

女子バスケットボール選手における 180 度の方向転換能力と 片脚側方跳躍能力との関係

亀田麻依¹⁾, 木葉一総²⁾, 前田明²⁾

¹⁾ 国立スポーツ科学センター

²⁾ 鹿屋体育大学

キーワード: ディフェンス, 評価, フットワーク, フィールドテスト, ジャンプ

【要 旨】

本研究は, 切り返し能力と片脚側方跳躍能力との関係性を明らかにすることを目的とした. 被検者は, 大学女子バスケットボール選手 13 名であった. 試技は, 切り返し能力および側方への片脚跳躍能力を測定するものとした. 切り返し能力の測定では, 3 m 区間の往復サイドステップを行わせ, 減速局面および加速局面の平均力 (Cutting index) を求めた. 片脚側方跳躍能力の測定では, 側方スクワットジャンプ (Side SQJ), 側方カウンタームーブメントジャンプ (Side CMJ), 側方ジャンプ (Side J) の 3 種類を行わせ, 跳躍能力指標 (Jump index) を求めた. 本研究では, 切り返し動作における局面ごとの Cutting index と 3 種類の Jump index との相関係数を求めた. その結果, 加速局面における Cutting index と Side J index との間に有意な相関関係がみられた. すなわち, 3 種類の片脚側方跳躍の中でも, 全身の反動を用いて跳躍する Side J が切り返し動作の加速に関与する力発揮との関係性が強いことが示された.

スポーツパフォーマンス研究, 12, 596-605, 2020 年, 受付日: 2020 年 2 月 21 日, 受理日: 2020 年 10 月 7 日

責任著者: 亀田麻依, 国立スポーツ科学センター 115-0056 東京都北区西が丘 3-15-1

mai.kameda@jpnssport.go.jp

Relation between female basketball players' performance when turning around 180 degrees and when jumping sideways on one leg

Mai Kameda¹⁾, Kazufusa Kiba²⁾, Akira Maeda²⁾

¹⁾ Japan Institute of Sports Sciences

²⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: defense, evaluation, footwork, field test, jumps

【Abstract】

The aim of the present study was to examine the relation between basketball players' performance when turning 180 degrees and when jumping to the side on one leg. The participants, 13 female university basketball players, were asked to perform with the maximum possible power. The measurements of the participants' turning ability were made while they repeatedly jumped to the side, turning to the back and front, within 3 meters; the average force (cutting index) of the deceleration and acceleration phases was calculated. The measurements of their performance when jumping to the side on one leg were made while the participants did three types of jumps: side squat jump (side SQJ), side counter-movement jump (side CMJ) and side jump (side J). A jump ability index (Jump index) was calculated, and the correlation between the cutting index and the jump indices for the three types of types was calculated for deceleration and acceleration phases of the turning motion. A significant correlation was found between the cutting index in the acceleration phase and the side jump index. This suggests that among the three types of jumps compared, the side jumps, which use a reaction of the whole body, may have a strong relationship to the acceleration of power when turning.

I. 緒言

バスケットボール競技におけるディフェンス場面では、相手選手の動きに対応するために、サイドステップと 180 度の方向転換動作(以下「切り返し動作」)が頻繁に用いられる(バスケットボール指導教本, 2008). 大学女子バスケットボール選手を対象にした研究では、切り返し動作が速い選手は、それが遅い選手に比べて、切り返し足の股関節および膝関節の過度な屈曲を抑えながら大きな力を発揮していたこと(亀田ほか, 2017)や、股関節伸展速度を高めながら蹴り出していたこと(Shimokochi et al., 2013)が報告されている. サイドステップから切り返し動作を行う場合では、サイドステップで獲得した身体重心速度をできるだけ早く停止させ(減速), 逆方向に進むための速度を再び獲得(再加速)しなくてはならない. そのため、切り返し動作において、短い接地時間で大きな推進力を獲得できる選手は、切り返し能力が高いといえるだろう.

競技スキルに関連する体力評価には、垂直跳びやリバウンドジャンプなどの跳躍動作が用いられている(有賀ほか, 2014; 凶子ほか, 1993). 評価指標として用いられる跳躍動作は、対象にする競技を考慮し、跳躍方向や運動様式を決定することが望ましいと考えられている(藤林ほか, 2013). 例えば、藤林ほか(2013)は、走幅跳などの跳躍種目を専門とする選手の踏切に関与するパフォーマンスを評価するために、一般的に用いられているリバウンドジャンプ指数(=跳躍高/接地時間)の跳躍高を跳躍距離に変更し、リバウンドロングジャンプ指数(=跳躍距離/踏切時間)を求めた. その結果、リバウンドロングジャンプ指数と踏切に関与するパフォーマンスとの間に有意な相関関係が認められたことを報告し、リバウンドロングジャンプテストが片脚で行われる跳躍パフォーマンスを強く反映することを示した. このように、競技スキルに関連する体力評価は、競技特性に合わせて行うことが重要であると考えられる. これまでに、切り返し能力に関連する体力評価を検討した研究では、切り返し足接地時間とリバウンドジャンプ指数との間には、相関関係が認められなかったことを報告しているものに限られる(古賀ほか, 2016). 藤林ほか(2013)の研究を踏まえると、切り返し能力を評価するためには、跳躍方向や運動様式を切り返し動作に特化する必要があると考えられる. そこで、片脚で行う側方への水平跳躍(以下「片脚側方跳躍」)能力に着目した. 片脚側方跳躍では、片脚で側方へ蹴り出すことが切り返し動作を反映しやすいと考えられる. 切り返し動作では、切り返し足を接地してから下肢関節を屈曲させることでさらに減速をし、そこから蹴り出すことによって再加速をする. 再加速する際には、特に切り返し足を用いて蹴り出す. ここで重要となるのは、切り返し動作では大きな力を発揮するだけでなく、できるだけ短い接地時間で動作を遂行しなくてはならない. これを考慮すると、片脚側方跳躍時の跳躍距離を指標とするよりも、単位時間あたりに発揮した力を指標とすることが望ましいと考えられる. 切り返し動作時の再加速するための蹴り出す能力、すなわち、加速する能力を側方への片脚跳躍能力で評価することができるのではないかと考えた. 切り返し動作時の加速能力を跳躍指標で評価することが可能となれば、パフォーマンステストとしての活用のみならず、切り返し能力を高めるための手段としての活用も期待できる. そこで、本研究は、切り返し能力と片脚側方跳躍能力との関係性を明らかにすることを目的とした.

II. 方法

1. 被検者

被検者は、平成 30 年度第 70 回全日本大学バスケットボール選手権大会に出場経験のある選手を含む、大学女子バスケットボール選手 13 名(年齢 20 ± 1 歳, 身長 165.6 ± 7.0 cm, 体重 61.8 ± 8.3 kg)であった。本研究では、実験に先立ち、実験の要旨、内容および危険性について被検者へ説明し、紙面にて実験参加の同意を得た。なお、本研究は、鹿屋体育大学倫理審査小委員会の承認を得て実施した。

2. 実験試技

本研究では、片脚側方跳躍能力の測定と切り返し能力の測定を同一被検者で、別日に実施した。それぞれの測定内容を以下に示す。

2. 1. 片脚側方跳躍能力の測定

被検者は、以下に示す 3 種類の片脚側方跳躍能力の測定を行った。すべての試技は、右脚で静止姿勢を保持したのち、左側方へ跳躍し両脚で着地するものとした。その際、できるだけ遠くへ跳ぶこと、着地の際に過度に下肢関節を曲げないことを口頭で指示した。その際の地面反力は、フォースプレート(テック技販 社製, 100 cm×90 cm, 1000 Hz)を用いて計測した。被検者は、十分なウォーミングアップを行った後に、模範試技を確認し、数回の練習を行った。跳躍後の接地がフォースプレートを踏み外してしまった場合は、失敗試技とした。失敗試技を除外し、最低 3 回の試技を測定した。すべての試技順は、順序効果による影響を無効にするため、ランダムとした。なお、試技間は、疲労の影響を排除するために、十分な休息をとらせた。

2. 1. 1. 側方スクワットジャンプ(side squat jump:以下「Side SQJ」)

Side SQJ は、片脚立位姿勢から腰に手を当て、腕の振り込み動作を制限させた状態かつ膝関節屈曲角度が 120 度の状態から、側方へ跳躍するものとした(動画 1)。本研究では、先行研究における切り返し動作中の膝関節最大屈曲角度が 117.79 ± 3.57 度から 125.08 ± 4.09 度であった(亀田ほか, 2017)ことを踏まえ、膝関節屈曲角度を 120 度に設定した。

2. 1. 2. 側方カウンタームーブメントジャンプ(side counter movement jump:以下「Side CMJ」)

Side CMJ は、片脚立位姿勢から腰に手を当て、腕の振り込み動作を制限させ、下肢の反動動作のみを用いた状態から、側方へ跳躍するものとした(動画 2)。

2. 1. 3. 側方サイドジャンプ(side jump:以下「Side J」)

Side J は、片脚立位姿勢から腕の振り込み動作および下肢の反動動作を用いて、側方へ跳躍するものとした(動画 3)。

2. 2. 繰り返し能力の測定

被検者は、サイドステップを用いて右方向へ 3 m 移動し、身体の向きを変えずに繰り返し動作を行い、再びサイドステップを用いて左方向へ 3 m 移動する課題を行った(動画 4)。できるだけ速くサイドステップおよび繰り返し動作を行うことを口頭で指示した。その際の動作は、光学式 3 次元動作解析システム MAC 3D (Motion Analysis 社製, 300 fps) の専用カメラ Raptor (14 台) を用いて、被検者の身体各部位に貼付した反射マーカ (直径 12.7 mm) を撮影し、分析ソフトウェア (Cortex 6.2.3, Motion Analysis 社製) により 3 次元座標を計測した。反射マーカは 38 点とし、頭頂、頭部 (前後左右)、肩峰 (左右)、上腕骨外側上顆 (左右)、上腕骨内側上顆 (左右)、尺骨茎状突起 (左右)、橈骨茎状突起 (左右)、第 3 中手骨 (左右)、胸骨上縁、胸骨剣状突起、第 7 頸椎棘突起、第 9 胸椎、仙骨、上前腸骨棘 (左右)、大転子 (左右)、大腿骨外側上顆 (左右)、大腿骨内側上顆 (左右)、外果 (左右)、内果 (左右)、つま先 (左右)、踵骨 (左右) の位置に貼付した。静止座標系は、身体の水平前後方向を X 軸、進行方向 (左右) を Y 軸、鉛直方向を Z 軸とした。また、繰り返し動作時の地面反力データは、フォースプレート (テック技販 社製, 100 cm × 90 cm, 1500 Hz) を用いて計測した。十分なウォーミングアップおよび数回の練習を行わせ、最低 3 回の試技を測定した。なお、試技間は、疲労の影響を排除するために十分な休息をとらせた。

2. 3. 片脚側方跳躍能力の評価項目および算出方法

フォースプレートから得られた地面反力データは、A/D 変換した後パーソナルコンピュータに取り込んだ。地面反力データは、4 次のバターワース型ローパスデジタルフィルタを用いて平滑化した。その際の遮断周波数は、30 Hz (勝原・小田, 2006) とした。地面反力は、体重あたりの相対値として算出した。評価項目は、片脚側方跳躍における Jump index, 跳躍距離, 接地時間, 力積とした。各 Jump index (Side SQJ index, Side CMJ index, Side J index) は、藤林ほか (2013) を参考に、跳躍距離と接地時間を用いて、以下の式によってそれぞれ求めた。

$$\text{Jump index} = \text{jumping distance (m)} / \text{contact time (s)}$$

Side SQJ, Side CMJ および Side J の跳躍距離は、スタートラインから着地地点の最短距離をメジャーで実測した。なお、動作の開始は、水平方向に加えられた力が体重の 3% 以上の時とし、終了 (踏切) は、鉛直方向に加えられた力が体重の 4% 以下の時として判定した (勝原・小田, 2006)。この時間を接地時間 (Contact time) と定義した (図 1)。採用試技は、Jump index が最も高かった試技とした。

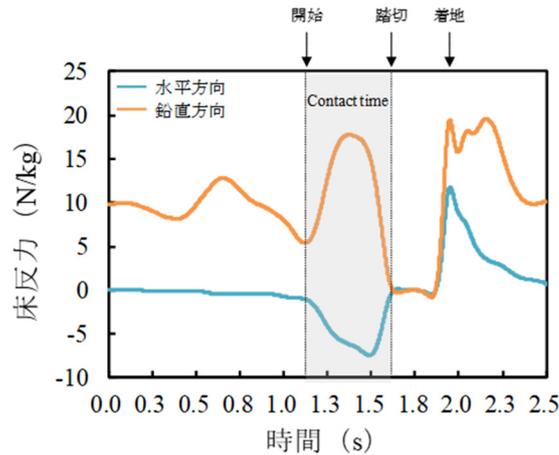


図 1. Side J における床反力の典型例

2. 4. 繰り返し能力の評価項目および算出方法

フォースプレートから得られた地面反力データは、専用アンプを介してパーソナルコンピュータに取り込んだ。3次元座標データと地面反力のデータは、光学式3次元動作解析システムMAC 3Dに付属するA/Dポートを介して同期した。地面反力データは、4次のバターワース型ローパスデジタルフィルタを用いて平滑化した。地面反力は、体重あたりの相対値として算出した。評価項目は、平均力(以下「Cutting index」)、力積、接地時間とした。Cutting indexは、水平方向における力積を接地時間で除すことで、単位時間当たりの力を求めた。これは、短い時間でいかに大きな力を地面に加えることができるかを意味している。採用試技は、Cutting indexが最も高かったものとした。また、本研究では、繰り返し動作中の身体重心速度を算出(阿江, 1996)し、繰り返し足接地から身体重心速度0 m/sまでを減速局面、そこから繰り返し足離地までを加速局面と区分した(図2)。

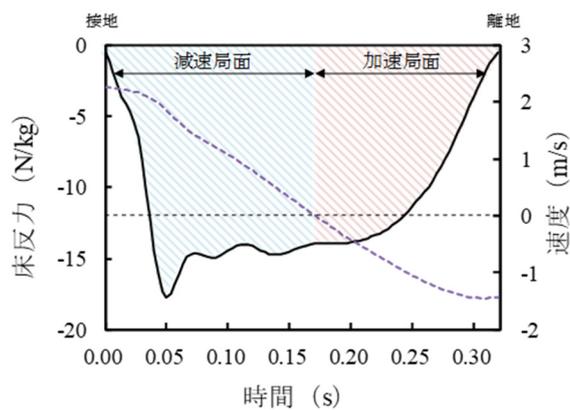


図 2. 繰り返し動作における床反力の典型例

3. 統計処理

各算出項目は、平均値±標準偏差で示した。変数間の関係性については、Pearson の積率相関係数を用いた。なお、すべての検定には、統計ソフト IBM SPSS Statistics 24 (IBM 社製) を使用し、有意水準は 5% とした。

III. 結果

表 1 には、繰り返し動作における Cutting index, 片脚側方跳躍における Jump index, 跳躍距離と繰り返し動作における Cutting index との相関関係を示した。Side J index と加速局面における Cutting index との間には、有意な相関関係が認められた。Side SQJ index および Side CMJ index と Cutting index との間には有意な相関関係は認められなかった。Side SQJ および Side CMJ の跳躍距離と加速局面における Cutting index との間には有意な相関関係が認められた。

表 1. Jump index および跳躍距離と Cutting index との相関関係

n=13		平均値±標準偏差	相関関係		
			減速局面	加速局面	全体
Cutting	index	-10.41 ± 1.38			
Cutting (braking)	index	-12.10 ± 1.83			
Cutting (propulsive)	index	-8.41 ± 1.40			
Side SQJ	index	259.97 ± 34.00	-0.308	-0.463	-0.471
	跳躍距離 cm	132 ± 13	-0.250	-0.607 *	-0.459
Side CMJ	index	271.36 ± 39.36	-0.212	-0.501	-0.432
	跳躍距離 cm	144 ± 12	-0.338	-0.584 *	-0.514
Side J	index	319.23 ± 51.72	-0.424	-0.565 *	-0.599 *
	跳躍距離 cm	156 ± 14	-0.437	-0.518	-0.545

*: p<0.05

表 2 には、片脚側方跳躍における接地時間および力積と繰り返し動作における接地時間および力積との相関関係を示した。接地時間および力積については、片脚側方跳躍能力と繰り返し能力の間にはいずれも相関関係は認められなかった。

表 2. 片脚側方跳躍能力と切り返し能力との相関関係

n=13			平均値±標準偏差		相関関係		
					減速局面	加速局面	全体
Side SQJ	接地時間	s	0.51	± 0.04	0.328	0.539	0.517
	力積	Ns/kg	-1.94	± 0.16	0.117	0.398	0.394
Side CMJ	接地時間	s	0.53	± 0.05	0.492	0.418	0.491
	力積	Ns/kg	-2.09	± 0.23	0.321	0.191	0.343
Side J	接地時間	s	0.50	± 0.07	0.277	0.314	0.333
	力積	Ns/kg	-2.19	± 0.19	0.284	0.227	0.352

- ・ 接地時間 と 切り返し接地時間
- ・ 力積 と 切り返し力積

IV. 考察

1. 切り返し能力と片脚側方跳躍能力との関係

本研究の目的は、切り返し能力と片脚側方跳躍能力との関係性を明らかにすることであった。本研究の主な結果は、切り返し動作時の加速局面における Cutting index と Side J index との間に有意な相関関係がみられたことである(表 1)。このことから、切り返し動作時の加速能力を Side J index を用いて評価できる可能性が示された。球技スポーツ選手における跳躍やフットワークでは、下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性を明らかにするために、バリスティックな伸張-短縮サイクル運動の遂行能力を評価する有効性が述べられている(岡子ほか, 1993)。切り返し動作は、切り返し足を接地してから下肢関節を屈曲させることでさらに減速をし、そこから蹴り出すことによって再加速をする。このような運動は、下肢の筋腱複合体が強制的に伸張されながらエキセントリックな筋収縮によって運動エネルギーを受け止め、その後コンセントリックな筋収縮が行われる典型的な伸張-短縮サイクル運動であると考えられ、できる限り短い時間で大きな力を発揮することが求められる。これまでも、切り返し能力を跳躍指標で評価しようと試みた研究(古賀ほか, 2016)はあるが、切り返し足接地時間とリバウンドジャンプ指数との間に関係性はみられず、切り返し能力を跳躍指標では評価することができていない。また、一般的に下肢の筋力およびパワー発揮(脚の瞬発力)の測定には、垂直跳びの跳躍高や立ち幅跳びの跳躍距離などが用いられている。すなわち、スクワットジャンプではコンセントリックな筋収縮のみの下肢のパワーを、カウンタームーブメントジャンプではエキセントリックな筋収縮からコンセントリックな筋収縮による下肢や全身のパワーを跳躍高や跳躍距離によって評価している。ただし、これらの指標には、動作時間(踏切時間)は考慮されていない。これらの先行研究や切り返し動作の運動特性を考慮すると、その能力を評価するためには片脚側方跳躍の踏切時間を考慮することが適当であると考えられる。本研究において、側方への片脚跳躍の遂行能力を評価する指標として求めた Jump index は、高値を示すほど短時間に大きなパワーを発揮する能力が高いことを示している。さらに、競技スキルに関連する体力評価は、競技特性に合わせて行うことが望ましい(藤林ほか, 2013)ことを鑑みると、本研究では 3 種

類の片脚側方跳躍の中でも、全身の反動を用いて行われる Side J が切り返し能力を評価するのに最も適していたと考えられる。一方で、Side SQJ や Side CMJ では、切り返し能力を適切に評価できない可能性も示された。

接地時間および力積において、切り返し動作と各片脚側方跳躍動作との間に相関関係は認められなかった(表 2)ことを踏まえると、切り返し動作と片脚側方跳躍動作は、類似した運動ではあるが、接地時間や力積そのものの関係性は低いことが確認できた。つまり、切り返し能力を評価するための指標は、単位時間あたりに発揮する力を示す Jump index がこれらの指標よりも有効であると考えられる。また、Side SQJ, Side CMJ の跳躍距離と切り返し動作時の加速局面における Cutting index との間には有意な相関関係が認められた。このことから、片脚側方跳躍の跳躍距離を指標にすることは、これまでの研究結果と同様に基本的な下肢のストレングスやパワー(下肢筋機能)との関係を検討する際に有効であることが示された。ただし、本研究のような、切り返し動作の運動特性を考えた場合では、短い接地時間の中でいかに大きな力を発揮できるかが重要であるため、切り返し動作の加速能力を評価する際には Side J index を用いることがより有効であるといえる。

2. 現場への応用

切り返し動作における加速能力は、Side J index で評価できる可能性が確認されたため、トレーニングの成果や目標を確認することが可能である。切り返し動作では、大きな力積をできるだけ短い接地時間で獲得することが望ましい。本研究では、片脚側方跳躍において、跳躍距離だけでなく踏切時間の要素も考慮するために Jump index を求めた。3 種類の跳躍の中でも、Side J は、全身の反動を用いる側方への片脚水平跳躍であるため、切り返し動作と運動様式が類似しており、切り返し動作における加速能力の評価に適していると考えられる。また、Side J index を構成する 2 要因(跳躍距離および踏切時間)の割合は、個人間で異なる可能性が高いと推察される。例えば、Side J index が低い選手は、ストレングスの強化が必要なのか、スピードの強化が必要なのかをこれら 2 要因から判定することが可能である。跳躍距離が短い場合にはストレングスを、踏切時間が長い場合にはスピードに焦点を当てることで、選手が個別のトレーニング課題へ取り組むことができると考えられる。本研究では、対象とした脚が右脚であった。そのため、本研究の結果が必ずしも左脚にも反映されるかはわからない。利き脚と非利き脚あるいは切り返し動作を行いやすい脚とそうでない脚などの検討は今後の課題としたい。

V. 結論

本研究の目的は、切り返し能力と片脚側方跳躍能力との関係性を明らかにすることであった。本研究において、切り返し能力を示す Cutting index が高い選手は、Side J index も高いことが明らかとなった。すなわち、3 種類の片脚側方跳躍の中でも、全身の反動を用いて跳躍動作を行う Side J index が切り返し能力を評価するのに有効な指標であるといえる。一方、Side SQJ index や Side CMJ index では切り返し能力を適切に評価できない可能性も示された。

文献リスト

- ・ 阿江通良(1996) 日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数. *Jpn. J. Sports Sci.*, 15(3): 155-162.
- ・ 有賀誠司・中須賀陽介・藤井壮浩・小山孟志・緒方博紀・生方謙(2014) 方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング法と効果のチェック法に関する研究—大学アメリカンフットボール選手におけるリバウンドジャンプ能力と方向転換能力の関係—. *東海大学スポーツ医科学雑誌*, 26: 17-30.
- ・ 藤林献明・苅山靖・木野村嘉則・岡子浩二(2013) 水平片脚跳躍を用いたバリスティックな伸張—短縮サイクル運動の遂行能力と各種跳躍パフォーマンスとの関係. *体育学研究*, 58: 61-76.
- ・ 亀田麻依・水谷未来・杉山敬・木葉一総・前田明(2017) バasketボールのディフェンス選手における繰り返し動作の特徴. *トレーニング科学*, 29(1): 33-42.
- ・ 勝原洋二・小田伸午(2006) バasketボールのディフェンス時における有効な跳躍方法に関するバイオメカニクス研究. *京都体育学研究*, 22: 23-31.
- ・ 古賀賢一郎・船戸淳矢・陸川章・有賀誠司(2016) バasketボール選手におけるサイドステップの所要時間と方向転換局面の接地時間の関係. *東海大学スポーツ医科学雑誌*, 28: 21-32.
- ・ 日本Basketボール協会編(2008) *Basketボール指導教本*. 大修館書店, p.48.
- ・ Shimokochi, Y., Ide, D., Kokubu, M., and Nakaoji, T. (2013) Relationships among performance of lateral cutting maneuver from lateral sliding and hip extension and abduction motions, ground reaction force, and body center of mass height. *J. Strength. Cond. Res.*, 27(7): 1851-1860.
- ・ 岡子浩二・高松薫・古藤高良(1993) 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. *体育学研究*, 38: 265-278.