バスケットボール選手における切り返し能力に関与する力発揮の特徴

亀田 麻依¹⁾ 木葉 一総²⁾ 前田 明³⁾

KAMEDA Mai¹, KIBA Kazufusa² and MAEDA Akira³: Characteristics of the horizontal ground reaction force during lateral cutting maneuvers by basketball players. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci.

Abstract: The aim of this study was to investigate kinetic differences between penultimate foot contact (PEN) and final foot contact (FINAL) during lateral cutting maneuvers (180°turn) performed during side steps under preplanned (Pre) and unpredictable (Un) conditions. The participants were 13 players from a college female basketball team. In the experiment, participants were shown an arrow pointing either right or left on a monitor in front of them while moving with side steps toward the right. When the left arrow was shown, participants moved 3 m to the right, performed lateral cutting to the left, and moved back to the starting spot with side steps. Conversely, when the right arrow was shown, they moved 3 m by side steps to the right. The participants performed trials under 2 conditions: 1) Preconditioned: Participants were informed beforehand of the direction of the arrow signal. 2) Unconditioned: Participants responded to randomly shown arrow signals. Ground reaction force (GRF) data were collected across the PEN and FINAL phases using 2 force plates at 1500 Hz. The data in the PEN and FINAL phases were analyzed. The 2 phases were analyzed from the instant of foot strike on the force plate to the instant of toe-off during lateral cutting. Moreover, the FINAL phase was separated into FINAL braking and FINAL propulsion sub-phases. Pearson's correlation coefficient was used to explore the relationship between the mean force for each phase and the 3-m side step shuttle time. This revealed that the 3-m side step shuttle time was correlated with the mean propulsive force at final foot contact when preconditioned, and that the mean propulsive force at final foot contact and the mean braking force at penultimate foot contact were correlated when unconditioned. In addition, the FINAL braking/PEN ratio when unconditioned was larger than that when preconditioned. Thus, under unconditioned circumstances, the mean braking force at penultimate foot contact was more important than that at final foot contact.

Key words : deceleration, re-acceleration, penultimate foot, change of direction, turn

キーワード : 減速, 再加速, 1 歩前足, 方向転換, ターン

I 緒 言

バスケットボール, サッカーやアメリカンフットボールなどの球技スポーツ場面においては, あ

らゆる方向への動きが混在し, 急激な減速や加速がみられる. 高い速度で方向転換を行う能力は, 脚筋力や体幹の向き, 接地時間などの要因によって影響されることが報告されている (Marshall et al., 2014). さらに, 素早い方向転換走パフォーマンス

1) 国立スポーツ科学センタースポーツ科学部
〒115-0056 東京都北区西が丘3-15-1
2) 鹿屋体育大学体育学部
〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町1番地
3) 鹿屋体育大学スポーツパフォーマンス研究センター
〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町1番地
連絡先 亀田麻依

1. Department of Sport Sciences, Japan Institute of Sports Sciences
3-15-1 Nishigaoka, Kita, Tokyo 115-0056
2. Faculty of Physical Education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya
1 Shiromizu, Kanoya, Kagoshima 891-2393
3. Sports Performance Research Center, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya
1 Shiromizu, Kanoya, Kagoshima 891-2393
Corresponding author mai.kameda@jpnssport.go.jp

マンスの決定要因として、加速局面と減速局面における力積や床反力、接地時間が挙げられている (Houck et al., 2006; Kim et al., 2016; Lee et al., 2017; Spiteri et al., 2015). 近年では、方向転換時の軸足に着目するだけでなく、その1歩前の足にも関心が寄せられ、方向転換時の軸足と1歩前の足の役割についても検討されている (Dos' Santos et al., 2017; Havens and Sigward, 2015; Jones et al., 2016). これらの研究では、方向転換走能力が高い選手は、方向転換時の軸足の接地時間が短いことや進行方向へ加速する力が大きいことに加え、1歩前の足の減速する力が大きいことなどが報告されている. また、川原ほか (2019) は、サッカー選手の後方における方向転換動作を検討した結果、成績上位群は方向転換1歩前の足接地から方向転換1歩後の足離地までの範囲で減速を早期に完了させていたことを報告している. さらに、180度の方向転換走能力は、減速との関係性が強いことも報告されている (Jones et al., 2016; Spiteri et al., 2014). これらを鑑みると、方向転換走において、方向転換時の軸足のみならず、その1歩前の足の役割も重要であると考えられる.

バスケットボール競技のディフェンス場面では、主に横方向への移動動作としてサイドステップ、方向転換動作として切り返し動作が用いられる. ディフェンス選手は、オフェンス選手やボールの動きなどによって、移動方向の変更が常に求められる. そのため、ディフェンス選手は、サイドステップを行いながら、次に起こりうる変化を予測し、それに対応する必要がある. これまでに、Reactive agility test を用いて、認知・判断能力を含んだ方向転換走能力が評価されてきた (Gabbett et al., 2008; 吉田ほか, 2017) が、サイドステップから切り返し動作に着目している研究は限られる (亀田ほか, 2019). Reactive agility test のように、次への移動方向を対象者が認知していない条件 (以下「予測不可能条件」と略す) では、切り返し動作を遂行するかどうかをサイドステップ中に判断した後に、次の動作を遂行する必要がある. 一方、切り返し動作を行うことを対象者が予め認知している条件 (以下「予測可能条件」と略す)

では、サイドステップ中の速度や姿勢調節が行いやすいと考えられる. 予測不可能条件下における、切り返し動作では、予測可能条件下よりも下肢を切り返す方向に傾けることができずに、股関節および膝関節が屈曲し、体幹の側屈が相対的に切り返す方向とは逆方向へ傾くことが報告されている (亀田ほか, 2019). これを考慮すると、予測不可能条件では、切り返し動作を遂行するかどうかをサイドステップ中に判断した後に動作を遂行する必要があるため、予測可能条件と比べて、切り返し足やその前の足の力発揮の仕方に違いがあることが予想される. さらに、予測不可能条件では、サイドステップ時の身体重心速度を低下させるタイミングが異なることや、切り返し動作の前までに十分な減速ができない可能性が考えられる. そこで、本研究は、大学女子バスケットボール選手を対象として、予測可能条件および予測不可能条件における、切り返し足およびその1歩前の足の力発揮の特徴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. 実験内容および測定方法

本実験では、亀田ほか (2019) の実験設定に倣い、予測可能条件 (以下「Pre 条件」と略す) と予測不可能条件 (以下「Un 条件」と略す) の2条件を設定した (図1). どちらの条件においても、右方向へサイドステップをした後、3m地点のライン上で切り返し動作を行い、サイドステップでスタート地点まで戻る切り返し課題と、右方向へ

の3 m サイドステップを続ける直進課題の2種類を設けた。Un 条件では、右方向へサイドステップを行い、3 m 地点に設置されたモニタに表示される矢印に従って、切り返し動作をするか直進を続けるかを判断する方法を用いた。すなわち、左方向の矢印が表示された場合には切り返し課題を行い、右方向の矢印が表示された場合には直進課題を行った。Pre 条件では、試技が始まる前に矢印の方向を被検者に通知するとともに、モニタにも試技終了までその矢印を表示した。被検者には、左方向の矢印の場合は、3 m 地点のラインおよびゴール地点のライン（スタート地点に引かれたライン）を、右方向の矢印の場合は3 m 地点のラインを通過するように指示をした。ステップに関しては、サイドステップを必ず行うことを強調し、切り返し動作時も含めて足が交差（クロスステップ）することのないように指示をした。なお、ゴールは、左方向の矢印の場合には、スタート地点に設置した光電管を通過した時、右方向の矢印の場合は、3 m 地点に引かれたラインを通過した時であった。Un 条件では、2.5 m 地点に設置した光電管を通過すると同時に、予め検者が指定した矢印方向をモニタに表示するように設定した（亀田ほか，2019；高井ほか，2013）。Pre 条件およびUn 条件の試技はいずれもランダムに行った。Pre 条件は総試技回数6回のうち、切り返し課題を3回、直進課題を3回実施した。Un 条件は総試技回数10回のうち、切り返し課題を5回、直進課題を5回実施した。Pre 条件は3回、Un 条件は5

回成功するまで行った。なお、被検者には総試技回数は伝えずに実施した。試技間の休息は2分間とした。また、本実験における成功試技とは、呈示された矢印方向へ移動できたものとし、呈示された矢印方向とは異なる方向へ移動してしまった場合や床反力計を踏み外した場合は失敗試技とみなした。被検者は、静止した状態から任意のタイミングでスタートし、最大努力で行った。被検者には測定前に十分なウォーミングアップおよび条件ごとに練習を行わせた。被検者は、普段使用しているバスケットボールシューズを履いて試技を行った。

3. 測定項目および分析項目

3 m 往復動作時間は、光電管（TC Timing System, Brower Timing System 社製）を用いて測定した。光電管は、スタート地点（0 m）およびスタートから3 m 地点の2か所に被検者の腰の高さになるように設置した。光学式3次元動作解析システムMAC 3D（Motion Analysis 社製，300 Hz）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（前後右左）、肩峰（右左）、上腕骨外側上顆（右左）、上腕骨内側上顆（右左）、尺骨茎状突起（右左）、橈骨茎状突起（右左）、第3中手骨（右左）、胸骨上縁、胸骨剣状突起、第7頸椎棘突起、第9胸椎、仙骨、

図1 実験設定

上前腸骨棘（右左），大転子（右左），大腿骨外側上顆（右左），大腿骨内側上顆（右左），外果（右左），内果（右左），つま先（右左），踵骨（右左）の位置に貼付した．切り返し足およびその1歩前の足の床反力は，床反力計を2枚（テック技販社製，1500 Hz，100 cm × 90 cm）設置し，それぞれ計測した．本研究では，スタート地点から右方向に向かう方向をY軸（正方向），後方向に向かう方向をX軸（正方向），鉛直上向き方向をZ軸とする静止座標系を定義した．床反力は，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次元座標データと床反力のデータは，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．MAC 3Dより得られた3次元座標値は，MATLAB（The Math Works社製）を用いた．各マーカの座標データから，身体重心位置および身体重心速度を算出した．身体重心は，阿江（1996）の身体部分慣性係数を参考に算出した．算出した身体重心高は，身長で補正した．また，図2には局面の定義を示した．切り返し動作時に切り返し足である右足が床反力計に接地し，その足が離地するまでをFinal contact（以下「FINAL」と略す）局面とし，切り返し足の1歩前の左足が床反力計に接地し，その足が離地す

るまでを Penultimate contact（以下「PEN」と略す）局面とした（Dos' Santos et al., 2017）．本研究では，被検者や条件によっては，1歩前の足が離地する前に切り返し足が接地する場合，すなわち，PEN局面とFINAL局面が重複する場合もみられたが，各足の接地および離地を基準に局面を分類した．それぞれの局面に要した時間を100%としてデータを規格化した．本研究では，FINAL局面をさらに，身体重心速度の変化から減速期（以下「FINAL braking」と略す）と加速期（以下「FINAL propulsive」と略す）に区分した．FINAL brakingは，切り返し足が接地した時から右方向への身体重心速度が0 m/sに到達する時まで，FINAL propulsiveは，身体重心速度が0 m/sに到達した時から切り返し足が離地する時までとした．本研究におけるPEN局面は，減速期しかみられなかった．接地時間は，FINAL braking，FINAL propulsive，PEN局面に要した時間を求めた．本研究では，力発揮の特徴を捉えるために，左右成分における床反力の最大値，力積，平均力，ブレーキ平均力の割合を算出した．床反力の値は，各被検者の体重で除したものを採用した．力積は，左右成分における床反力を時間積分することで求めた．ただし，本研究のような運動を考えた場合，獲得した力積よ

† (a) はPEN局面，(b) はFINAL局面を示す．FINAL局面は，身体重心速度(0m/s)を基準に減速期(FINAL braking)と加速期(FINAL propulsive)に区分した．

図2 局面の定義

りも単位時間あたりに獲得した力積が重要と考えられる。そこで、力積を接地時間で除すことで平均力を算出した。さらに、ブレーキ平均力の割合は、FINAL braking の平均力を PEN 局面の平均力で除して求めた（以下「PEN 比」と略す）。この値は、各足におけるブレーキ平均力の割合を示している。なお、Pre 条件は 3 回、Un 条件は 5 回の試技から、3 m 往復動作時間が最も短い試技を個人の代表値として分析を行った。本研究では、個人の最も高いパフォーマンスを評価することが現場に有用であると考え、採用試技の中からこの値を採用した。

4. 統計処理

Pre 条件および Un 条件における各項目の比較を行うために、対応のある t 検定を行った。また、効果の大きさ (ES: Effect size) を確認するために、Cohen の d を求めた。条件間における時系列的

な身体重心高の変化の比較を行うために、2 要因（条件×10%ごとの規格化時間）による対応ありの分散分析を行った。主効果および交互作用の有意性を確認した。有意な交互作用が認められた場合には単純主効果検定を行い、認められなかった場合には主効果検定を行った。さらに、3 m 往復動作時間を従属変数とし、その他の項目を独立変数に設定し、強制投入法による重回帰分析を行った。独立変数間の多重共線性の問題を回避するため、全ての変数間の Variance inflation factor (VIF) が 10 以下であることを確認した。なお、有意水準はすべて 5% とし、統計処理ソフトには IBM SPSS statistics24 (IBM 社製) を用いた。

III 結 果

表 1 には、Pre 条件と Un 条件の 3 m 往復動作時間、切り返し足接地時の身体重心速度、接地時

表 1 条件ごとにおける各項目の平均値の比較

	Pre	Un	P	Pre vs. Un d
3m 往復動作時間 (s)	2.07 ± 0.15	2.44 ± 0.21 ***	<0.001	2.53
重心速度 接地時 (m/s)				
PEN	2.27 ± 0.41	2.34 ± 0.58	0.587	0.16
FINAL	1.93 ± 0.32	2.07 ± 0.41	0.123	0.45
接地時間 (s)				
PEN	0.18 ± 0.08	0.19 ± 0.09	0.536	0.22
FINAL braking	0.16 ± 0.02	0.26 ± 0.11 **	0.003	5.24
FINAL propulsive	0.16 ± 0.04	0.19 ± 0.04 **	0.005	0.91
床反力 最大値 (N/kg)				
PEN	-5.66 ± 2.75	-4.17 ± 3.52	0.129	0.54
FINAL braking	-17.78 ± 3.42	-17.28 ± 3.56	0.516	0.15
FINAL propulsive	-14.44 ± 2.59	-12.96 ± 2.96	0.058	0.57
力積 (Ns/kg)				
PEN	-0.44 ± 0.24	-0.30 ± 0.28	0.104	0.55
FINAL braking	-1.80 ± 0.26	-2.05 ± 0.40 **	0.008	0.95
FINAL propulsive	-1.37 ± 0.37	-1.59 ± 0.30 *	0.018	0.60
平均力 (N/kg)				
PEN	-2.40 ± 0.93	-1.51 ± 0.86 *	0.011	0.96
FINAL braking	-11.70 ± 1.72	-9.00 ± 2.86 **	0.006	1.57
FINAL propulsive	-8.38 ± 1.39	-8.30 ± 1.47	0.836	0.06
平均力の割合 (FINAL/PEN)	5.35 ± 1.68	8.24 ± 5.33 *	0.043	1.72

平均値±標準偏差, d=effect size

* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001 (vs. Pre)

間、最大床反力、力積、平均力の比較を示した。Un 条件の 3 m 往復動作時間は、Pre 条件よりも有意に延長した。Un 条件の接地時間は、FINAL braking と FINAL propulsive において、Pre 条件よりも有意に延長した。Un 条件の力積は、FINAL braking と FINAL propulsive において、Pre 条件よりも有意に大きな値を示した。Un 条件の平均力は、PEN 局面および FINAL braking において、Pre 条件よりも有意に小さい値を示した。平均力の PEN 比は、Un 条件が Pre 条件よりも有意に大きい値を示した。身体重心速度および最大床反力において、条件間に有意な差は認められなかった。

表 2 には、各足の平均力の値から 3 m 往復動作時間の値を予測するための重回帰分析の結果を示した。Pre 条件では、FINAL propulsive ($\beta=0.597$) の値が予測に有意であった。Un 条

件では、FINAL propulsive ($\beta=0.547$) に加えて、PEN ($\beta=0.633$) の値が予測に有意であった。なお、説明変数の多重共線性については、Variance Inflation Factor (VIF) の値が 10 を下回っており、多重共線性は認められなかった。

図 3 には、Pre 条件と Un 条件における、身体重心高の時系列的な変化を示した。PEN 局面では、条件による主効果が認められ ($p=0.004$)、Un 条件の身体重心高は、Pre 条件よりも有意に高かった。また、交互作用は認められなかった ($p=0.709$)。一方、FINAL 局面では、条件と規格化時間間で交互作用が認められ ($p=0.006$)、単純主効果検定の結果、Un 条件の身体重心高は、0—50% の範囲において Pre 条件よりも有意に高かった (0—50%, $p<0.05$)。

表 2 条件ごとにおける 3m 往復動作時間と各足の平均力との関係

	B	SE B	β	t	P	R2 (調整済 R2)	VIF
Pre						0.702 (0.602)	
PEN	0.009	0.032	0.058	0.280	0.786		1.287
FINAL braking	0.033	0.019	0.384	1.710	0.121		1.518
FINAL propulsive	0.063	0.022	0.597	2.808	0.020		1.365
Un						0.613 (0.483)	
PEN	0.155	0.057	0.633	2.733	0.023		1.244
FINAL braking	0.013	0.019	0.171	0.661	0.525		1.558
FINAL propulsive	0.079	0.034	0.547	2.323	0.045		1.289

[†] B：非標準化係数，SE B：標準誤差， β ：標準化偏回帰係数，t：t 値，P：有意確率，R2：決定係数，VIF：共線性の統計量

図 3 身体重心高の比較

IV 考 察

本研究は、予測可能条件および予測不可能条件における、切り返し動作時の切り返し足およびその1歩前の足の力発揮の特徴を明らかにすることを目的とした。本研究では、3m 往復サイドステップテストにおける切り返し足およびその1歩前の足の力学的特徴を条件ごとに比較した。さらに、3m 往復動作時間に寄与する項目を調べるために、重回帰分析を行った。

1. 条件間による各項目の比較

Un 条件では、Pre 条件よりも3m 往復動作時間が有意に延長した(表1)。Un 条件における FINAL braking および FINAL propulsive では、接地時間は延長し、力積は増大していた。このことは、先行研究(亀田ほか, 2019)と同様の結果であった。さらに、力積を接地時間で除すことで求めた平均力をみると、FINAL braking および PEN 局面における Un 条件の平均力は、Pre 条件より

も減少していたが、FINAL propulsive における平均力は条件間で差がみられなかった。すなわち、Un 条件では、切り返し足における単位時間あたりのアクセル方向への力発揮は Pre 条件と差があるとは言えないが、1歩前の足と切り返し足における単位時間あたりのブレーキ方向への力発揮は Pre 条件よりも減少していたことが示された。ここで、PEN 局面および FINAL 局面における、床反力および身体重心速度(平均値)の変化を示す(図4)。横軸は、規格化時間を示している。Pre 条件では、PEN 局面の60%以降に右方向への身体重心速度が急激に低下しているように見てとれる。さらに、身体重心速度が0 m/s に到達するタイミングは、Pre 条件が Un 条件よりも約10% 速かった。Pre 条件では、PEN 局面および FINAL 局面の0—50% の範囲において、Un 条件よりも身体重心が低かったこと(図3)を踏まえると、姿勢の違いが減速の仕方と関係している可能性が考えられる。これまでに、方向転換前における減速の重要性は示されている(Dos' Santos et al., 2017; Jones et al., 2016)。例えば、予測可能条

† 上段は床反力、下段は身体重心速度の変化を示す。

図4 床反力および身体重心速度の比較

件下における直線走から45度以下の方向転換走では、1歩前の足におけるブレーキとしての役割は限られるのに対して、60度以上の方向転換走では、その役割は高まることが示されている(Dos Santos et al., 2018). さらに、1歩前の足の役割は、最終足(方向転換時の軸足)のための減速と最適なポジションをとるための身体準備であることも述べられている(Jones et al., 2016). これらは、直線走から180度の方向転換走課題を採用しているため、本研究のサイドステップと移動動作が異なるものの、180度の方向転換ということに関しては共通していると考えられる。これらを踏まえると、Pre条件では、切り返し動作を行う前までに、身体重心を低く保ちながら1歩前の足と切り返し足を効果的に利用し、バランスよく減速していたと推察される。一方、Un条件では、1歩前の足および切り返し足において、ブレーキ平均力が低下し減速が不十分であったため、ブレーキとアクセルが切り替わる時点で身体重心がPre条件の時よりも右方向に位置していたと予想される。それゆえ、Un条件のFINAL局面では、身体重心を左方向へ戻すために接地時間の延長や力積の増大がみられたと推察される。切り返し足における接地時間の延長が3m往復動作時間に影響を与えること(亀田ほか, 2019)や505テストの速い選手が短い接地時間で大きな推進力を得ていること(Spiteri et al., 2015)などが報告されていることから、本研究のUn条件においても、切り返し足における接地時間の延長が3m往復動作時間に影響を及ぼしたと考えられる。

2. 条件間による切り返し足と1歩前の足の力発揮の相違について

Un条件におけるPEN比(FINAL braking 平均力/PEN 平均力)は、Pre条件よりも大きかった(表1)。これは、Un条件では切り返し足に対する1歩前の足の平均力の割合がPre条件よりも大きくなっていたことを示している。さらに、条件ごとの3m往復動作時間を独立変数、その他の項目を従属変数とする重回帰分析を行った結果、Pre条件ではFINAL propulsive ($\beta=0.597$), Un条

件ではPEN ($\beta=0.633$) が3m往復動作時間への寄与度(重要度)が最も高いことが明らかとなった。つまり、Un条件では、Pre条件よりも発揮しているブレーキ平均力は低いが、切り返し足のブレーキ平均力と比較して1歩前の足のブレーキ平均力の貢献度が高いことが確認された。予測不可能条件下における後方(135度)への方向転換走タイムの上位群は、方向転換の1歩前の足が接地してから身体重心速度最下点までの経過時間が有意に短く、減速を早期に完了させていたこと(川原ほか, 2019)を踏まえると、減速の巧拙は方向転換走パフォーマンスに影響を与えるとはいえるだろう。減速方略に着目してみると、Pre条件では、切り返し足による減速の割合が大きく、1歩前の足による減速は切り返し足ほど重要でなかった可能性が考えられる。このことは、1歩前の足による減速が重要であることを示しているJones et al. (2016) などの見解と一致しない。一致しなかった要因として、課題の違いや難度が影響していた可能性があげられる。本研究は、サイドステップで移動しているため、他の先行研究に比べて方向転換前までの進入速度が遅く、難度が低かったと思われる。特に、Pre条件では、切り返し動作を行う前までに、進入速度や姿勢を事前に調整することが可能であったため、1歩前の足よりも切り返し足で行う減速の重要度が高かったと推察される。一方、Un条件では、サイドステップ中に判断を伴うことからPre条件よりも課題の難度が高くなり、1歩前の足の減速の重要性が高まった可能性が考えられる。方向転換の1歩前の足の接地から方向転換足の接地までの区間において、上位群は下位群よりも身体重心が低く、股関節が屈曲位であったこと(川原ほか, 2019)や、ブレーキ平均力が高かったPre条件では身体重心が低かったことを踏まえると、Un条件では、効果的に減速するために重心を低く保つことが有効になる可能性が考えられる。あるいは、ステップ幅を調整することで、ブレーキ平均力を補うことができるかもしれない。しかしながら、本研究では、力学的な変数および身体重心に関する指標のみしか検討していないため、これらの検討は今後の課題

である。本研究では、バスケットボール競技のディフェンス場面にみられる実践に近い動きを想定し、Un 条件を設定した。Un 条件では、Pre 条件のように判断を伴わない場合とは異なり、各足で発揮されるブレーキ平均力が減少したが、切り返し足に対する 1 歩前の足の役割が Pre 条件よりも高いことが示された。以上の結果から、予測不可能条件では、特に 1 歩前の足の効果的な活用が切り返しパフォーマンスならびに 3 m 往復サイドステップに影響を与えると考えられる。

3. 現場への提言

対人競技の中でも、特にディフェンス場面では、次への移動方向は示されておらず、あらゆる状況への対応が必要であろう。本研究の結果から、予測不可能条件では、刺激後にいかに早く減速できるかが重要であるといえる。バスケットボールのサイドステップでは、まず、左右どちらかに足（先行足）を出し、さらにもう一方の足（後行足）を引き寄せるようにすることが一般的である。後行足に関しては、足を引き寄せるというより力強く蹴り出すことが重要であり、引き寄せる場面を意識させないような指導も近年では行われている（日本バスケットボール協会編、2016、p.148）。指導教本では、後行足によるサイドステップ中の蹴り出しが強調されているが、本研究の結果とあわせて考えると、切り返し動作を行う前の減速をするためのステップとしても後行足を活用すべきといえるだろう。ディフェンス選手は、常にオフense選手の動きを予測しながらサイドステップを行う必要があるが、どちらの足がどのタイミングで 1 歩前の足や切り返し足になりうるかは定かではない。そのため、サイドステップ中から後行足へ意識を置くことが重要であると考えられる。切り返し動作を遂行する前までの減速をいかに効率よく行えるかによって、切り返し動作のパフォーマンスに影響を与えると考えるだろう。

V まとめ

本研究は、予測可能条件および予測不可能条件

における、切り返し動作時の切り返し足およびその 1 歩前の足の力発揮の特徴を明らかにすることを目的とした。3 m 往復動作時間と切り返し動作における各足の平均力との関係性は、予測可能条件では FINAL propulsive の平均力、予測不可能条件では PEN 局面の平均力と FINAL propulsive の平均力が強いことが明らかとなった。さらに、予測不可能条件における PEN 比は、予測可能条件よりも大きく、切り返し足よりもその 1 歩前の足における減速時の力発揮が 3 m 往復動作時間に影響を与えることが示された。

文 献

- 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.
- Dos' Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., and Jones, PA. (2018) The effect of angle and velocity on change of direction biomechanics: An angle-velocity trade-off. *Sports, Med.*, 48(10): 2235-2253.
- Dos' Santos, T., Thomas, C., Jones, PA., and Comfort, P. (2017) Mechanical determinants of faster change of direction speed performance in male athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 31(3): 696-705.
- Gabbett, TJ., Kelly, JN., and Sheppard, JM. (2008) Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *J. Strength Cond. Res.*, 22(1): 174-181.
- Havens, KL. and Sigward, SM. (2015) Whole body mechanics differ among running and cutting maneuvers in skilled athletes. *Gait Posture*, 42(3): 240-245.
- Houck, JR., Duncan, A., and De, Haven, KE. (2006) Comparison of frontal plane trunk kinematics and hip and knee moments during anticipated and unanticipated walking and side step cutting tasks. *Gait Posture*, 24(3): 314-322.
- Jones, PA., Herrington L., and Graham-smith P. (2016) Braking characteristics during cutting and pivoting in female soccer players. *J. Electromyogr. Kinesiol.*, 30: 46-54.
- 亀田麻依・水谷未来・杉山敬・木葉一総・前田明 (2019) バスケットボール選手の予測不可能条件下におけるサイドステップが切り返し動作中の下肢および体幹に及ぼす影響. *体育学研究*, 64 (2) : 705-717.
- 川原布紗子・吉田拓矢・野中愛里・九鬼靖太・谷川聡 (2019) 後方への素早い方向転換動作：光刺激による状況判断を伴った方向転換を対象にして. *体育学研究*, 64 (2) : 521-534.
- Kim, JH., Lee, KK., Ahn, KO., Kong, SJ., Park, SC., and Lee, YS. (2016) Evaluation of the interaction between contact

- force and decision making on lower extremity biomechanics during a side-cutting maneuver. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 136(6): 821-828.
- Lee, MJ., Lloyd, DG., Lay, BS., Bourke, PD., and Alderson, JA. (2017) Different visual stimuli affect body reorientation strategies during sidestepping. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, 27(5): 492-500.
- Marshall, BM., Franklyn-Miller, AD., King, EA., Moran, KA., Strike, SC., and Falvey, EC. (2014) Biomechanical factors associated with time to complete a change of direction cutting maneuver. *J. Strength Cond. Res.*, 28(10): 2845-2851.
- 日本バスケットボール協会編 (2016) バスケットボール指導教本改訂版下巻. 大修館書店, p.148.
- Spiteri, T., Newton, RU., Binetti, M., Hart, NH., Sheppard, JM., and Nimphius, S. (2015) Mechanical determinants of faster change of direction and agility performance in female basketball athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 29(8): 2205-2214.
- Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, NH., Specos, C., Sheppard, JM., and Newton, RU. (2014) The contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 28(9): 2145-2423.
- 高井洋平・青木竜・塩川勝行・吉武康栄・金久博昭 (2013) 方向転換走能力を決定する要因の探索. *デサントスポーツ科学*, 34 : 145-154.
- 吉田雄大・板谷厚・大田穂・嶋崎達也 (2017) ラグビー選手の競技力評価におけるリアクティブアジリティテストの有用性. *トレーニング科学*, 29 (1) : 55-63.

(2020年3月12日受付)
(2020年9月7日受理)

Advance Publication by J-STAGE
Published online 2020/9/28