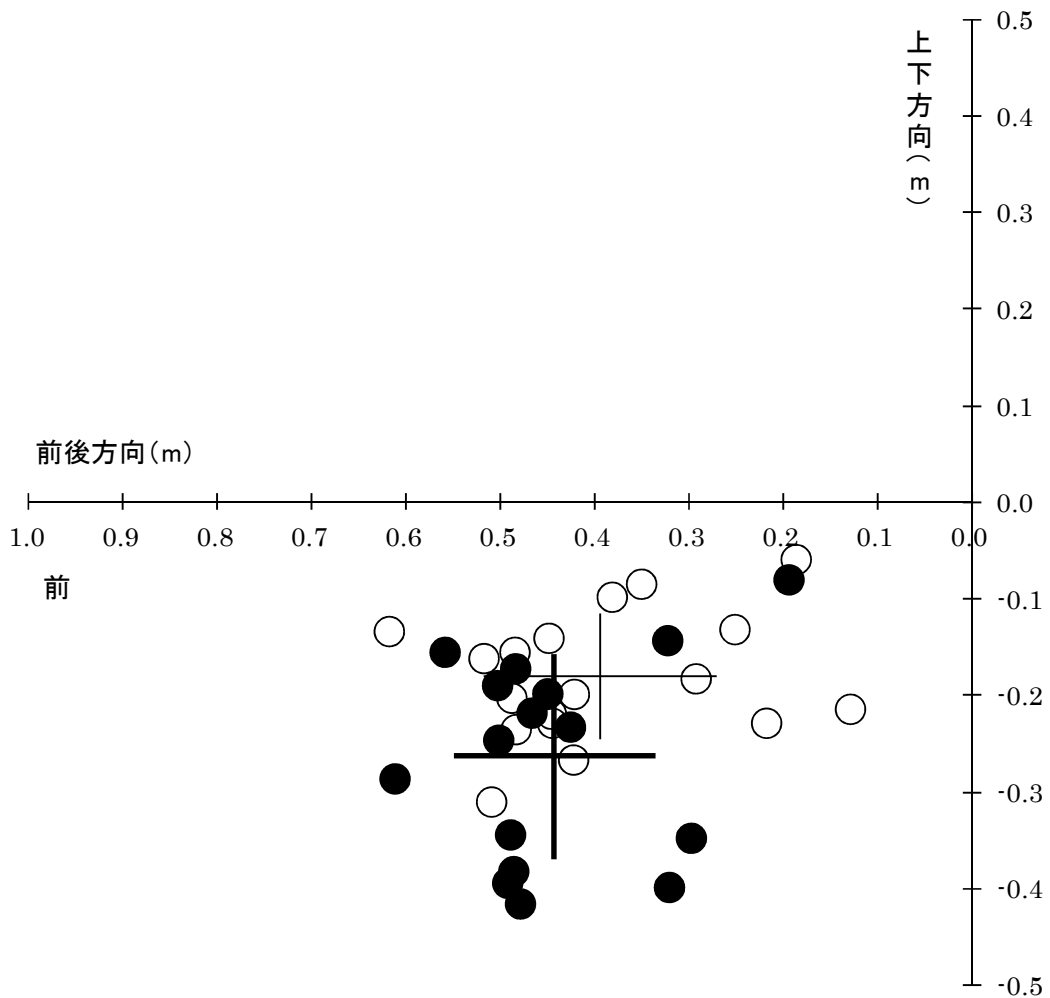


図 8-4-2 レシーブインパクト範囲 (座標変換後)

レシーバーの左肩から右肩方向のベクトルを座標変換して統一し、真横からみた図。原点はレシーバーの左右肩関節中心の中点である。○印はリベロ、●印はリベロ以外の選手を表している。十字の印は平均値±1 標準偏差を示す (十字の細い方はリベロのもの)。

が形成する角度（図 8-4-2, 表 8-2）をみてみると、全体としては 12 度～59 度の範囲であり平均で 28 度となっていた。リベロの試技では、12 度～59 度の範囲であり平均で 26 度、その他の選手の試技では、15 度～51 度の範囲であり平均で 30 度となっており、リベロの試技の方がやや範囲が広がった。最も角度の大きかったケースでは（試技 12, 角度 59 度）、打撃からレシーブインパクトまで 0.283 秒（表 8-2）であり、両腕でのレシーブ面形成が間に合わず、肘の伸展が不完全ではあるが、両前腕のみでレシーブ面を形成しレシーブ成功したケースであった。また、最も中点位置に近いケースでは（試技 17, 角度 17 度）は、2 段トスからのライトサイド攻撃であったが、打撃からレシーブインパクトまで 0.300 秒（表 8-2）であり、両腕でのレシーブ面形成は完了し上腕でレシーブインパクトしていた。

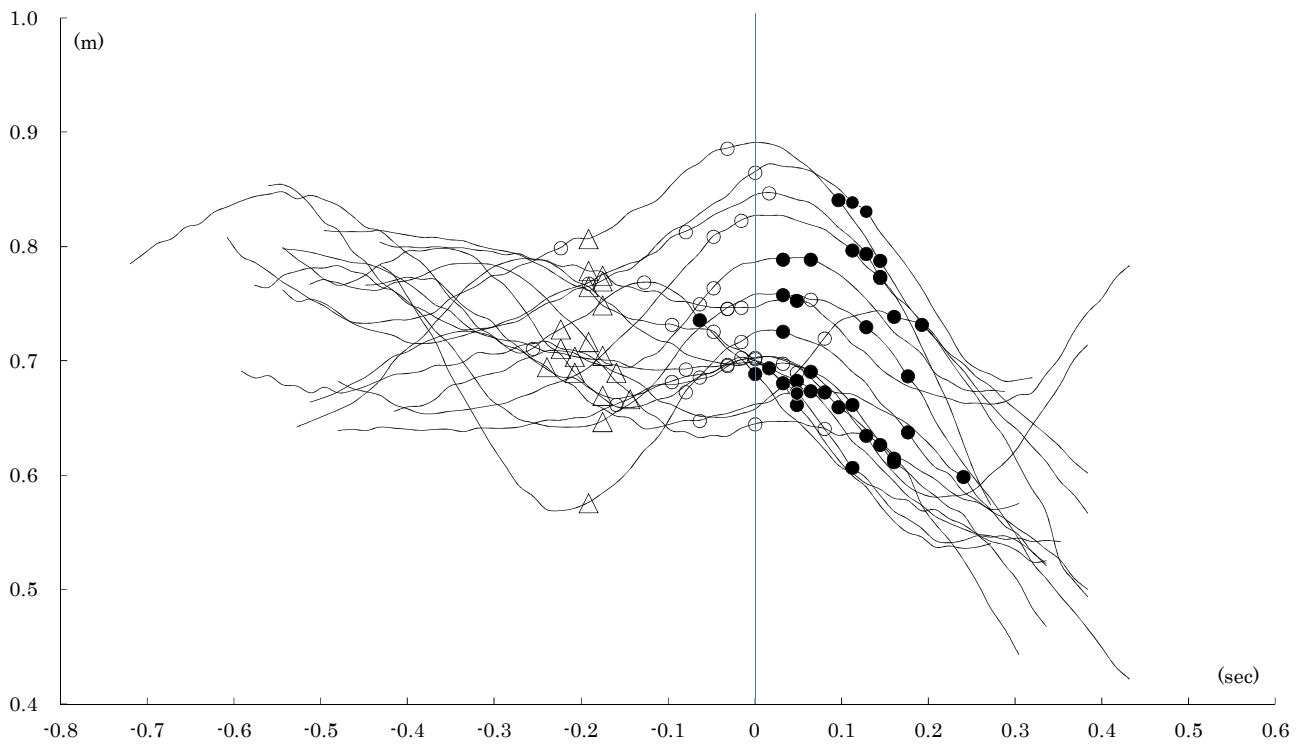
豊田・古沢（1982）では、大学生男子バレーボール選手 9 名を対象としてレシーブ時の腕の反応を調べた結果、正面に飛来したボールに対してレシーブに備える時の手の位置は、体側に開き前方に伸ばしておく方が、胸の前や手を下に下げる構えよりも早く平均で 0.392 秒であったと報告している。一方、コールマン・コールマネセット（1998）は、強いスパイクでは両腕を揃える時間的余裕がないことから始めから揃えているかそれに近い状態にすべきと主張している。本研究における打撃－レシーブ時間の平均は 0.376 秒（SD=0.055）、最も短いものは 0.283 秒（試技 5, 試技 12）であったことから考えると、男子トップレベルチームの場合では、アンダーハンド（組み手）で両肘を伸展してレシーブ面を形成する時間的余裕がないゲーム状況がしばしばあるため、手の位置は前方に伸ばしておくよりもやや下向きにし、打撃後すぐに肘を伸展させレシーブ面を形成できるようにする方がよいかもしれない。

## 6. レシーバーの腰部高変化およびステップ

図 8-5 はリベロ、図 8-6 はその他の選手の腰部高変化について、左右腰関節中心の中点と床面からの鉛直距離を示している。0 時刻はスパイカー打撃時、○印は Pr1 歩目・Pr2 歩目離地時、●印は Pr1 歩目・Pr2 歩目接地時、△印はスパイカー上腕スイング開始時を示している。なお、各試技の腰部高変化は表 8-4、ステップ時刻については表 8-5 にまとめ示した。試技 No.1～No.18 はリベロ、試技 No.19～No.34 はその他の選手の試技である。

リベロの腰部高変化をみてみると（図 8-5）、攻撃種類に依らずほとんどの試技において打撃時付近で腰部高が最も高くなりその後、①レシーブインパクト時まで腰部高は低くなる、②レシーブインパクト直前でフラットになる、③Pr2 歩目接地後に腰部高が高くなりレシーブインパクトする、というパターンがみられた。打撃後、腰部高が高くなり続けてレシーブインパクトした 3 試技については、レシーバーの胸部あたりに打球が飛来したため両腕のレシーブ面を上方にするため膝を伸展し腰部高が高くなったケースであった。

リベロのステップ（表 8-5）については、18 試技の内 16 試技において、スパイカー打撃



**図 8-5 リベロの腰部高変化**

スパイカーの踏切 2 歩目接地時からレシーブインパクト時までの左右腰部中点の高さ変化を示している。

横軸は時刻，縦軸は高さ。0 時刻はスパイカー打撃時。

○印は離地，●印は接地時を示している。また，△印はスパイカーの上腕スイング開始時を示している。

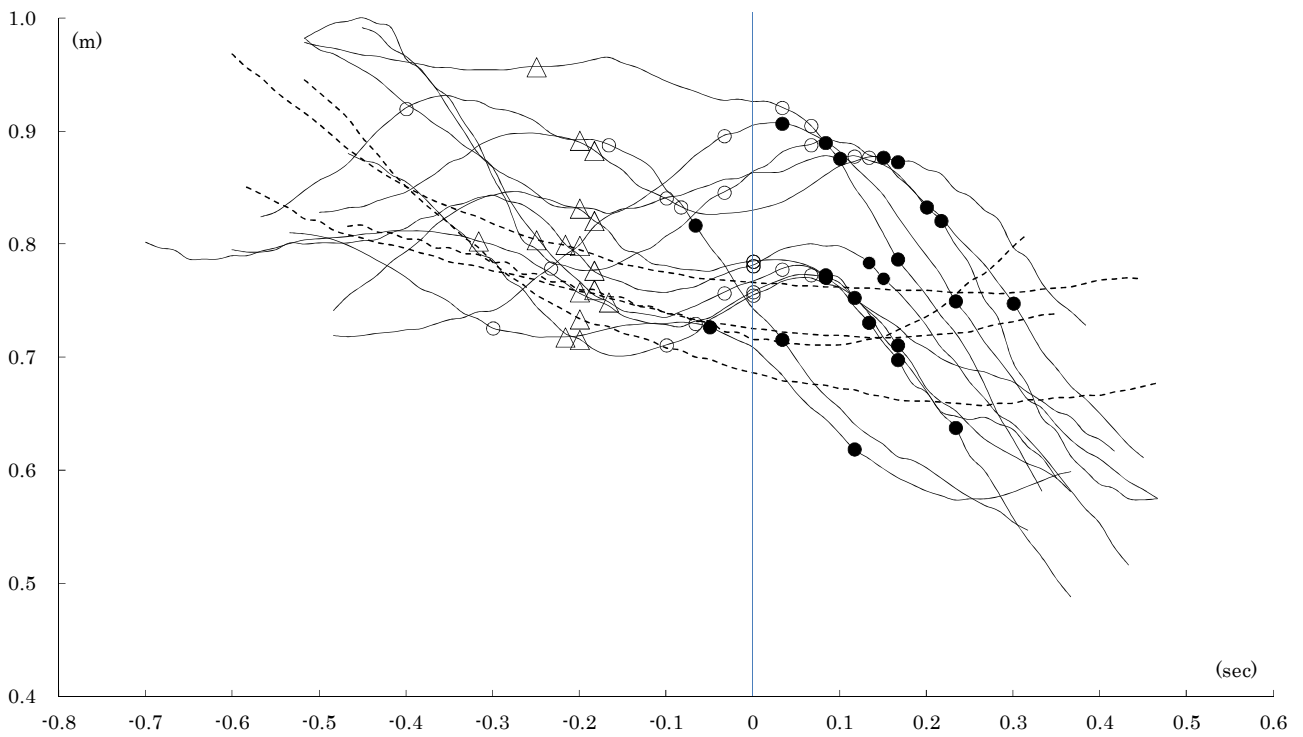


図 8-6 その他（リベロ以外）の選手の腰部高変化

スパイカーの踏切2歩目接地時からレシーブインパクト時までの左右腰部中点の高さ変化を示している。横軸は時刻，縦軸は高さ。0時刻はスパイカー打撃時。

破線は，SRBの試技（試技25, 26, 27, 28）。○印は離地，●印は接地時を示している。また，△印はスパイカーの上腕スイング開始時を示している。

表 8-4 腰部高変化のまとめ

試技 No.	攻撃 種類	SPK踏 切2歩目 接地時	SPK離 地時	上腕フォア スイング開 始時	Pr1歩目 離地時	Pr2歩目 離地時	Pr1歩目 接地時	Pr2歩目 接地時	打撃時	レシーブ時
1	L	0.81	0.74	0.81	0.80	0.89	0.84	0.79	0.89	0.49
2	L	0.66	0.70	0.69	0.69	0.72	0.74	0.73	0.66	0.60
3	L	0.85	0.75	0.78	0.77	0.87	0.84	0.83	0.87	0.69
4	A	0.64	0.75	0.77	0.70	0.70	0.67	0.66	0.70	0.58
5	R	0.76	0.72	0.77	0.81	0.85	0.79	0.77	0.85	0.57
6	L	0.69	0.69	0.71	0.65	0.64	0.63	0.61	0.65	0.47
7	L	0.68	0.66	0.71	0.81	0.82	0.80	0.77	0.83	0.57
8	L	0.78	0.61	0.58	0.67	0.72	0.73	0.64	0.73	0.50
9	RB	0.79	0.84	0.73	0.71	0.77	0.74	0.69	0.69	0.54
10	RB	0.77	0.80	0.69	0.69	0.70	0.69	0.68	0.70	0.53
11	A	0.64	0.64	0.67	0.66	0.70	0.66	0.62	0.70	0.44
12	B	0.81	0.81	0.75	0.73	0.73	0.68	0.66	0.70	0.54
13	RB	0.80	0.80	0.78	0.75	0.75	0.73	0.69	0.75	0.42
14	L	0.80	0.76	0.70	0.69	0.70	0.69	0.64	0.70	0.71
15	RB	0.77	0.74	0.67	0.68	0.70	0.67	0.61	0.70	0.52
16	L	0.77	0.76	0.65	0.75	0.75	0.76	0.75	0.76	0.78
17	R	0.80	0.79	0.72	0.75	0.76	0.79	0.79	0.79	0.67
18	A	0.66	0.72	0.70	0.65	0.67	0.67	0.60	0.66	0.52
19	L	0.72	0.74	0.80	0.78	0.90	0.91	0.75	0.91	0.58
20	RB	0.98	0.91	0.83	0.84	0.88	0.88	0.75	0.86	0.61
21	L	0.74	0.83	0.80	0.78	0.78	0.78	0.77	0.78	0.52
22	RB	0.88	0.82	0.72	0.71	0.76	0.73	0.70	0.76	0.59
23	L	0.83	0.88	0.88	0.83	0.88	0.88	0.87	0.83	0.73
24	L	0.81	0.76	0.72	0.73	0.73	0.73	0.62	0.71	0.60
25	RB	0.95	0.84	0.73	n	n	n	n	0.69	0.68
26	L	0.85	0.80	0.76	n	n	n	n	0.73	0.74
27	RB	0.97	0.88	0.80	n	n	n	n	0.77	0.77
28	P	0.82	0.79	0.76	n	n	n	n	0.72	0.81
29	L	0.99	0.87	0.75	0.76	0.78	0.77	0.64	0.77	0.49
30	A	0.80	0.81	0.80	0.76	0.77	0.77	0.71	0.76	0.58
31	A	0.98	0.98	0.96	0.92	0.91	0.89	0.79	0.93	0.58
32	RB	0.98	0.93	0.78	0.85	0.89	0.83	0.82	0.86	0.58
33	L	0.80	0.81	0.82	0.79	0.79	0.77	0.75	0.79	0.62
34	RB	0.82	0.93	0.89	0.92	0.89	0.82	0.72	0.74	0.55
	平均	0.81	0.79	0.75	0.75	0.78	0.76	0.71	0.76	0.59
	SD	0.10	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.10

(m)

※SPK はスパイカー、Pr はプレジャンプ、試技 No. 1~18 はリベロ、No. 19~34 はその他の選手の試技を表している。  
 攻撃種類：L はレフトサイド、R はライトサイドからの攻撃を表している。また、RB はライトサイドからのバックアタック、P はパイプ、A はAクイック、B はBクイック攻撃を表している。

SPK 踏切 2 歩目接地時：スパイカーの踏切 2 歩目が接地した時。

上腕フォアスイング開始時：スパイカー離地後、上腕のフォアスイングが開始される時。

Pr1 歩目、Pr2 歩目離地時：レシーバーのプレジャンプ動作における 1 歩目、2 歩目の離地時。n は離地無し。

Pr1 歩目、Pr2 歩目接地時：レシーバーのプレジャンプ動作における 1 歩目、2 歩目の接地時。n は接地無し。

打撃時：スパイカーのボールインパクト時。

レシーブ時：レシーバーのレシーブボールインパクト時

腰部高：SPK 踏切 2 歩目接地時、SPK 離地時、上腕フォアスイング開始時、Pr1 歩目離地時、Pr2 歩目離地時、Pr1 歩目接地時、Pr2 歩目接地時、打撃時、レシーブ時における床面から左右腰関節中点までの鉛直距離。

表 8-5 ステップ時刻のまとめ

試技 No.	攻撃 種類	Pr1歩目 離地時	Pr2歩目 離地時	Pr1歩目 接地時	Pr2歩目 接地時	Pr時間
1	L	-0.233	-0.033	0.100	0.150	0.383
2	L	0.050	0.083	0.167	0.200	0.150
3	L	-0.200	0.000	0.117	0.133	0.333
4	A	-0.033	0.033	0.083	0.100	0.133
5	R	-0.083	0.017	0.133	0.150	0.233
6	L	0.000	0.083	0.150	0.167	0.167
7	L	-0.050	-0.017	0.117	0.150	0.200
8	L	-0.083	-0.017	0.033	0.183	0.267
9	RB	-0.267	-0.133	-0.067	0.000	0.267
10	RB	-0.067	-0.033	0.017	0.050	0.117
11	A	-0.167	0.000	0.117	0.167	0.333
12	B	-0.100	-0.050	0.033	0.050	0.150
13	RB	-0.017	0.067	0.133	0.183	0.200
14	L	-0.083	0.000	0.067	0.133	0.217
15	RB	-0.100	-0.017	0.050	0.117	0.217
16	L	-0.033	-0.033	0.033	0.050	0.083
17	R	-0.067	-0.050	0.033	0.067	0.133
18	A	-0.067	0.050	0.067	0.250	0.317
	平均	-0.089	-0.003	0.077	0.128	0.217
	SD	0.081	0.054	0.058	0.064	0.085
19	L	-0.233	-0.033	0.033	0.233	0.467
20	RB	-0.100	0.117	0.100	0.300	0.400
21	L	0.000	0.000	0.133	0.150	0.150
22	RB	-0.100	0.000	0.133	0.167	0.267
23	L	-0.083	0.133	0.150	0.167	0.250
24	L	-0.300	-0.067	-0.050	0.117	0.417
25	RB	n	n	n	n	n
26	L	n	n	n	n	n
27	RB	n	n	n	n	n
28	P	n	n	n	n	n
29	L	-0.033	0.033	0.083	0.233	0.267
30	A	0.000	0.067	0.083	0.167	0.167
31	A	0.033	0.067	0.083	0.167	0.133
32	RB	-0.033	0.067	0.200	0.217	0.250
33	L	0.000	0.000	0.083	0.117	0.117
34	RB	-0.400	-0.167	-0.067	0.033	0.433
	平均	-0.104	0.018	0.081	0.172	0.276
	SD	0.136	0.083	0.077	0.069	0.125

(sec)

攻撃種類：Lはレフトサイド、Rはライトサイドからの攻撃を表している。また、RBはライトサイドからのバックアタック、Pはパイプ、AはAクイック、BはBクイック攻撃を表している。

ステップ時刻：スパイク打撃時を0時刻とした時のレシーバーのプレジャンプ動作における1歩目離地時（Pr1歩目離地時）から2歩目接地時（Pr2歩目接地時）までの各時刻を表している。Prはプレジャンプ、nは離地、接地無し。

Pr時間：Pr1歩目離地時からPr2歩目接地時までの時間。

※試技No.1~18はリベロ、No.19~34はその他の選手の試技。

時 (0 時刻) より前に Pr1 歩目離地が出現した。また 18 試技の内 17 試技において打撃時より後に Pr1 歩目接地, Pr2 歩目接地が認められた。これらのことは, ほとんどの試技においてレシーバーが打撃時より前にプレジャンプ動作を行っていることを示している。プレジャンプの動作時間 (Pr 時間) は, 0.083 秒~0.383 秒の範囲にあり平均で 0.217 秒 (SD = 0.085) であった。

一方, その他の選手の腰部高変化をみると, 大半の試技において打撃時直後に腰部高が最も高くなり, 高くなるタイミングはやや異なるもののリベロのものと同様の傾向が認められた。しかし 4 試技 (試技 25,26,27,28 : セルビアの同一選手による試技) においてはスパイカー打撃時付近での腰部高の変化は認められず, スパイカー離地以降, 打撃直後まで腰部高は緩やかに低くなり続けていた。

ステップについては, スパイカー打撃時 (0 時刻) より前に Pr1 歩目離地が出現したのは 16 試技の内 8 試技であり, その内半数の 4 試技 (試技 25,26,27,28) はプレジャンプ動作が認められなかった。

プレジャンプ動作について, 友末 (1997) は, テニスのサーブインパクトの瞬間にスプリットステップがジャンプの最高点に達していたと述べている。また, 西ら (2014) は, バレーボールのセッターの腰部高がサーブインパクト時付近で放物線を描くように変化していることを明らかにし, 一流セッターはテニスのスプリットステップ同様のステップを行っているとして述べている。さらに, 中屋敷 (1980) は, 大学生サッカー部員を対象とした実験でゴールキーパー鍛錬者は事前ジャンプ動作がキック直前に出現し非鍛錬者には出現しなかったことから単純な沈み込み動作より強い主動作を引き起こすことができると述べている。

これらの知見を踏まえると, 本研究で対象とした一流選手のレシーブ動作において, 腰部高変化の多寡とタイミングの違いはあれ, ほとんどの試技でプレジャンプ動作が認められたことから, レシーバーは着地の反動を用いて素早く動けるように準備することで, 速度の速い打球に対応していると考えられる。

しかし, プレジャンプ動作とそのタイミングについて, リベロ以外の選手の場合ではプレジャンプ動作のタイミングにばらつきがあり, リベロほどまとまってはいない。リベロの試技の大半においては, 腰部高が高くなり始めた後スパイカー上腕スイングが開始され, その直後にプレジャンプ動作の離地が認められる。これは, 上腕スイング開始前にプレジャンプ動作のため腰部高が低くなっていることから「準備動作は, スパイカーがジャンプしたあとに始まり前方への腕のスイングが始まる時完了する」(セリンジャー・アッカーマン, 1993) という指摘と一致する。このようなスパイカーの動きに対応したリベロの準備動作とそのタイミング, すなわちプレジャンプ動作とそのタイミングが, その他の選手と比べてリベロのレシーブ失点を少なくする要因になると考えられる。

## 7. レシーバーの守備範囲

図 8-7-1, 図 8-7-2, 図 8-7-3 は, レシーバーの守備範囲を検討するために, レシーブインパクト直前時 (Pr2 歩目接地時) におけるレシーバーの左右腰関節中心の中点を原点としたボール位置との相対位置を, レシーバーの左腰から右腰へ向かうベクトルをサイドライン方向に統一して座標回転し, コート真上 (図 8-7-1), 真横 (図 8-7-2), 真後 (図 8-7-3) の 3 方向からみたものである. ○印はリベロ, ●印はその他の選手の試技を表している. 試技 No.25~28 の 4 試技については, プレジャンプが認められなかったため, 便宜的にその他の選手の平均値 0.172 秒 (表 8-5) を Pr2 歩目接地時として分析を行った.

それぞれの図において, ボールの相対位置は, 左右方向で  $-0.73\text{m} \sim 0.77\text{m}$  の範囲にあり平均  $-0.03\text{m}$ , 前後方向で  $0.27\text{m} \sim 1.05\text{m}$  の範囲にあり平均  $0.57\text{m}$ , 上下方向では  $-0.41\text{m} \sim 0.54\text{m}$  の範囲にあり平均  $0.06\text{m}$  であった.

リベロでは, 左右方向で  $-0.59\text{m} \sim 0.77\text{m}$  の範囲にあり平均  $-0.03\text{m}$ , 前後方向で  $1.05\text{m} \sim 0.27$  の範囲にあり平均  $0.51\text{m}$ , 上下方向では  $-0.22\text{m} \sim 0.54\text{m}$  の範囲にあり平均  $0.11\text{m}$  であった. 一方, その他のレシーバーでは, 左右方向で  $-0.73\text{m} \sim 0.63\text{m}$  の範囲にあり平均  $-0.03\text{m}$ , 前後方向で  $0.84\text{m} \sim 0.40\text{m}$  の範囲にあり平均  $0.64\text{m}$ , 上下方向では  $-0.41\text{m} \sim 0.39\text{m}$  の範囲にあり平均  $0.00\text{m}$  であった. 前後方向のレシーブ位置をしてみると, リベロの試技では, その他のレシーバーよりばらつきが大きくみられる. そのため, 前後方向についてはリベロの方がやや範囲が大きい.

これらの結果は, 打球が飞来しレシーブインパクトする直前に構えた位置 (左右腰部中点) からのレシーブ範囲を意味している. スパイカーの打撃からレシーブインパクトまでの時間は平均で  $0.376$  秒 ( $SD=0.055$ ) (表 8-2), Pr2 歩目接地時の平均は  $0.146$  秒 ( $SD=0.068$ ) であることから, レシーバーがプレジャンプ着地と同時に構えて平均で約  $0.23$  秒後には打球が到達するため, 極めて短い時間しかないことがわかる. つまり, レシーバーがこの構えた位置からどちらか一方の足を 1 歩動かし移動してレシーブすることはできない. したがって, レシーバーは, 打撃直前に構えた位置から, 左右方向で約  $\pm 0.7\text{m}$ , 前後方向で  $0.27 \sim 1.0\text{m}$  の範囲, 上下方向では  $-0.41\text{m} \sim 0.54\text{m}$  の範囲でレシーブを行っていた.



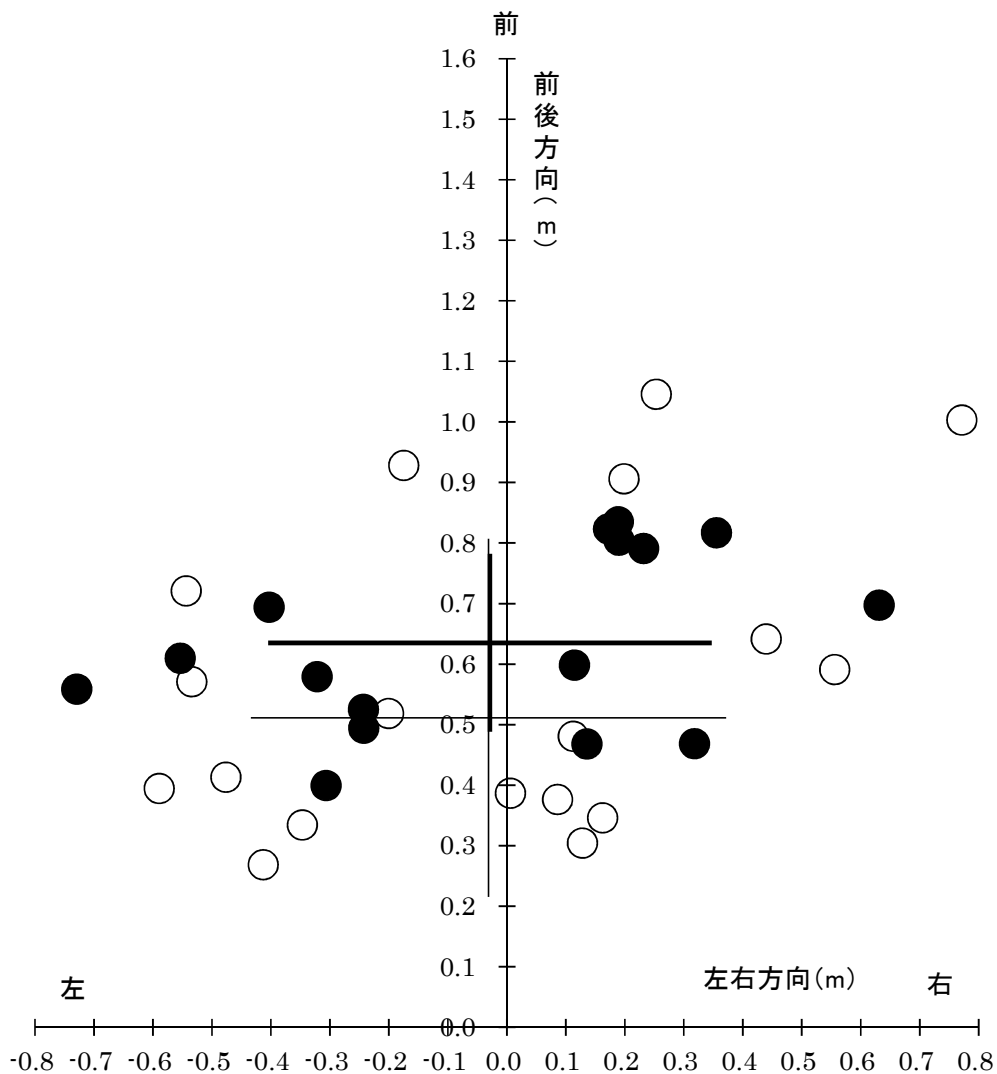


図 8-7-1 レシーバーの守備範囲 (座標回転後)

レシーブインパクト直前時 (Pr2 歩目接地時) の構え位置 (原点) とボールの相対位置. レシーバーの左腰から右腰方向のベクトルを座標回転してサイドライン方向に統一し, 真上からみた図. 原点はレシーバーの左右腰関節中心の midpoint である. ○印はリベロ, ●印はリベロ以外の選手を表している. 十字の印は平均値±1 標準偏差を示す (十字の細い方はリベロのもの).

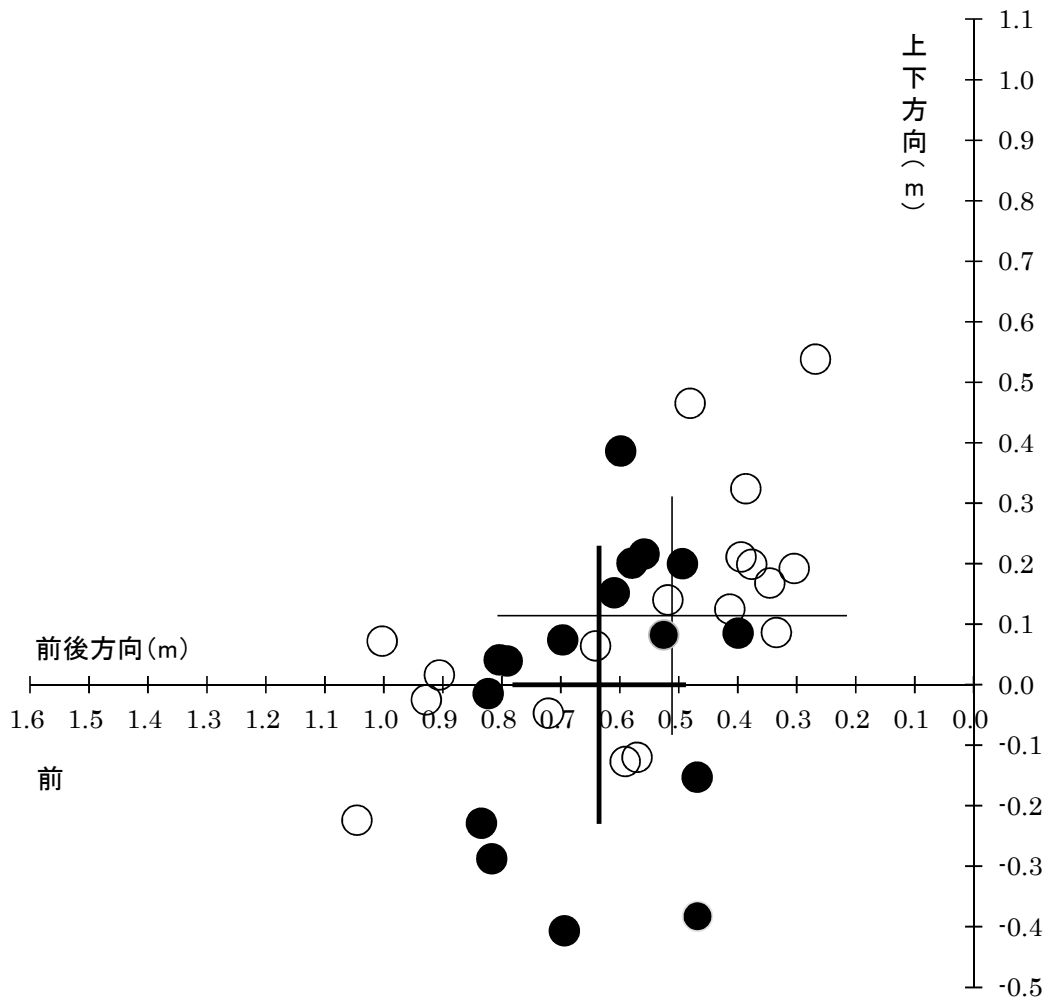


図 8-7-2 レシーバーの守備範囲（座標回転後）

レシーブインパクト直前時（Pr2 歩目接地時）の構え位置（原点）とボールの相対位置。レシーバーの左腰から右腰方向のベクトルを座標回転してサイドライン方向に統一し、真横からみた図。原点はレシーバーの左右腰関節中心の midpoint である。○印はリベロ、●印はリベロ以外の選手を表している。十字の印は平均値±1 標準偏差を示す（十字の細い方はリベロのもの）。

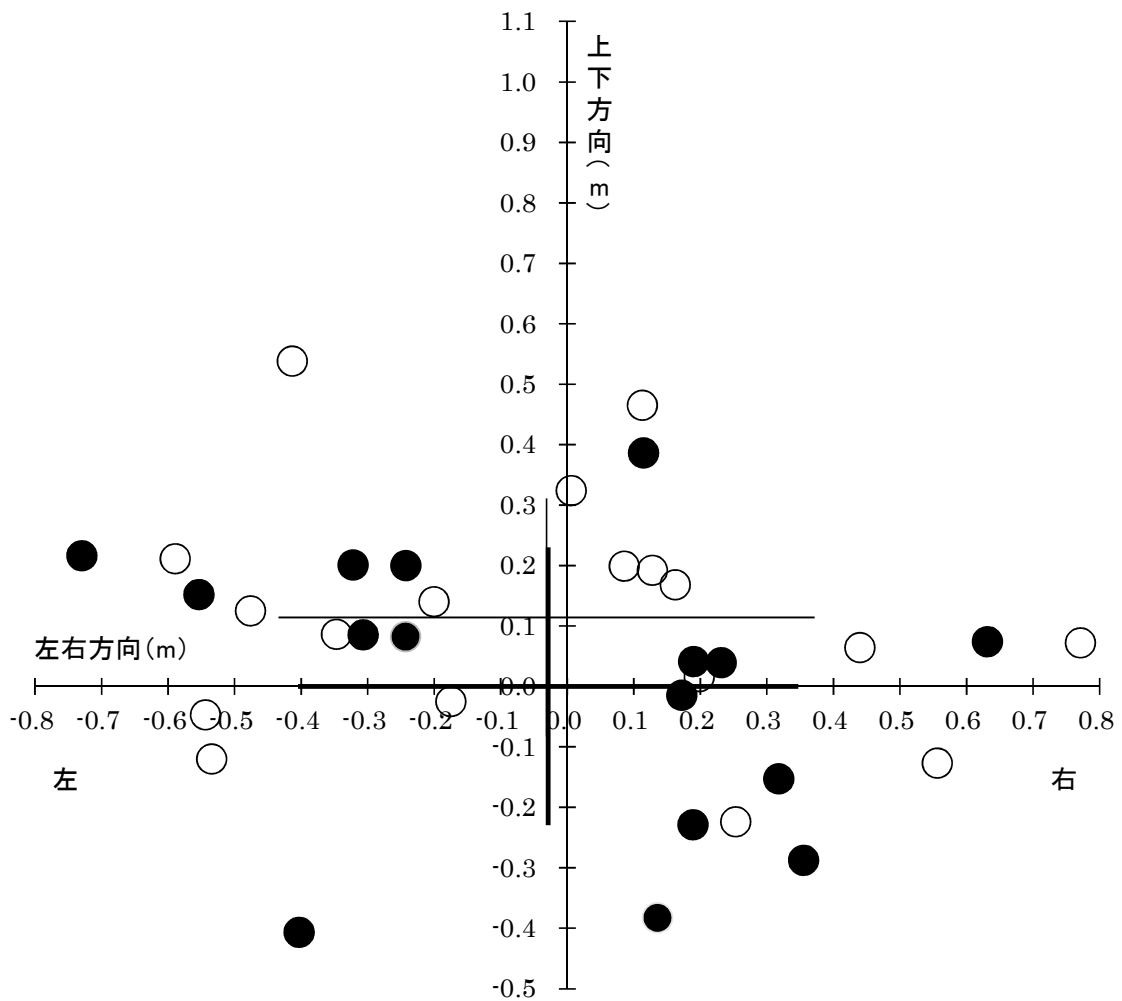


図 8-7-3 レシーバーの守備範囲（座標回転後）

レシーブインパクト直前時（Pr2 歩目接地時）の構え位置（原点）とボールの相対位置。レシーバーの左腰から右腰方向のベクトルを座標回転してサイドライン方向に統一し、真後ろからみた図。原点はレシーバーの左右腰関節中心の midpoint である。○印はリベロ、●印はリベロ以外の選手を表している。十字の印は平均値  $\pm 1$  標準偏差を示す（十字の細い方はリベロのもの）。

#### 第4節 実践現場への示唆

レシーブ面を形成する上肢の動きについて、打球速度が遅いカテゴリーの試合については、腕は床と平行にする構え（豊田・古沢，1982）の方が、アンダーハンドでもオーバーハンドのどちらにも対応できるため有効だと考えられる（金子，2001）。しかしながら、打球速度の速いカテゴリーの試合においては、打撃からレシーブインパクトまでに時間的な余裕がないため、コールマン・コールマネセット（1998）が主張するよう腕はやや下に向けて、打撃されるやいなや素早く両腕を揃える動きの方がより有効であろう。また、前腕だけでなく上腕でもレシーブインパクトするゲーム状況があることから、レシーブインパクト時においては、胸元近くに飛来した打球にも対応できるように両腕全体で形成したレシーブ面が必要であることから、基本練習における両腕でのレシーブ面形成、実際の打球をレシーブ面のいろいろな部位でレシーブする練習が有効となってくるであろう。

下肢の動きについては、打球コースに入った後プレジャンプ動作を経由して構えることで、ジャンプの着地の反動を用いて素早く打球に対応できるように準備することが打球速度の速い強打をレシーブするのに役立つ動きとなる。

本研究で一流選手から抽出し明らかにした強打攻撃に対するレシーブ技術、つまり、打撃直前の準備動作としてプレジャンプを用いること、両腕で素早くレシーブ面を形成できるように肘を曲げすぎないようにしておくこと、これらの動作については、トップレベルではないカテゴリーの選手でも練習すれば身に付けられる技術と考えられる。というのも、バレーボール学習開始の適時期を調べた報告（長井，1998；吉原，1966）によれば、結果は一致しないものの小学5，6年生が適時期であると述べられていること、アンダーハンドパス技術の構えやパスの移動動作は、バレーボールの基本技術として位置づけられており初心者段階から練習が導入されていくこと、昭和26年の学習指導要領（文部省，1951）でバレーボールが中学1年生の体育教材として位置づけられていること、ホップ・スキップ・ギャロップ等の跳動作の発達が小学校高学年頃までに習得されること（ウィニック，1992）、これらを勘案すれば、本研究で得られた知見は初心者の段階から導入可能であるといえるだろう。

また、レシーバーの位置取りは、換言すれば打球コースの読みとタイミングである。この読みとタイミングについても、初心者にもできる練習（日本バレーボール協会編，1988）といわれている。したがって、実際に指導する際には、スパイカーをよく観察して位置取りし（打球コースに入り）プレジャンプ動作を経て構えること、構えは豊田・古沢（1982）を基本とするが、攻撃時間が短く打球速度の速い強打に対しては、反射的に両腕を打球コースに出し対応させることができるよう段階的、実践的に訓練しておくことが重要と考えられる。

## 第5節 まとめ

男子トップレベルにおける速度の速い打球は、レシーブするのが難しい攻撃である。本研究の一流選手がこの速度の速い打球にどのように対応してレシーブの運動成果を出しているのかを分析することにより、一流選手のスパイクレシーブ技術を明らかにしようとした。得られた知見をまとめると次のようになる。

1. 強打を守備した回数（477）の47%が、ブロッカーにもレシーバーにも接触せずに攻撃側チームの得点となる（SPK 決定）。また、レシーバーが触球するがラリー継続できずに失点した回数（122）は26%であり、レシーブ成功するのは実に全体の14%に過ぎない。これは、男子トップレベルの場合、速度の速い打球をレシーブすること自体が困難であることを示唆している。
2. 送球位置は、試技全体でセンターラインから1.48m～7.57mの範囲にあり平均で4.44m（SD = 1.45）、サイドラインから0.41m～8.10mの範囲にあり平均で4.27m（SD = 1.54）であった。全体的にみてみると、ばらつきは大きいがレシーバーはボールをコート中央付近に送球しようとしていたことが示唆される。
3. レシーブインパクト時のリベロの位置は、対象とした全ての試技が後衛レフトであったため、センターライン方向から3.55m～6.80mの範囲にあり平均で5.39m（SD = 0.91）、サイドライン方向から0.66m～2.77mの範囲にあり平均で1.79m（SD = 0.72）となっていた。
4. レシーブインパクト時におけるレシーバーの左右肩関節中心の midpoint とボール位置との相対位置（図 8-3-1, 図 8-3-2）は、左右方向で-0.28m～0.35mの範囲にあり平均で0.01m、前後方向で-0.62m～-0.13mの範囲にあり平均-0.42m、上下方向では-0.31m～-0.06mの範囲にあり平均で-0.21mであった。男子トップレベルチームの場合では、アンダーハンドでのレシーブ面を形成する時間的余裕がないため、手の位置は前方に伸ばしておくよりもやや下向きにし、打撃後すぐに肘を伸展させレシーブ面を形成できるようにする方がよいかもしれない。
5. レシーバーがプレジャンプ動作の着地と同時に構えて平均で約0.23秒後には打球が到達するため、時間的余裕がないことから移動してレシーブすることはできない。したがって、レシーバーは、打撃直前に構えた位置から、左右方向で約±0.7m、前後方向で0.27～1.0mの範囲、上下方向では-0.41m～0.54mの範囲でレシーブを行っていた。

6. レシーバーの腰部高は（図 8-5, 図 8-6），概ね打撃時付近で最も高くなりその後，①レシーブインパクト時まで腰部高は低くなる，②レシーブインパクト直前でフラットになる，③Pr2 歩目接地後に腰部高が高くなりレシーブインパクトする，というパターンがみられた．ステップについては（表 8-5），ほとんどの試技においてリベロが打撃時より前にプレジャンプ動作を開始していることが明らかとなった．

本研究では，スパイカーおよびブロッカーを含んだ守備のトータルな動きについての分析を行っていない．レシーブの位置取りについては，スパイカーの打撃位置，ブロッカーの位置，ブロッカーがどのコースを塞ぐのか等の影響を受けるため，ゲーム状況によって変化する．したがって今後は，守備のトータルな動きについて究明していく必要がある．

## 第9章 総合考察

本研究では、バレーボール世界一流男子選手の守備に関する戦術および技術を究明することを目的とした。そのため、文献研究を通して明らかとなった以下の3つの課題を検討するために、国際試合におけるバレーボール一流男子選手を対象としたフィールド実験を行い、守備の動きを3次元DLT法によって動作分析した。

### 研究課題1.

一流選手によるコンビネーション攻撃および2段トスからの攻撃に対する守備隊形を検討する(第5章)。

### 研究課題2.

一流選手の4人のスパイカーによるコンビネーション攻撃から仕掛けられるクイック攻撃およびサイド攻撃に対するブロッカーの動作を検討する(第6,7章)。

### 研究課題3.

一流選手の強打スパイクに対するレシーバーの動作を検討する(第8章)。

これらの課題を検討するために、本研究では、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アルゼンチン対キューバ、ポーランド対イラン、セルビア対日本、イラン対アルゼンチン、キューバ対セルビア、日本対ポーランドの6試合27セットを3台のカメラで撮影し、3次元DLT法により一流選手の守備動作を分析した。ここでは、それぞれの課題について検討してきた知見を要約するとともに、本研究の学術的意義、実践現場への示唆についてまとめる。

## 第1節 本研究の要約

まず、第5章では、コンビ攻撃に対する守備隊形を明らかにするために、分析対象とした200試技の守備隊形を検討した。守備位置の平均値で全体的な傾向をみると、サイド攻撃のスパイカー打撃時における守備隊形は、コンビ攻撃、2段トスからの攻撃のどちらのゲーム状況であってもブロッカー2人、レシーバー4人の2-4型となっていた。なお、2段トスからの攻撃でゲーム状況によっては3-3型になる場合もあった。また、コンビ攻撃からのセンター攻撃のゲーム状況では、攻撃時間が短いことから、前衛両サイドのブロッカーはブロックにもレシーブにも参加できないゲーム状況では、1-3型の守備隊形となっていた。さらに、パイプ攻撃の場合において、両サイドのブロッカーがブロック参加が可

能なゲーム状況に限れば、3-3型の守備が可能な隊形となっていた。

セッタートスインパクト時における守備隊形は、攻撃の種類、コンビ攻撃あるいは2段トスからの攻撃にかかわらず、ほとんど違いは認められなかった。

男子トップレベルのゲームでは、強打スパイクのほぼ2回に1回が守備側選手に触れずに直接コートへ落ちている。ブロックを抜けてきた打球をレシーブ成功するのは、約14%程度にしか過ぎず、男子トップレベルの場合、速度の速い打球をレシーブすること自体が困難であることを示唆している。

次に第6章では、4人攻撃の中で最も攻撃時間の短いクイック攻撃に対するブロック技術を検討した。クイック攻撃に対するブロックについて、センタープレーヤーは全てのクイック攻撃にブロック参加していたが、サイドブロッカーのブロック参加は約40%であった。このことは、トップレベルチームで用いられているリードブロック戦術では、サイドブロッカーがクイック攻撃にほとんどブロック参加できず、2人ブロックを形成することが難しいことを示唆している。

センターブロッカーがワンタッチした場合、ジャンプのタイミングが早い試技（コミットブロック）では、センターブロッカーが構えた位置からスパイカーの打撃位置へ移動し、真上にブロックジャンプしていたが、タイミングの遅い試技（リードブロック）では、スタンスを広くとって構え、トスがあがった後、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ブロックジャンプしていた。

つまり、センターブロッカーのリードブロックにおける広いスタンスの構えは、クイック攻撃を含めた中央からの攻撃をマークしながら、トスがサイドにあがった時に少しでも早く移動するために役立つ動作となっていた。

上肢の動きについて指尖高変化をみると、両手を約2m以上あげたままブロックジャンプするあるいは、腕を下げた位置からブロックジャンプするどちらの場合でも運動成果を発揮しており、どちらの動作であっても問題はないと考えられる。

また、第7章では、タイミングの早いサイド攻撃（平行トス）、つまり、攻撃時間の短いアンテナ付近からのスパイカーの打球に対して、どのような動きでブロックするのかを検討した。

サイド攻撃に対するブロックについて、レフトサイド攻撃で約76%、ライトサイド攻撃で約64%で2人ブロックが形成されていた。また、2人ブロック形成時の守備成功については、レフトサイド攻撃、ライトサイド攻撃でそれぞれ約55%、約39%となっていた。つまり、攻撃時間の短い両サイドからの攻撃に対して、センターブロッカーができるだけ参加して2人ブロックを形成することで、守備を成功させようとしていた。

ほとんどの試技においてセンターブロッカーは、進行方向の脚に体重移動する動作はするが、1歩踏み出すことはせず、移動時間を節約したツーステップの足運びの踏切動作が認められた。また、踏切離地位置がサイド攻撃の打撃位置まで届かず、斜め上方に腕を伸ばしてブロックジャンプしていた。一方、サイドブロッカーは、打撃位置の正面ではなく、



約 0.5m インナーの位置でブロックに跳んでいた。平行トスによるサイド攻撃を 1 人ブロックで防御することを想定して、レシーバーがいないコート中央への打球コースを塞ぐ位置でブロックしたものと考えられた。

これらの結果は、タイミングの早いサイド攻撃に対するブロッカーの合目的的運動として、センターブロッカーでは、進行方向に 1 歩踏み出さないツーステップおよび斜め上方に腕を伸ばしてのジャンプ、サイドブロッカーでは、打撃位置より約 0.5m インナーの位置でブロックジャンプすることがブロックに役立つ動きとして示された。

さらに第 8 章では、守備の第一線であるブロックを抜けてきた強打に対するレシーブの動きを検討した。トップレベルのゲームでは、強打を守備した回数 477 回の内、レシーブが成功して相手コートへ返球できたのは 69 回で全体の約 14%に過ぎず、速度の速い打球をコート内にレシーブで返球すること自体が困難であることが示された。また、選手がレシーブで打球に触れた場合、レシーブ成功するのはリベロでは約 51%、他の選手では約 30%となっており、リベロのボールコントロール技術が優れていることが示された。

ほとんどの試技において、リベロがスパイカー打撃時より前にプレジャンプ動作を開始しており、ジャンプ動作着地と同時に構えてレシーブインパクトしていた。また、レシーブの返球は、ばらつきは大きいですが平均でコート中央付近にボールを上げようとしていた。強打スパイクに対応するレシーバーの合目的的運動として、手の位置はやや下向きにし打撃後、両腕を素早く伸展させレシーブ面を形成する、プレジャンプ動作を経てレシーブ直前の構えをつくるのが、レシーブボールをコート内に返球させるレシーブに役立つ動きとして示された。

## 第2節 本研究の学術的意義

本研究の学術的意義は、第1に、世界一流選手の守備戦術、守備技術を定量化したこと、第2に、トップレベルのコーチング実践に直接的に還元可能な分析をしたこと、である。

第1について、スポーツ技術は、実践現場のコーチと選手が試行錯誤を繰り返すことで開発されてきた歴史がある（橋原，1986）が、近年では、一流選手のフォームや技術の実態をとらえて、理論的に理解し、より合理的な技術を探求することにスポーツ科学が積極的にかつ多角的に関与し知見を提供することで、選手の競技力向上を促進させてきている。しかし、コーチと選手の試行錯誤によって開発された新戦術・新技術は、国際試合で一旦披露されるとたちまち世界のトップレベルチームにコピーされることとなり、遅かれ早かれ対応策が施され、数年後には優位な状況を保つことが難しくなる。そのため、一流選手を対象とした最新情報を常に調査研究することは必要不可欠であり意義があるといえる。

これまでバレーボールにおける一流選手の守備動作についての研究は、一流選手のブロック動作を事例的にとらえた研究、実験室的研究にとどまっていた。また、一流選手のレシーブ動作の研究は見当たらない。本研究では、世界一流選手の動作をとらえるためにフィールド実験法と3次元DLT法を採用することで、一流選手のブロック動作とレシーブ動作をバイオメカニクスの定量化し、守備技術の全体的傾向をとらえたことは、これまで報告されていない新しい知見である。とりわけレシーブ動作についてはこれまで研究として取り扱われておらず、学術的価値が高い。

第2について、本研究では、フィールド実験法と3次元DLT法を採用して、科学研究による動作分析データをコーチング実践に還元するという前提を含んでいる。阿江（1997）は「動作分析データは運動の実態は明らかにするが、現場に役立たないと言われることが多かった。しかし勘どころを押さえた分析を行い、運動者の状況と関連づけてデータを解釈することができるようになり、以前に比べると動作分析データがかなり活用されるようになった」と述べている。本研究では、コーチングの実践現場において指導の観点となる動きを定量化することにより、指導者および選手がその動きをイメージできる科学データとして提供した。これまで数多くの動作分析による学術研究が報告されているが、現場に役立つ実戦研究は少なく、学術的価値は高いと考えられる。

以上のようなことから、本研究はこれまでの研究と一線を画する結果となっており、得られた知見はこれまでの先行研究や指導書では明確にされていなかった一流選手の守備戦術・技術について、実践現場のコーチングを想定し分析したことは、今後の一流選手の守備技術の指導、改善に役立つものになると考えられる。

2011年にスポーツ基本法が制定された。文部科学省は「スポーツ立国戦略」を策定している。その中の戦略の1つに「世界で競い合うトップアスリートの育成・強化」があげられている。また、文部科学省は、ロンドンオリンピック（2012）から、メダル獲得が期待される競技をターゲットにして、選手強化を競技種目のスタッフだけに任せず、要請され

れば多方面から専門的かつ高度なアスリート支援や研究開発を戦略的・包括的に実施するマルチサポート事業を創設した。

スポーツバイオメカニクスは、実験室的研究ばかりでなく、実際のスポーツ場면을科学的に解析するフィールド実験研究が可能な研究分野でもある。しかしこれまで、このような実戦研究は少なく、コーチング現場は経験に基づいて行われることが多いのが実情である。

世界トップレベルの守備戦術・技術を調査研究した本研究は、マルチサポート事業に貢献することが可能な実戦研究の 1 つであり、コーチング現場において、今後ますます研究要請が高まる科学研究の 1 つとして期待される点で、社会的意義もある。

### 第3節 実践現場への示唆

本研究は一流選手の戦術および技術について明らかにしたものであり、必ずしも未熟練者へ転移できる戦術および技術ではない。しかし日本代表レベルのチームあるいは選手が、このトップレベルの戦術および技術を身につけるには、どのような指導法が考えられるかについては言及する必要がある。

クイック攻撃に対するセンターブロッカーの上肢の動作について、手は高い位置で構え、構えたまま移動するというものと、高い位置でなくともよいという両方の考え方が存在しており、指導書においても現状ではその記述はまちまちである。本研究の結果からは、両方のタイプのブロック動作が認められており、どちらであってもブロックワンタッチの成果を上げていた。元日本代表チーム監督の田中（1996c）が指摘するように、どちらのタイプがよいということではなく、選手の体格、体力に応じて個々の選手が実践の中で身につけていくのがよいと考えられる。

また、下肢の動作について、指導書では、リードブロック技術の場合あらかじめ膝を曲げて構えておき、クイックに対しては反動をつけずにジャンプする、トスが上がるぎりぎりまで動くのを我慢する（Mayforth, 2002）、足はスタンスを広くとる（コールマン・コールマネセット, 1998）と説明されている。

本研究の結果におけるセンタープレーヤーのリードブロック技術では、コート中央からのクイック攻撃をマークしながら、左右方向へ素早く移動できるようスタンスを広くとって構えていた。そして、トスがあがってから、ステップせずに構えた位置から打撃位置へ向かってそのままジャンプしていた。

したがって、リードブロックを習得するためには、練習時には実戦的なゲーム状況を設定して、トスリリースを確認した後、素早く反応できるよう下肢の動きを優先的に鍛えることが重要と考えられる。また、全力でジャンプしなくても、打球が通過する程度のボール高にブロッカーの指尖高が必要となるため、形態的要因が利用できない低身長センターブロッカーの場合、相手チームの攻撃の種類、攻撃時間、打球がネットを通過する際の高さ、ブロッカーが離地してボールに触れる高さまで到達する時間、これらを考慮した上でリードブロックを適用する必要があるだろう。

一方、クイック攻撃がおとりであった場合、センターブロッカーの広いスタンスの構えから側方移動を合目的的にしている下肢の運動には、プレジャンプ動作後の進行方向の脚に体重移動し、1歩踏み出さずにツーステップで踏切に入る動作がある。この動作は、プレジャンプ後に接地直前か接地と同時に移動方向にある足先を移動方向に向け体重移動をすることで、効率的なツーステップが遂行されていると考えられる。ブロッカーの移動について、指導書では、数種類のステップが説明されている。例えば、世界的にセンターブロッカーがサイドへの移動へ使用するのはステップ・クロスオーバー（スリーステップ）

(Mayforth, 2002) とされている。確かに、相手の攻撃が遅いゲーム状況の場合には当てはまるのだが、攻撃時間の短い場合はセッターのトスインパクト前後に起きる、センターブロッカーのプレジャンプ動作については取り扱われていないため、明確な説明はなされておらず、先行研究でもほとんど取り扱われてきていない。しかしながら、南ら (1985) による 2 回連続ブロックジャンプの実験では、プレジャンプを使った 2 回目のジャンプで動作時間が短くなることを報告している。黒川 (2012) は、スプリットステップ (プレジャンプ動作) がバレーボールの俊敏な動作に有効だと述べている。

したがって、下肢の動作を鍛錬する際に、移動ステップをある程度習得した後は、実践的な状況を設定しプレジャンプ動作を含めた移動ステップを鍛える必要があると考えられる。

サイド攻撃に対するサイドブロッカーの動作は、レフトサイド攻撃でもライトサイド攻撃でもほとんどの試技においてスパイクと同様の踏切動作と腕のスイング動作を遂行していた。また、スパイカー打撃位置の正面ではなく、平均で約 0.5m インナーの位置でブロックジャンプしていた。これらのことについて、指導書では、クロスオーバーのツーステップ (逆足の踏切となる) で移動する、ブロッカーの位置取りとして相手スパイカーの右肩に正対するようジャンプする、ジャンプの際にネットに正対し腕は振らない (あるいはコンパクトにスイングする)、というように説明されており、本研究の結果である、スパイクと同様の動作の順足 (1 歩目が右足, 2 歩目が左足) で両腕のスイングを伴って踏切、スパイカーのクロスの打球コースを塞ぐようブロックジャンプしていたこととは異なっている。この理由としては、近年のトップレベルのゲームでは、スパイカーとブロッカーが 1 対 1 の状況になることが多いため、平行トスによるサイド攻撃を 1 人ブロックで防御することを想定して、レシーバーがいないコート中央への打球コースを塞ぐ位置でブロックしていると考えられる。また、スパイクと同様の動作を用いることは、スタンディングジャンプよりも指尖高を高くできるため有効と考えられる。

これらの動作は、ブロックやスパイクの基本技術をゲーム状況に合わせていかに用いるかという守備の戦術的な内容なので、練習時には、実践的なゲーム状況における反復練習が重要と考えられる。

後衛選手における強打に対するスパイクレシーブでは、ほとんどの試技において、スパイカー打撃時直前にプレジャンプ動作が認められており、着地と同時に構え、直後にレシーブインパクトしていた。本研究の結果は、先行研究 (例えば、勝本, 1989 ; 吉田, 2011) においてスパイカー打撃直前にレシーバーが一旦構えることを支持している。このことは、指導書では、レシーバーが打撃直前に構える、打撃前には止まると説明されている動作タイミングを裏付ける結果となっている。

したがって、練習時では、セッターのトスリリースに反応して、素早い移動からプレジャンプ動作を経て構える下肢の動きを鍛える必要があると考えられる。また、時速 100km (27.8m/s) 前後の強打に対しては、反応してからレシーブ動作を遂行する時間的余裕はな

いため、練習時には、強打に対して、打球コースに反射的に両腕で面を形成して素早く出し、コート内にレシーブボールをあげる練習も必要と考えられる。

以上のような守備の動作は、選手の形態的要因に左右されない動きと考えられるが、一流選手だけにしかできない特別な動作なのか、一般の選手にも転移可能なのかについて、検証する必要がある。

#### 第4節 今後の課題

本研究で得られた結果にもとづいた今後の課題は以下のとおりである。

1. 本研究で対象とした世界一流選手が身に付けている技術は、一般の選手に転移可能なのか実験室研究として検討する必要がある。具体的には、リードブロック動作を遂行させ、時間とブロック到達距離の関係を明らかにすることである。
2. 世界トップレベル女子チームおよび選手における守備戦術・技術の調査研究が必要である。
3. 本研究で取り扱ったブロックとレシーブ以外の、世界トップレベルの戦術および技術の調査研究を行う必要がある。

## 文献

Abdel-Aziz, Y. I. and Karara, H. M. (1971) Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. In Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry, pp. 1-18. American Society of Photogrammetry, Falls Church, 1971.

阿江通良 (1997) 体育・スポーツにおける動作分析手法の利用. 計測と制御 36 (9) : 622-626.

阿江通良 (1998) スポーツとバイオメカニクス. 森昭三編, スポーツの知と技. 大修館書店 : 東京, pp.214-224.

阿江通良 (2008) 一流選手の良い動きに関するバイオメカニクスの研究. 化学工学, 72 (5) : 243-274.

Buekers, M. (1991) The time structure of the block in volleyball : A comparison of different step techniques. Research Quarterly for Exercise and Sport, 62(2) : 232-235.

コールマン・コールマネセット : 遠藤俊郎ほか訳 (1998) バイオメカニクス—技術とパフォーマンスを分析する—. バレーボールコーチングの科学. ベースボールマガジン社 : 東京, pp.103-116. <Coleman, J. and ColemaNesset, K. (1994) Biomechanics: Analyzing Skills and Performance. In: Carl McGown (Ed) Science of Coaching Volleyball. Human Kinetics Publishers: Champaign, pp.47-80.>

Cox, R. H. (1978) Choice response time speeds of the slide and cross-over steps as used in volleyball. Research Quarterly for Exercise and Sport, 49 (4) : 430-436.

Cox, R. H. (1980) Response times of slide and cross-over steps as used by volleyball players. Research Quarterly for Exercise and Sport, 51 (3) : 562-567.

Cox R. H., Noble, L., and Johnson, R. E. (1982) Effectiveness of the slide and cross-over steps in volleyball blocking – A temporal analysis, Research Quarterly for Exercise and Sport, 53 (2) : 101-107.

Data Project (2014) Data Volley 4. <http://www.dataproject.com/>, (accessed, 2016.2.09)



土谷秀雄・砂本秀義・石橋正博・水口尚子・白井徹男・古沢久雄・石橋久代・島津大宣・積山和明（1979）バレーボール，日・ソ戦における競技技術の解析と比較—映像による動作学的解析—。日本体育協会スポーツ医・科学研究報告：131-140.

FIVB (2011) FIVB Volleyball World Cup Japan 2011.

<http://www.fivb.org/EN/volleyball/competitions/WorldCup/2011/Men/>, (accessed 2012.2.20)

藤原徹（1987）バレーボールのゲーム分析—サーブの落下点とサーブレシーブの成功率に関する研究—。仙台大学紀要，19：15-21.

福田隆（2003）トップレベルのバレーボール選手のブロック動作の特徴。愛媛大学教育学部保健体育紀要，4：39-48.

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.

福田隆・南匡泰・桑山義昭・亀山紘美・清川勝行・西村栄蔵・山本章雄・木村章二・白井徹男（1986）バレーボールにおけるジャンプに関する研究—連続ブロックジャンプについて（その 3）—。日本体育協会スポーツ医・科学研究報告：190-193.

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・渡部晴行・南匡泰・中塘二三生（1987）バレーボールにおけるその場連続ブロックジャンプに関する研究。愛媛大学教養学部紀要：661-672.

古田久（2009）バレーボールのサーブレシーブにおける予測トレーニングに関する予備的研究。埼玉大学紀要教育学部，58 (2)：101-107.

浜田幸二・古澤久雄・日高明・丸山嘉久・山本誠二（1990）バレーボール競技におけるスパイクコース判断に関する研究。日本体育学会大会号 (41B)：646.

- 橋原孝博（1986）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－. 筑波大学教育学博士学位論文
- 橋原孝博, 阿江通良, 横井孝志, 石島繁, 古藤高良, 渋川侃二（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.
- 橋原孝博・濱景子（2004）画像解析によるスカウティング用プログラム開発の試み－バレーボールのサーブレシーブの分析－. バレーボール研究, 6 (1) : 15-21.
- 橋原孝博・佐賀野健・吉田雅行（2005）バレーボールのスカウティングプログラム開発に関する研究. バレーボール研究, 7 (1) : 20-25.
- 橋原孝博・吉田康成・吉田雅行（2009）バレーボール男子世界トップレベルチームの戦術プレーに関する研究－2006年男子世界選手権におけるブラジルおよびイタリアチームの分析－. バレーボール研究, 11 (1) : 12-18.
- 金子明友（1974）現代スポーツコーチ全集 体操競技のコーチング. 大修館書店：東京, pp.127-128.
- 金子敏和（2001）ディフェンス. *Coaching & Playing Volleyball*, 12 : 6-9.
- 加藤澤男（1998）トップ・アスリートへの軌跡 体操競技. 森昭三編, スポーツの知と技. 大修館書店：東京, pp. 151-158.
- 勝本真（1987）コンピュータービデオ分析システムを用いたバレーボールのゲーム分析（第一報）－スパイクのレシーブフォーメーションについて－. 活水論文集, 30 : 87-96.
- 勝本真（1988）VTRを用いたDLT法によるバレーボールのフォーメーション分析－高校女子のレシーブフォーメーションについて－. 活水論文集, 31 : 75-94.
- 勝本真（1989）バレーボールフォーメーション分析（第2報）－5カ国の女子ナショナルチームのレシーブフォーメーションについて－. 活水論文集, 32 : 83-101.
- 勝本真・小林一敏・末吉靖宏（1984）バレーボールにおけるサーブレシーブ動作の熟練度に関する力学的研究. 日本体育学会大会号, (35) : 414.

川合武司・田中純二・高橋 亮三 (1965) バレーボールに於けるアンダーハンドパスフォームの分析的研究. 順天堂大学体育学部紀要, 8 : 52-58.

柏森康雄・高梨泰彦・亀山紘美・遠藤俊郎・川之上豊・網村昭彦・亀ヶ谷純一・南匡泰・梶尾義昭・山根武・吉田雅行 (1985) '85 女子ジャパンカップにおける日本・中国・ソ連のブロック力の比較について. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 : 145-150.

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

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

キライ : 古市英訳 (1987) カーチ・キライのパーフェクト・クリニック. 日本文化出版 : 東京. < Kiraly K. (1990) Karch Kiraly's Championship Volleyball. Fire side book. >

岸本強・木原勇夫 (1985) バレーボールの技術に関する研究: 2 人 or3 人シフトのサーブレシーブについて. 島根女子短期大学紀要, 23 : 105-109.

北村潔和・松島由美子・山地啓司 (1985) 身体の移動距離, 移動方向, 移動の高さを考慮した全身単純及び選択反応時間ーバレーボールのレシーブ動作を想定してー. 体育の科学, 35 (7) : 552-557.

小糸敬夫 (2001) 強打スパイクを拾う. Coaching & Playing Volleyball, 17 : 3.

黒川貞生 (2012) バレーボールにおける瞬発的な動作開始を考えるー他の競技種目との比較からヒントをえてー. バレーボール研究, 14 (1) : 43.

Liskevych, T. and Neville, B. (1997) Floor Defense. In : Kinda, S. Asher (Eds) Coaching Volleyball. Masters Press : Indianapolis. pp.169-188.

Lobietti, R. (2009) A review of blocking in volleyball : from the notational analysis to biomechanics. Journal of Human Sport and Exercise, 4 (2) : 93-99.

Lobietti, R., Fantozzi, S., and Merni, F. (2006) Blocking the quick attack in volleyball : a

3D kinematic analysis. In ISBS-Conference Proceedings Archive, 2007 ,  
<https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/244/203>, (accessed, 2013.6.25)

Lobietti, R., Merni F., Ciacci S. (2005) A 3D biomechanical analysis of volleyball block.  
In W. Starosta and S. Squatrito (Eds) Scientific Fundamentals of Human Movement  
and Sport Practice, 21(2) : pp.413-415.

松井泰二・内田和寿・黒川貞生・鈴木陽一・佐藤重芳・矢島忠明 (2008) バレーボールに  
おけるブロック局面の off the ball movements の評価に関する研究—大学トップチーム  
を対象として—. バレーボール研究, 10 (1) : 1-12.

松井泰二・矢島忠明・都澤凡夫 (2011) バレーボールにおける効果的なブロックパフォー  
マンスを生み出す遂行過程の構成要素—ゲーム局面と攻撃テンポに着目して—. バレー  
ボール研究, 13 (1) : 30-37.

Mayforth, G. (2002) リードブロック・アメリカンテクニク. Coaching & Playing  
Volleyball, 22 : 6-9.

南匡泰・福田隆・土谷秀雄・橋爪静夫・田中信夫・白井徹男・西村栄蔵・見正秀基・板井  
充・原巖 (1985) バレーボールにおけるジャンプに関する研究 (1) —連続ブロックジ  
ャンプについて (その 2) —. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 : 159-162.

南匡泰・福田隆・桑山義昭・渡部晴行・橋爪静夫・清川勝行・亀山紘美・山根武・白井徹  
男・西村栄三・山本章雄・土谷秀雄 (1984) ジャンプに関する研究—連続ブロックジ  
ャンプについて—. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 : 54-57.

水口尚子・砂本秀義・下敷領光一・土谷秀雄・古澤久雄・白井徹男・都沢凡夫・泉川喬一・  
村本和世・山田保 (1981) 日本・キューバ対抗バレーボールにおけるスパイクとブロッ  
クとの関係, 日本体育学会大会号 (32) : 459.

文部省 (1951) 中学校高等学校学習指導要領保健体育科体育編 (試案).  
<https://www.nier.go.jp/guideline/s26jhp/index.htm>, (2016.2.29 確認)

室伏重信 (2002) 伝える. 文部科学省教育課程課・幼児教育課 (編) 初等教育資料, No.749,  
pp.50-53.

- 長井功 (1998) バレーボールのカリキュラム編成に関する研究ーバレーボール学習開始の適時期の検討からー. 兵庫教育大学大学院学校教育研究科修士論文
- 中屋敷真 (1980) サッカーのゴールキーパーの構えについて. 仙台大学紀要, 12 : 23-32.
- 根本研・山田雄太・河部誠一・伊藤雅充・森田淳悟・進藤満志夫 (2004) バレーボールのブロック反応時間に関する研究. 日本体育大学紀要, 33 (2) : 109-117.
- Neves, T. J., Johnson, W. A., Myrer, J. W., and Seeley, M. K. (2011) Comparison of the traditional, swing, and chicken wing volleyball blocking techniques in NCAA division I female athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10 : 452-457.
- Neville, B. (2004) Forging Floor Fundamentals. In: Lenberg, K. S. (Eds) *Coaching Volleyball: Defensive Fundamentals and Techniques*. Coaches Choice: Monterey pp.66-71.
- 日本バレーボール学会編 (2012) *Volley pedia* バレーボール百科事典 2012 年改訂版. 日本文化出版 : 東京.
- 日本バレーボール協会編 (1988) バレーボール指導教本. 大修館書店 : 東京.
- 日本バレーボール協会指導普及委員会編 (1983) バレーボール指導教本. 大修館書店 : 東京, pp.125-130.
- 西博史 (2015) バレーボール競技場面の動作分析によるセッターのトス技術に関する運動学的研究. 広島大学大学院総合科学研究科博士論文
- 西博史・橋原孝博 (2016) 画像解析によるバレーボールの技術に関する研究. *画像ラボ*, 27 (2) : 13-24
- 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.
- 西博史・吉田康成・橋原孝博 (2014) バレーボールにおけるコンビネーション攻撃のトス技術に関する研究. *アジア太平洋コーチング学会論文集* : 135-136.

小川宏・黒後洋 (2005) ラリーポイント制によるバレーボールゲームの勝利確率について.  
バレーボール研究, 7 (1) : 7-13.

大橋公德・江刺家邦彦 (1998) バレーボールのアタックコースについての研究—身長別ア  
タックコースの割合と成功率—. 帯広畜産大学学術研究報告. 人文社会科学論集, 10 (1) :  
85-94.

大下淳一 (2012) 第4回:アスリートの神秘をデジタル化:原点になった20年前の出来事.  
スポーツ, 未開の大陸. 日経テクノロジーonline.  
<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/FEATURE/20120717/228518/>, (accessed,  
2015.12.20)

岡部修一・勝本真 (2001) 女子バレーボールのセンターブロックに関する研究—反応時間・  
移動ステップに着目して—. 日本体育学会大会号 (52) : 548.

岡内優明・阿江通良・石島繁・横井孝志・橋原孝博・枋堀申二・福原祐三・都沢凡夫・勝  
本真・吉田雅行・矢島忠明・遠藤俊郎 (1982) バレーボールワールドカップ'81におけ  
るトッププレイヤーの技術分析 (その3) —ブロック動作について—. 日本体育学  
会大会号 (33) : 711.

岡内優明・前田寛 (2012) バレーボールのアンダーハンドによるサーブレシーブ技術の解  
析. シンポジウム:スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス講演論文集: 40-43.

岡内優明・枋堀申二・福原祐三・都沢凡夫・石島繁・阿江通良・橋原孝博・横井孝志・勝  
本真・吉田雅行・矢島忠明・遠藤俊郎 (1983) バレーボールワールドカップ'81におけ  
る一流選手の技術分析—ブロック動作について—. 日本体育学会大会号 (34) : 572.

Piras, A., Lobietti, R., and Squatrito, S. (2014) Response time, visual search strategy,  
and anticipatory skills in volleyball players. *Journal of Ophthalmology*, 2014.  
<http://www.hindawi.com/journals/joph/2014/189268/>, (accessed, 2016.2.7)

佐賀野健・濱景子・金致偉・橋原孝博・小村堯・西村清巳 (2002) 男子バレーボールにおけ  
るコンビネーション攻撃に対するリードブロックの技術特性に関する研究—2次元 DLT  
法を用いたセンターブロッカーの映像分析—. スポーツ方法学研究, 15 (1) : 87-89.

佐賀野健・橋原孝博・西村清巳 (1995) バレーボールのブロックおける助走・踏み込み動

作の違いが空中姿勢に及ぼす影響. 広島体育学研究, 21 : 57-65.

佐賀野健・橋原孝博・西村清巳 (1996) バレーボール日本リーグにおけるセンタープレーヤーのブロック技術に関する研究, 広島体育学研究, 22 : 9-18.

佐賀野健・金致偉・荒木祥一・橋原孝博・西村清巳 (1998) バレーボールのコンビネーション攻撃に対する守備システムについてーワールドカップ'95における日本対イタリア戦の分析ー. 呉工業高等専門学校研究報告, 61 : 1-7.

佐賀野健・金致偉・橋原孝博・西村清巳 (1998a) バレーボールにおけるスパイクとブロックの技術的關係ー1996年国民体育大会少年男子の部決勝戦の映像分析ー. 広島体育学研究, 24 : 1-8.

佐賀野健・金致偉・橋原孝博・西村清巳 (1998b) 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ーワールドカップ'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ー. スポーツ方法学研究, 11(1) : 141-147.

櫻井榮七郎 (1998) 球技用語事典. 不昧堂出版 : 東京

佐藤徹 (1992) 技術の運動学的認識. 金子明友・朝岡正雄編, 運動学講義. 大修館書店 : 東京, pp.67-75.

セリンジャー・アッカーマン (1993) セリンジャーのパワーバレーボール, 朽堀申二監修, 都澤凡夫訳, ベースボールマガジン社. < Selinger, A. and Ackermann-Blount, J. (1986) Arie Selinger's Power Volleyball. St. Martin's Press.>

Shapiro, R. (1978) : Direct linear transformation method for the three-dimensional cinematography. Research Quarterly for Exercise and Sport, 49 (2) : 197-205.

重永貴博・朽堀申二・都澤凡夫・吉田康伸・今丸好一郎・川田公仁 (1995) バレーボールのブロック動作に関する分析的研究 (1). 日本体育学会大会号 (46) : 558.

島津大宣・明石正和 (1980) 跳躍動作の解析 (その1). 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 : 289-292.

下敷領光一・砂本秀義 (1980) 至適なレシーブ・フォームについての基礎的研究. 日本体

育協会スポーツ医・科学研究報告：285-288.

篠村朋樹（1988）ブロックの腕動作に関する事例的研究．木更津工業高等専門学校紀要，  
21：29-34.

シュティラーら：唐木國彦ほか訳（1993）ボールゲーム指導辞典．大修館書店：東京．

砂本秀義・土谷秀雄（1980）日本・キューバ対抗バレーボールにおける競技技術の解析と  
比較—映像によるキネシオロジー的解析—．日本体育協会スポーツ医・科学研究報告：  
271-284.

田口信教（1988）世界の目を釘づけにしたミュンヘンの覇者，一秒にかけた青春，広島ス  
ポーツ読本燃えろヒーロー チャンピオンをめざす君へ．（財）広島体育協会，pp.36-43.

高橋宏文・川合武司・浜野光之・勝又宏（1997）バレーボールにおけるサーブレシーブと  
動作時間及び構えとの関係．順天堂大学スポーツ健康科学研究，(1)：106-112.

高梨泰彦・明石正和・山本外憲・泉川喬一・田中博明・前岡孝行・黒川貞生・永田俊勝・  
三上修二・町田弘幸（1985）'85 ワールドカップ大会におけるブロッキングに関する事  
例的研究．日本体育協会スポーツ医・科学研究報告：151-158.

武澤実穂・星野聡子（2013）バレーボールのスパイクコース判断に関わるレシーバーの視  
覚探索ストラテジ．奈良女子大学スポーツ科学研究，15：47-58.

武澤実穂・星野聡子（2014）バレーボールにおけるレシーバーの視覚探索ストラテジ：ト  
スおよびスパイクコースの正確な判断にむけて．奈良女子大学スポーツ科学研究，16：  
9-19.

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）コンビネーションバレー3．月刊バレーボール，50(3)：150-152.

田中幹保（1996b）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 (1996c) 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.
- 田中幹保 (1999) ブロックの種類と戦略. *Coaching & Playing Volleyball*, 4 : 2-5.
- 多和健雄 (1972) 運動技術学的研究法. 前川峰雄ほか編著, 現代体育学研究法. 大修館書店 : 東京, pp.403-410.
- 友末亮三 (1998) 研究者の立場から. テニスの科学, 6 : 25-26.
- 豊田博・古沢久雄 (1982) バレーボールにおける敏捷性の研究ーレシーブ・ブロック時の反応と動きの速さについてー. 東京大学教養学部体育研究室体育学紀要, 16 : 1-10.
- 豊田博・山口晃 (1966) バレーボール選手の体力に関する研究 (I) ー男子ユニバーシアード候補選手の体力についてー. 東京大学教養学部体育研究室体育学紀要, 3 : 57-69.
- 梅崎さゆり・野村照夫・来田宣幸・山本大輔・北原勉 (2014) バレーボールのブロックにおける移動の類型化ー予備ステップと移動ステップに着目してー. 天理大学学报, 236 : 35-48.
- Vansteenkiste, P., Vaeyens, R., Zeuwts, L., Philippaerts, R., and Lenoir, M. (2014) Cue usage in volleyball: A time course comparison of elite, intermediate and novice female players. *Biology of Sport*, 31(4) : 295–302.
- 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кау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.
- ウィニック (1992) 子どもの発達と運動教育 : ムーブメント活動による発達促進と障害児の体育. 大修館書店 : 東京.

- 山田雄太・福富恵介・神田翔太・金子美由紀・後藤浩史・植田和次・江藤直美・高梨泰彦・川岸與志男・石垣尚男 (2012a) バレーボールのブロック動作における各フェイズに要する時間ー攻撃エリアと身長との関係に着目してー. バレーボール研究, 14(1) : 7-11.
- 山田雄太・福富恵介・神田翔太・金子美由紀・石垣尚男・澤井亨・光安信次・松井弘志・原巖・光山秀行 (2012b) バレーボールにおけるブロック時の選択肢数がブロック動作時間に及ぼす影響. バレーボール研究, 14(1) : 12-15.
- 山田剛久・吉田清司・渡辺啓太・松井泰二・石丸出穂・加戸隆司・高野淳司・高橋栄介・小室匡史 (2012) ワールドカップ 2011 テクニカルレポートー全日本男子シニアバレーボールチームー. テクニカルスタディー2011 : 平成 23 年度日本バレーボール協会科学研究委員会研究報告集, pp.9-61.
- 山本博男・直江義弘・滋野雅治 (1981) 各種ステップ法からみた選択反応時間 : バレーボールのブロックにおける実験的研究. 教科教育研究, 17 : 185-191.
- 吉田雅行・岡部修一・勝本真・岩井俊夫 (1993) バレーボールにおける戦術行動の計量化の試みーサーブレシーブからの攻撃におけるプレイヤーの動きについてー. 大阪教育大学紀要 IV 教育科学, 42(1) : 127-135.
- 吉田清司 (1999) バレーボールのブロック戦術. 専修大学社会体育研究所所報, 47 : 1-16.
- 吉田敏明・箕輪憲吾 (1989) バレーボールにおけるフォーメーションに関する事例的研究.ーサーブレシーブからの攻撃ー. 東京学芸大学紀要第 5 部門, 41 : 263-274.
- 吉田敏明・箕輪憲吾 (1994) バレーボールにおける変則サーブレシーブフォーメーションに関する研究ーアメリカ大学女子チームを対象にしてー. スポーツ方法学研究, 7 (1) : 143-153.
- 吉田敏明・箕輪憲吾 (1995) バレーボールにおけるサーブレシーブからの攻撃に関する研究ー5 人シフトと 4 人シフトの比較ー. スポーツ方法学研究, 8 (1) : 101-108.
- 吉田敏明・箕輪憲吾 (2001) 25 点ラリーポイント制のバレーボールにおけるゲーム結果と得点に直接関連する技術との関係. スポーツ方法学研究, 14 (1) : 13-21.
- 吉田敏明・箕輪憲吾・菊地弘幸 (1990) バレーボールにおける守備システムの基礎的観察ー

レフトからの攻撃に対する守備一. 東京学芸大学紀要第 5 部門, 42 : 147-155.

吉田康成 (2011) ポジショニングからみるスパイクレシーブのタイミング. プール学院大学研究紀要, 51 : 281-294.

吉田康成・吉田雅行 (2001) ポジショニングから見るバレーボールの守備戦術. 日本スポーツ教育学会第 20 回記念国際大会論文集, pp.205-210.

吉原一男 (1966) スポーツの開始年齢に関する研究 (No. 1 バレーボール). 大阪市立大学保健体育学研究紀要, 2 : 27-38.

## 謝辞

本学位論文は、多くの人の支援によって完成することができた。主査の橋原孝博先生からは、終始丁寧な御指導をいただき、3次元動作分析法とバレーボールのフィールド実験法の全てを教わった。改めてここに深く感謝の意を表したい。また、副査の岩永誠先生、山崎昌廣先生、荻田典男先生からは、研究方法、考察について貴重な示唆をいただいたことで内容に深みを増すことができただけでなく、今後の研究課題についての指針を得ることができた。とりわけ、荻田典男先生には終始丁寧に読んでいただき、動作分析の可能性と限界について改めて考えさせられる機会を得ることとなった。重ねて感謝の意を表したい。さらに、共同研究者として、撮影から分析まで協力いただいた元橋原研究室、西博史先生にも深く感謝したい。

本学位論文執筆のきっかけとなったのは、十数年におよぶ筆者のアシスタントコーチ時代の経験によるものである。その当時は、吉田雅行先生に師事しており、バレーボールの守備戦術・技術のコーチングについて直伝を受けていた。しかし、当時は、師匠のコーチングによってなぜ選手のパフォーマンスがダイナミックに変化し向上するのか全く理解できなかった上、守備技術を定量化する術も持っていなかった。その後、吉田雅行先生の筑波大学時代の先輩である橋原孝博先生に師事し、一流選手の運動技術を分析する方法とその考え方を学ぶことで、コーチングに必要となる、勘どころを押さえた分析をできるようになってきた。

足かけ20年におよぶコーチング実践と研究活動によって、これまであまり焦点が当てられてこなかったバレーボール一流選手の守備戦術・技術について、コーチング実践に有用な知見が少しは得られたのではないかと自負している。と同時に、2人の師匠から直伝されたコーチングと研究の実践知をしっかりと継承していきたい。

最後に、ここに至るまで、常日頃から労を厭わず支援をしてくれた妻に心から感謝したい。

2016年9月

吉田康成