

Nara Women's University

サイドステップからの素早い走方向変更動作における方略

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 奈良女子大学文学部スポーツ科学教室 公開日: 2013-06-19 キーワード (Ja): サイドステップ, 素早さ, 方向変更作 キーワード (En): direction change movement, quickness, side step 作成者: 堀川,真那, 高德,希, 藤原,素子 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10935/3441

サイドステップからの素早い走方向変更動作における方略

堀川 真那¹⁾ 高德 希²⁾ 藤原 素子²⁾

The strategy of rapid running direction change movement from a side step

Mana Horikawa¹⁾ Nozomi Takatoku²⁾ Motoko Fujiwara²⁾

Abstract

In this study, we investigated the center of gravity and leg movement during rapid change of running direction from a side step. We set up the 120-degrees direction change tasks. The subjects were divided into two groups, fast group and slow group, according to the averages of the movement time and the velocity of center of gravity movement. In the fast group, the movement time and the velocity of center of gravity were significantly faster than the slow group, and the velocity of center of gravity was increased after the direction change movement. In the slow group, on the other hand the center of gravity wavered to the direction of movement of the side step more, and the movement was delayed. When a direction change angle is large, it is effective to make the height of the center of gravity lower, a trunk is leaned so that it may not be wave on the opposite side of the angle to the direction change, the extension of the knee and the ankle joint is performed quickly.

(Research Journal of Sport Science in Nara Women's University, 15: 17-27, 2013)

Keyword : direction change movement, quickness, side step
キーワード : 方向変更作, 素早さ, サイドステップ

¹⁾ 奈良女子大学社会連携センター
〒630-8506 奈良県奈良市北魚屋東町
Nara Women's University, Social Collaboration Center
Kitauoyahigashi-machi, Nara, 630-8506

²⁾ 奈良女子大学文学部人間科学科スポーツ科学コース
〒630-8506 奈良市北魚屋西町
Nara Women's University, Faculty of letters, Human Sciences, Chair of Sports Sciences
Kitauoyanishi-machi, Nara, 630-8506

緒言

素早く方向を変更する動作は球技スポーツでよく見られ、その切り換えの巧みさがプレーに与える影響は大きい。例としてフットサル、バスケットボール、サッカー、ハンドボールのような攻守の切り換えの激しい集団スポーツにおいて、オフェンスがディフェンスをかわす場面や相手のマークを振り切る場面、テニスやバドミントンのようなラケット競技で素早くボールやシャトルの動きに対応する場面があげられる。特に走行中に方向を変更する動作は、走方向変更動作として研究が行われており、接地した脚の反対側に進行方向を変更するサイドステップカッティング (Side-Step Cutting) と、接地した脚の反対側の脚を身体の前方で接地脚と交差させて、接地した脚の同側に進行方向を変更するクロスオーバーカッティング (Cross-over Cutting) に分類されている¹⁾。

パフォーマンスの向上に着目した研究も多くあり、オープンステップ (サイドステップカッティング) がステップ後に移動した方向への角度とステップ中の地面へのキック力が大きいことから、方向変更にも有効な動作であると報告した Ohtsuki et al.¹⁰⁾をはじめ、近年では、木村・桜井⁹⁾が、直線走行からの 45° と 60° のサイドステップカッティングでの方向変更動作について分析し、変更角度と走行スピードの相互増大、または走行スピードの増大に伴う接地中の加速期の加速成分の減少がサイドステップカッティングのパフォーマンス低下の要因となっていることを報告した。鈴木ら¹⁴⁾はサイドステップカッティングとクロスステップカッティングによる複数の変更角度のジグザグ走を用いて、上位群と下位群の比較から合理的な走方向変更動作について検討し、走スピードを維持して走方向を変更するためには、両ステップとも支持期において大腿を素早く大きく前傾させることが重要であると言及している。また、スポーツ障害の原因解明、予防の観点から、カッティングの接地で起こる非接触の前十字靭帯損傷についての研究も数多く行われている²⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。

以上のように直線走からの走方向変更動作については、様々な視点から研究が行われている。しかし、スポーツ場面での移動動作は

直線走だけではない。ディフェンスとオフェンスが混然となっているバスケットボールやハンドボールでは相手の動きをマークする際にサイドステップが多く用いられており、ディフェンスからオフェンスへ切り換える際にサイドステップから素早く直線走に移ることで得点チャンスに繋げることができる。同様に、テニスやバドミントン、卓球などのラケット競技でもサイドステップが多く用いられており、例えばテニスでは、サイドステップから素早く直線走に切り換えることで、ドロップショットやアングルショットに対応でき、守備範囲を拡大できる。また、サイドステップから前方や後方へ踏み出すなどの移動はフェイントとしても有効だと考えられる。

これまでに、サイドステップを単独に扱っている研究は多く、服部・小又⁴⁾が挙げられる。彼らは、サイドステップ走のピッチとストライドについてバスケットボール競技群と対照群の各被験者に最低速度から最高速度まで 5 段階のサイドステップを行わせて分析している。その結果、女子でピッチ型が多いこと、競技群では先行足による身体の引きよせと後行足による身体の押しに相対的に時間をかけていることを報告している。藤澤ら³⁾は棘果長の 25%、50%、75%、100%、125%の間隔でのサイドステップを用い、ステップ長を変化させたときの関節運動について、移動距離が長くなるほど下肢関節は屈曲運動が大きくなり、50%を越えると下肢の伸展運動を利用した推進力が加わると述べている。また、方向変更を伴うサイドステップとして体力測定項目である反復横とびを課題とした研究もあるが、その数は少ない⁷⁾。

実際のスポーツ場面において米田ら¹⁵⁾は、相手よりも早く動けることはゲームにおける展開を有利にし、勝敗に深く関与すると述べている。これは、直線走や直線走からの走方向変更動作のみに限らず、サイドステップでも同様である。特に守備でのフットワークにサイドステップを頻繁に用いるバスケットボール、ハンドボール、テニスのような競技ではその素早さが重要とされる。競技中のサイドステップは素早い方向転換を必要とする瞬発的な動作⁴⁾であり、サイドステップから素早く走方向を変更する巧みさは勝敗を左右する要素になり得ると考えられる。

筆者らは、サイドステップからの素早い走方向変更動作について、実際のスポーツ場を想定し方向変更角度を進行方向から反時計回りに 60° (右前方), 90° (正面), 120° (左前方) の 3 条件に設定して、方向変更時の方向変更足について床反力および動作分析を行った。動作の速かった被験者と遅かった被験者を抽出し、検討したところ、条件間で比較すると、両群とも変更角度の増加に伴って重心移動速度が低下し、サイドステップの進行方向への加重が増加し、足関節の屈曲角度が増加していた。また、群間で比較すると、 60° 条件では差がみられなかったが、 120° 条件で動作の速かった被験者の動作時間が有意に短く、重心移動速度が速かった。つまり、方向変更角度の増加に伴い、群間の動作の差が顕著となり、動作の遅かった被験者にとって動作の難易度が上がっていた。条件間および群間の比較から、方向変更角度が小さい場合には、進行方向への加重より前方へ蹴り出すための後方の加重を大きくし、方向変更角度が大きい場合には、前方への加重よりプレーキの役割をする進行方向への加重を大きくして蹴り出すことが重要であるといえるが、身体の運動を示す代表点である重心や、方向変更後の走行の速さに影響する体幹の角度、接地中の足部の様式も素早さに影響すると考えられる。

そこで本研究では、サイドステップからの素早い走方向変更動作について、素早い変更のより難しい方向変更角度の大きい動作において、動作の速かった被験者と遅かった被験者の比較から、重心移動と下肢動作分析、体幹や足部の接地様式を用いて、サイドステップからの素早い方向変更方略について検討した。

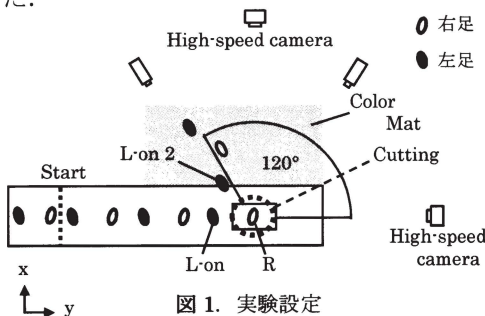


図 1. 実験設定

方法

1. 被験者

女子大学生 12 名 (年齢 21 ± 0.8 歳, 質量 552.3 ± 65.5 N, 身長 162.6 ± 6.2 cm) を被験者とした。

2. 実験装置

図 1 に頭上より見た配置図を示す。足場を 6 枚 (5400 cm \times 900 cm \times 11 cm), 進行方向にカラーマットを配置し (300 cm \times 200 cm \times 11 cm), 方向変更後, 走行する角度に 2 m のラインを設定した。

3. 課題

課題はサイドステップからの走方向変更動作とし、スタート位置からサイドステップで右方向に 3 歩移動した後、方向変更し、左前方 120° へ変更後に 2 m の走行を 10 試行を行った。動作速度は被験者の最大努力とし、設定したライン上を正確に走行するように教示した。また、疲労の影響を考え、試行間で十分な休憩を取った。なお、実験は室内用運動靴をはいて行った。

4. 測定項目及び記録

被験者の右前方, 左前方より動作記録用のビデオカメラ (NV-G320, パナソニック製) にて撮影した動画を動作解析システム (ToMoCo-VM Ver6, 東総システム社製) を用いてサンプリング数 60 Hz でパーソナルコンピュータ (Pro Lite E2002WS, iiyama 社製) に直接キャプチャし、荷重&重心動揺解析システム (ToMoCo-FP Ver6, 東総システム社製) に同期させた。また、方向転換時の下肢を中心に被験者の右側方と正面からハイスピードカメラ (EX-F1, CASIO 製) で撮影を行った。なお、マーカーは頭部, 左右肩, 大転子, 膝, 踝, 爪先の計 11 点に装着した。

5. 結果の処理

10 試行のうち、方向変更後により正確にライン上を走行している 6 試行を分析対象とし、方向変更直前の左足接地から右足での方向変更, 変更直後の左足接地までを動作時間として分析した。また、動作時間を方向変更直前の左足接地 (L-on), 方向変更の右足接地 (R-on), 支持期中間 (重心移動速度の最小値: MS), 方向変更の右足離地 (R-off), 方向変更後の左足離地 (L-on 2) の 5 点 (以下, 各時点) を設定した。

5.1 映像データ

動作解析システム (ToMoCo-VM Ver6, 東総システム社製) を用いてデジタイズを行い, 水平前後方向を x 方向 (x : 前方, $-x$: 後方), 水平左右を y 方向 (y : 左, $-y$: 右), 鉛直方向を z 方向とし, DLT 法を用いてマーカーの座標を求め下肢の関節角度を算出した. 関節角度は, 股関節角度が肩, 大転子, 膝, 膝関節角度が大転子, 膝, 踝, 足関節角度が膝, 踝, 爪先の 3 点からなる角度とした. 左右大転子の中間点を重心位置とし, 重心移動軌跡と重心移動速度を算出した. また, 体幹 (右肩と右大転子) の xz 面における x 軸との角度を y 軸を 0° とした体幹前傾角度と大腿部 (右大転子と右膝) の xz 面における z 軸との大腿部角度とした (図 2). z 軸を 0° とし, プラスに行くほど前傾, マイナスに行くほど後傾する.

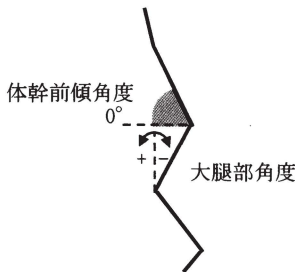


図 2. 体幹前傾角度および大腿部角度

6. 統計処理

各測定項目について, 群間の差の検定には Mann-Whitney の U 検定を用い, 有意水準は 5% とした.

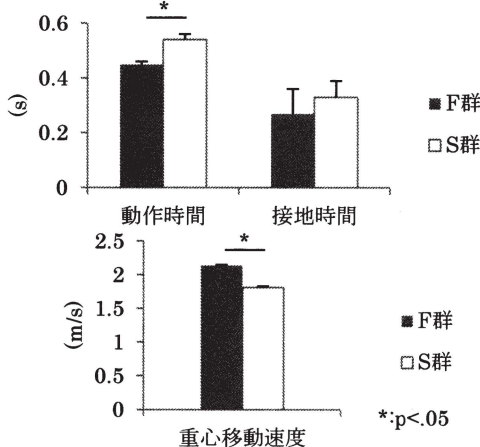


図 3. 動作時間, 接地時間, 重心移動速度 (平均値 \pm SD)

結果

1. 動作時間, 重心移動速度および接地時間

動作時間と重心移動速度が平均より速かった被験者 4 名を上位群 (以下 F 群), 遅かった被験者 4 名を下位群 (以下 S 群) とし, 8 名を分析対象とした.

図 3 に F 群および S 群の動作時間, 接地時間, 動作時間中の重心移動速度の平均値と標準偏差を示す. F 群が動作時間 ($z=-2.337$, $p<.05$) と重心移動速度 ($z=-2.309$, $p<.05$) において有意に速かった.

図 4 に F 群および S 群の各時点での重心移動速度を示す. 両群とも接地後速度は低下し, その後支持期中間で最小となり, 再び増加して離地していた. また, F 群が右足離地時 ($z=-2.309$, $p<.05$) および方向変更後の左足離地 ($z=-2.309$, $p<.05$) において有意に速かった. 重心移動速度を接地時間の前後で比較すると, F 群は R-on よりも R-off で増加しており, 離地後の重心移動速度も増加していたが, S 群は R-on より R-off で速度が低下しており, 離地後も接地前以上の増加はしなかった.

2. 重心移動軌跡

図 5 に水平面 (xy 面) および前額正面 (yz 面) における F 群および S 群の重心移動の平均軌跡を示す. 水平面をみると, F 群の重心は S 群よりも接地時間中に図中の方向変更足である右足接地位置よりも遠いところを通過していたのに比べ, S 群の重心は右足接地位置寄りに近づいていた. 前額正面からみると, F 群の重心は S 群より低く, 低い重心を保持してサイドステップで移動し, さらに接地中の重心も低かった.

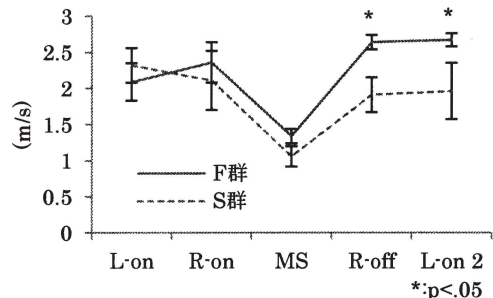


図 4. F 群および S 群の重心移動速度変化 (平均値 \pm SD)

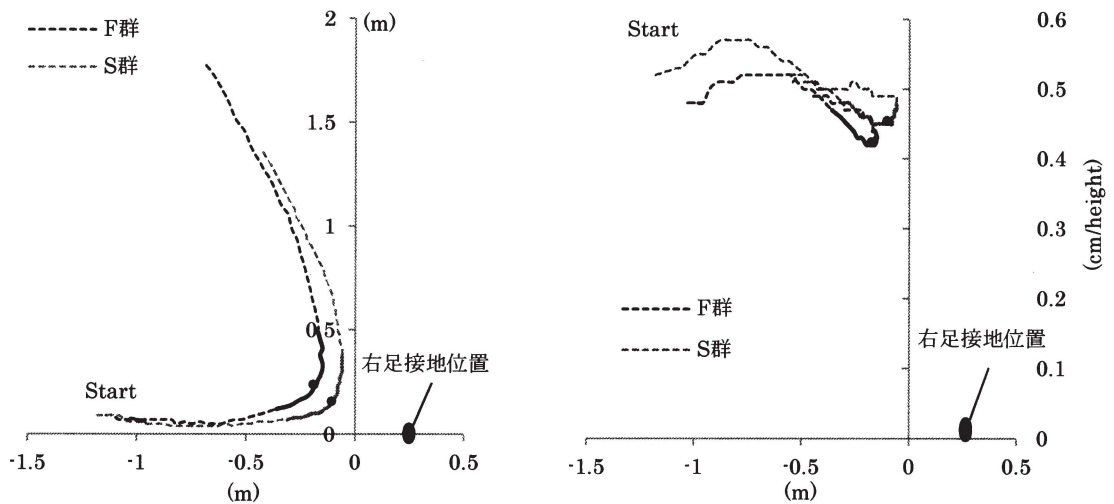


図 5. F 群および S 群の重心移動平均軌跡 (左: 水平面, 右: 前額正面, 実線: 接地時間, ●: MS)

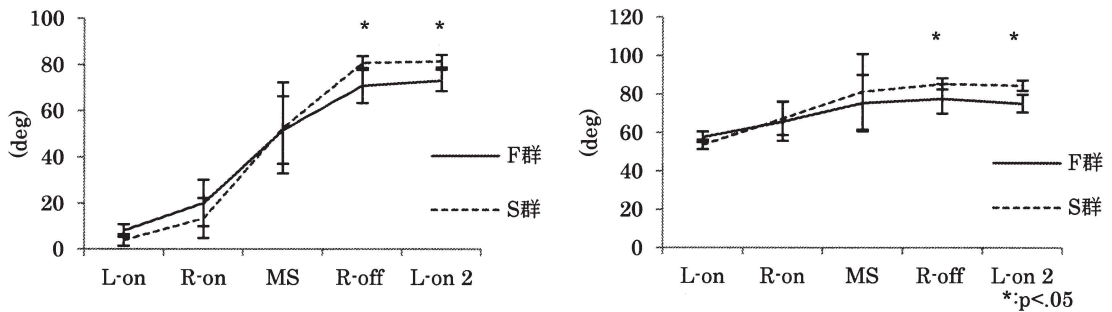


図 6. F 群および S 群の重心移動角度 (平均値±SD, 左: 水平面, 右: 前額正面)

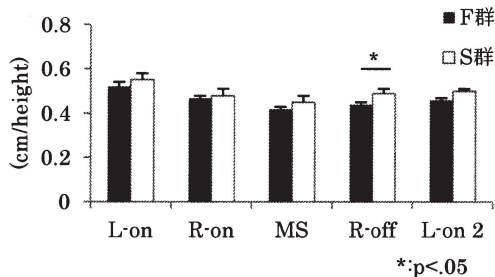


図 7. F 群および S 群の各時点における重心高 (平均値±SD)

また、重心移動軌跡と y 軸との角度を重心移動角度とし、F 群および S 群の水平面と前額正面の各時点での重心移動角度を図 6 に示す。水平面、前額正面ともに R-off ($z=2.309$, $p<.05$) と L-on 2 ($z=2.309$, $p<.05$) において F 群の重心移動角度が有意に小さかった。

図 7 に各時点での重心高を示す。F 群のほうが常に低く、離地時において有意に低かった ($z=2.366$, $p<.05$)。

F 群はサイドステップの進行方向である右方向に移動しすぎないように、重心を低く保ち、コンパクトに重心の方向を変更しており、さらに離地後の重心移動速度も増加させていた。一方、S 群はサイドステップの進行方向に重心がより移動しており、重心高も高く、離地後の重心移動速度が低下していた。

3. 下肢関節角度

1) 下肢関節角度

図 8 に F 群および S 群の方向変更足(右足)の関節角度の平均波形を示す。

F 群は、接地時には 3 関節とも大きな角度を示し、股関節と膝関節を軽く曲げたまま接地し、屈曲後、伸展して離地していた。

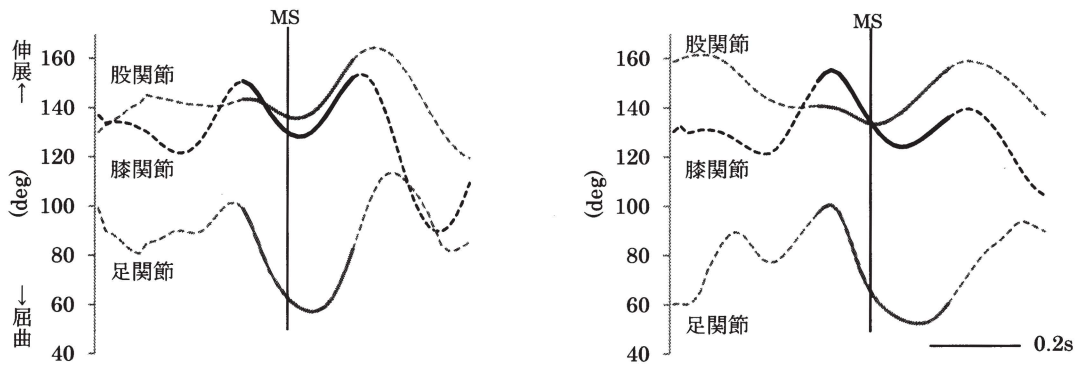


図 8. F 群および S 群の下肢関節角度平均波形 (左: F 群, 右: S 群, 実線: 接地時間)

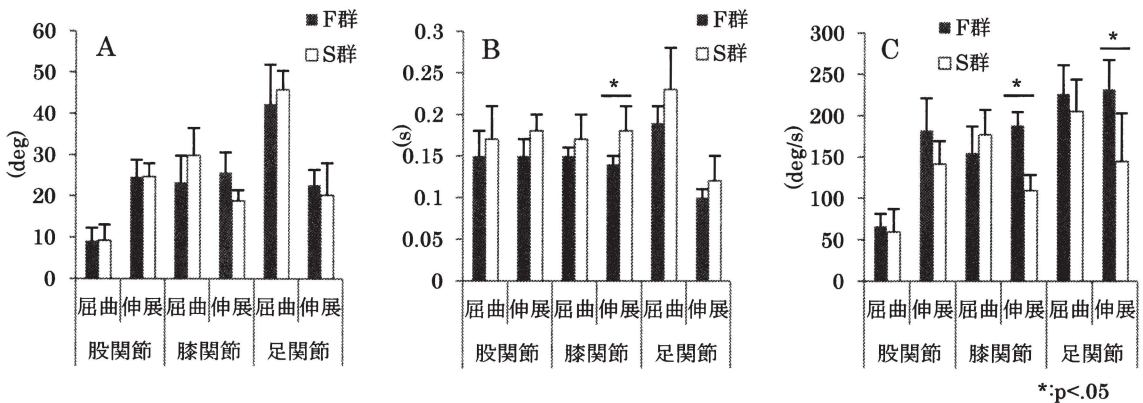


図 9. F 群および S 群の A. 下肢関節角度, B. 屈曲・伸展時間, C. 角速度 (平均値±SD)

また、離地時には股関節は接地時以上に、膝関節は接地時と同程度まで伸展していた。

一方、S 群は、接地時には F 群と同じく 3 関節とも大きな角度を示したが、接地後さらに膝関節と足関節がやや伸展していた。その後は、屈曲、伸展し離地に至るが、股関節は接地時以上に伸展していたものの、膝関節は F 群のように接地時ほどの伸展はしておらず、伸展角度が小さかった。

図 9A に各関節の屈曲、伸展角度、B に各関節の屈曲、伸展時間、C に各関節の屈曲、伸展角速度の F 群および S 群の平均値および標準偏差を示す。

図 9A より、各関節の屈曲、伸展角度において群間に有意差はみられなかったが、図 9B の各関節の屈曲、伸展時間では膝関節の伸展時間が F 群で有意に短く ($z=2.178$, $p<.05$)、さらに図 9C の角速度では、膝関節 ($z=-2.309$, $p<.05$) と足関節 ($z=-2.021$, $p<.05$) の伸展

速度が F 群で有意に速かった。

F 群は、接地して離地するまでの膝の屈曲と伸展を一気に行い、特に離地に向けて膝関節と足関節を素早く伸展することで地面を蹴っていた。

一方 S 群は、接地後に伸展から屈曲に切り替えるのが遅く、さらに伸展に時間はかけたが、膝関節と足関節の伸展速度が遅かったため、F 群ほど強く地面を蹴ることができなかったと推察される。

2) 足部接地様式

踵と爪先から方向変更時の右足の足部接地様式を検討した。図 10 に F 群および S 群の水平面から見た接地中の右足の踵と爪先の平均位置を示す。足部の接地方向は両群とも進行方向である右方向に爪先が向いており、F 群で接地中の爪先を中心として踵部が右方向へ大きく滑っていたのに比べて、S 群は接地中に踵部の右方向への滑りが小さかった。

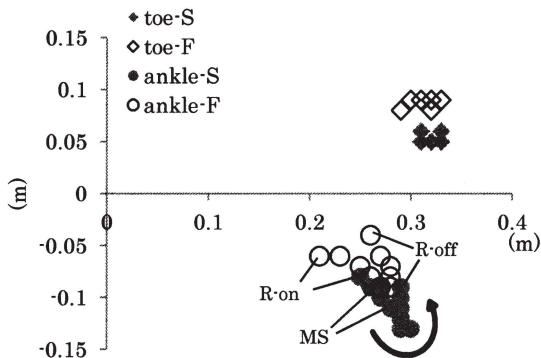


図 10. F 群および S 群の足部接地位置 (各群平均値)

また、y 軸を 0° 、x 軸を 90° としたときの接地時間中の各時点の足部接地角度は、R-on では F 群が $29.1 \pm 17.3^\circ$ 、S 群が $25.6 \pm 11.0^\circ$ 、MS では F 群が $15.0 \pm 19.4^\circ$ 、S 群が $11.8 \pm 15.0^\circ$ 、そして R-off では F 群が $27.2 \pm 19.8^\circ$ 、S 群が $17.3 \pm 20.6^\circ$ で群間に有意差はみられなかった。

3) 体幹前傾角度および大腿部角度

図 11 に各時点の F 群および S 群の体幹前傾角度および大腿部角度を示す。

体幹前傾角度は各時点において F 群が S 群よりも有意に小さく、L-on: $z=-2.309$, $p<.05$, R-on: $z=-2.309$, $p<.05$, さらに両群とも R-on 後徐々に小さくなり、R-off から L-on 2 の間で増加した。

大腿部角度は接地時では両群ともやや後傾しており、MS 後一気に前傾していき、R-off において F 群が有意に大きく前傾していた ($z=-2.309$, $p<.05$)。

F 群は接地時ですでに S 群よりも体幹を前傾させており、R-on 後さらに体幹を前傾させ、MS から R-off の間に大きく急激に大腿部を前傾させていた。

S 群も F 群同様に接地中に体幹、大腿部ともに前傾していったが、F 群よりも接地時の体幹の前傾は小さく、離地時の大腿部の前傾も小さかった。

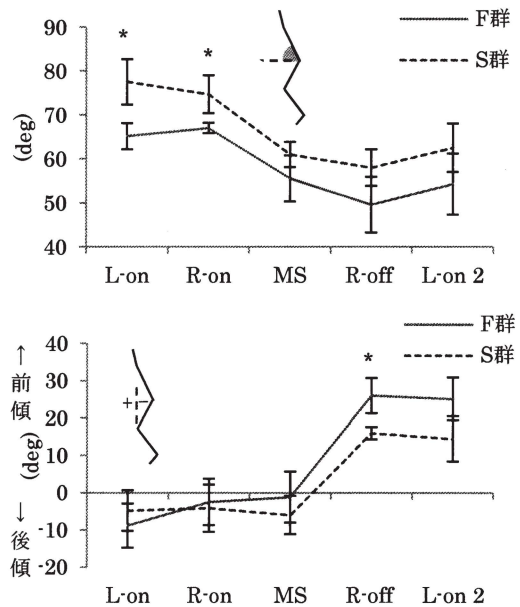


図 11. F 群および S 群の体幹および大腿部前傾角度 (平均値 \pm SD, 上: 体幹, 下: 大腿部)

*: $p<.05$

論議

1. F 群の特徴

F 群は動作時間が短く、重心移動速度が S 群よりも有意に速く、素早い方向変更を行っていた。

方向変更の軸足である右足接地時には、重心位置は S 群よりも前方にあり、体幹の前傾も大きかった。足部は爪先がサイドステップの進行方向である右方向を向いた状態で、股関節と膝関節を軽く曲げて接地していた。

その後、支持期中間にかけて重心位置はさらに右前方にふられ、重心移動速度は低下した。足部も右方向へと爪先を中心として踵部の回転が始まり、下肢関節は屈曲し、屈曲とともに重心高は低くなり、体幹はより前傾していった。

支持期中間時には、重心移動速度と重心高が最小となった。この時点で股関節はほぼ最大に屈曲したが、膝関節と足関節の屈曲は最大とならず、踵部の回転も継続していた。

支持期中間から右足離地にかけて重心は直

線走行の進行方向である左前方へと移動した。重心移動速度は増加し、踵部の回転は止まり、離地し始めた。下肢関節は屈曲から、一気に離地へむけて伸展した。また、関節の伸展に伴い大腿部は急激な前傾を始め、体幹はさらに前傾した。

右足離地時には重心位置が方向変更後の走方向である左前方にあり、重心高は低く、体幹および大腿部ともに大きく前傾していた。また、股関節は接地時以上に、膝関節は接地時と同程度まで伸展していた。接地中に短い時間で一気に膝関節を伸展させて、足関節の伸展も速く、接地して離地するまでの屈曲と伸展を一気に行い、地面を蹴っていた。重心移動速度は方向変更の右足接地時よりも増加していた。

図 12 に方向変更の右足接地時の床反力を示した。x が左右成分、y が前後成分、z が鉛直成分である。3 方向とも、接地後急激に加重が増加し、支持期中間までは非常に大きな加重をかけているが、支持期中間の時点でそれぞれの加重が減少し始めることから、支持期中間時にサイドステップから直線走行へ加重の方向を変えることで、動作の切り換えがなされていると考えられる。

以上のことから、F 群は、接地中に踵部を回転させることで直線走行の進行方向へ蹴り出すための適切な加重を可能にし、また、膝関節と足関節を一気に伸展させ、サイドステップの進行方向に重心が流れないように重心を低く保つことで、素早い走方向変更動作を可能にしていた。さらに離地時に体幹と大腿部がより前傾していたことが方向変更後の重心移動速度の増加に影響していたと考えられる。

2. S 群の特徴

S 群は動作時間が長く、重心移動速度が F 群よりも有意に遅く、方向変更動作が F 群よりも遅かった。

方向変更の軸足である右足接地時には、重心位置は F 群よりも後方にあり、体幹の前傾は小さかった。足部は爪先がサイドステップの進行方向である右方向をむいて、股関節と膝関節を軽く曲げたまま接地していた。

その後、支持期中間にかけて重心位置は右方向へと移動しており、重心移動速度は低下した。足部は爪先を中心として踵部が回転した。下肢関節は接地後、やや伸展したことで足を突っ張るような動作となった。やや伸展した後屈曲し、体幹はより前傾していった。

支持期中間時には、重心移動速度と重心高が最小となった。F 群と同じく股関節はほぼ最大屈曲に至るが、膝関節と足関節の屈曲は最大とはならず、踵部の回転は継続した。

支持期中間から右足離地にかけて重心は直線走行の進行方向である左前方というよりもほぼ正面へと移動した。重心移動速度は増加し、踵部はさらに回転した後離地し始めたが F 群よりも回転は小さかった。下肢関節は最大に屈曲し、離地にむけて伸展を開始した。関節の伸展に伴い大腿部は急激な前傾を始め、体幹はさらに前傾した。

右足離地時には、重心位置はまだ正面方向に移動し、重心移動速度は右足接地時よりも低下していた。重心高は接地中では最も低かったものの F 群よりは高く、体幹および大腿部ともに大きく前傾していたものの F 群よりも前傾も小さかった。また、股関節は接地時以上に伸展していたものの、膝関節は F 群の

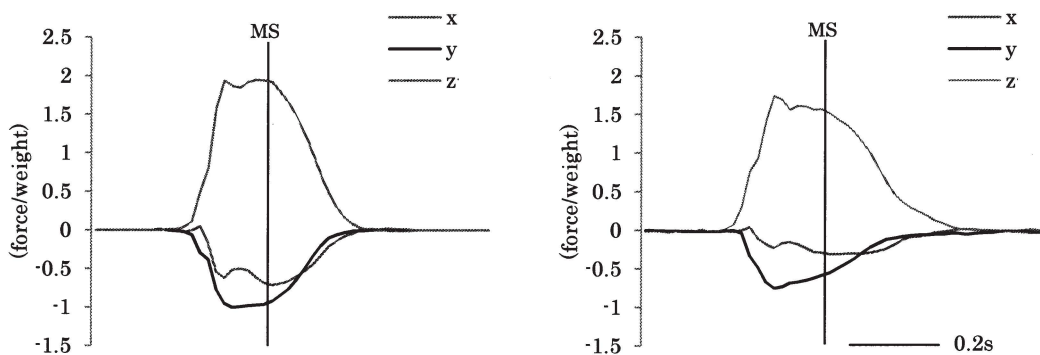


図 12. F 群および S 群の床反力平均波形 (左: F 群, 右: S 群, 筆者ら⁹⁾より引用改変)

ように接地時と同程度までは伸展はしていなかった。接地後さらに伸展したことで、その後の屈曲に至るために時間がかかり、伸展に時間はかけたものの、膝関節と足関節の伸展速度が遅かったため、F群のように地面を蹴ることができなかったと考えられる。

図12の方向変更の右足接地時の床反力をみると、接地後右方向と鉛直方向で急激に加重が増加したが、後方への加重の増加は小さかった。また、支持期中間以前に右方向と鉛直方向の加重の減少は始まっていた。右方向への加重はブレーキの力、後方への加重が前方への蹴りだしの役割をしているが、サイドステップ走に対してブレーキをかけた後の前方への蹴り出しが小さかった。サイドステップから直線走行への動作の切り換えがスムーズになされていなかったため、接地時間を延長して下肢を伸展させ蹴り出していたと考えられる。

以上のことから、S群は、接地中に踵部の回転運動がF群より小さく直線走行の進行方向へ蹴り出すための加重ができず、接地後に膝関節、足関節がやや伸展したため足が突っ張り、接地後においても重心がサイドステップの進行方向である右方向へ移動していた。また、F群よりも膝関節と足関節で伸展速度が小さく、体幹と大腿部の前傾角度が小さかったため、F群のように離地時に速度を増加することができず、走方向変更動作によって重心移動速度が遅延した。

3. サイドステップからの素早い

走方向変更動作における方向変更方略

著者ら⁵⁾はサイドステップからの素早い走方向変更動作について、実際のスポーツ場面を想定して方向変更角度を右前方 60° 、正面 90° 、左前方 120° と3条件を設定して方向変更時の方向変更足について動作の速かった被験者と遅かった被験者を抽出し床反力および動作分析を行った。そして、動作の速かった被験者では方向変更角度の増加に伴って接地時間が延長したにもかかわらず動作時間が減少するという結果を得た。

動作時間は本研究と同様に、方向変更直前の左足接地から軸足となる右足での方向変更、変更直後の左足接地までとしたが、角度の増加に伴ってサイドステップの進行方向とは反

対へと身体重心を移動させなくてはならなくなるため、サイドステップの進行方向へ向かっている重心をできるだけ速やかに変更方向後の理想的な走行ライン上に移動させるために大きなブレーキをかける必要がある。そのため、ブレーキの後、方向変更足だけで直線走へと蹴り出すよりも遊脚になっている左足を早く接地させて直線走行に移ったため、動作時間が減少したと考えられる。なお、重心移動速度は方向変更角度の増加に伴って減少しており、動作の速かった被験者でも方向変更角度の大きい場合は方向変更角度が小さい場合よりも動作の切り換えが難しかったことが示唆された。

また、 120° 条件での方向変更足の接地中の床反力については、3方向とも動作の速かった被験者がより大きく、特に右方向、後方には体重の2倍近く加重しており、平均値と力積において有意に大きかったという結果を得た。動作の遅かった被験者はブレーキの力が小さく、重心が進行方向である右側へ流れ、前方へ蹴り出す力も小さかったため、右足離地後以降の重心移動速度の増加につなげられなかったと考えられる。

鈴木ら¹⁴⁾は、走スピードを維持して走方向を変更するためには、両ステップとも支持期において大腿を素早く大きく前傾させることが重要だと言及している。大腿を前傾させるためには体幹も前傾姿勢にする必要があり、本研究においても離地時の大腿部の前傾はF群が有意に大きく、走スピードの維持もしくは増大に貢献していたと考えられる。また、鈴木ら¹⁴⁾は、サイドステップカッティングにおいては、方向変更足の接地中の支持期後半に膝関節と股関節の伸展が重要であると述べており、本研究でも支持期後半にあたる支持期中間から方向変更の右足離地にかけて、F群の膝関節伸展速度が速いという結果が得られた。

股関節、足関節については、稲葉・深代⁶⁾が前方を 0° として左方向に 23° 、 45° 、 67° 、 90° 方向に、身長 80% の距離へのステップ動作を行わせて検討している。その結果として、目的方向への速度は主に下肢伸展の仕事により生成されており、股関節外転トルクや動作前半の足関節底屈トルクは力が適切な方向へ加えられるように調節する役割を果たし

ていたと述べている。本研究においても同様に、股関節や足関節の伸展によって目的方向への調整を行っていたと考えられる。

また、伊藤ら⁸⁾はカッティング動作の足部接地様式について検討し、バスケットボール経験者やサッカー経験者には他のスポーツ経験者あるいは未経験者とは異なり、足底接地期の母趾 MTP 関節の外反がみられなかったと報告した。本研究でも同様に、足部接地の様式には被験者の経験した競技による個人差がみられたと考えられるが、F 群は方向変更の右足接地後に進行方向へ踵部を回転させることでサイドステップにブレーキをかけ、加重のかかる方向を変更し直線走へと移っていた。

サイドステップからの素早い走方向変更動作における方向変更方略として、方向変更角度が大きい場合には、重心を低くし、さらにサイドステップの進行方向へ重心が流れないように上体を前傾させ、方向変更足接地中に爪先を中心として踵部を回転させ、目的方向へ加重をかけられるようにし、膝関節と足関節の伸展を素早くかつ一気に行うことが有効であり、また、離地時に体幹と大腿部をより前傾させることが方向変更後の重心移動速度の増加につながると考えられる。

まとめ

本研究では、サイドステップからの走方向変更動作について、方向変更角度の大きい課題での下肢の動作を詳細に分析することで、サイドステップからの素早い走方向変更動作における方略について検討することを目的とした。サイドステップで右方向へ移動した後、左前方 120° への走方向変更動作を行い、その後 2m の直線走行を行った。動作時間と重心移動速度がともに平均より速かった被験者 4 名を F 群、遅かった被験者を S 群として、重心移動軌跡、床反力および下肢動作分析を行った。その結果、F 群は方向変更前よりも方向変更後に速度が増加していたのに比べて、S 群では方向変更前よりも方向変更後で速度が減少しており、また方向変更後の速度は F 群が S 群よりも有意に速かった。群間の比較より、方向変更角度の大きい場合においてサイドステップからの素早い走方向変更動作における方向変更方略として以下の点があげられた。

- 1) 前傾姿勢で重心を低く保ち、サイドステップの進行方向から変更方向へ重心移動を速やかに行う。
- 2) 方向変更の軸足の接地中に踵部を爪先を中心として回転させ、変更後の進行方向に蹴り出しを効果的に行う。
- 3) 方向変更の軸足の関節、とくに膝関節と足関節を接地期後半から離地にかけて素早くかつ一気に伸展させる。

引用文献

- 1) Andrews, J.R., McLeod, W.D., Ward, T., Howard, K. : The cutting mechanism. *Am J Sports Med*, 5, 111-121, 1977.
- 2) Bencke, J., Naesborg, H., Simonsen, E.B., Klausen, K. : Motor pattern of the knee joint muscles during side-step cutting in European team handball. *Scand J Med Sci Sports*, 10, 68-77, 2000.
- 3) 藤澤宏幸, 武田涼子, 渡邊裕美, 吉澤智貴, 窪田ひと美, 高桑有加, 佐々木歩, 川村江里 : サイドステップ動作に関する身体運動学的研究. *理学療法学*, 36, 49-57, 2009.
- 4) 服部恒明, 小又富二男 : サイドステップ走の移行様式-特にピッチとストライドについて-. *茨城大学教養部紀要*, 21, 513-320, 1989.
- 5) 堀川真那, 藤原素子 : サイドステップからの素早い走方向変更動作. *奈良女子大学スポーツ科学研究年報*, 14, 13-24, 2012.
- 6) 稲葉優希, 深代千之 : 方向転換の基礎動作. *体育の科学*, 60, 739-743, 2010.
- 7) 井上千枝子 : 反復横とびに関する研究. *実践女子大学家政学部紀要*, 13, 49-54, 1976.
- 8) 伊藤謙, 行田直人, 林弘典, 山崎立実, 小田原良誠, 平澤泰介 : ハイスピードカメラおよび床反力計を用いた反復横跳び着地動作の分析. *柔道整復・接骨医学誌*, 11, 399-405, 2003.
- 9) 木村健二, 桜井伸二 : 方向変更角度と走行スピードの増大がサイドステップカットのパフォーマンスにどう影響するか. *中京大学体育研究所紀要*, 24, 69-75, 2010.
- 10) Ohtsuki, T., Yanase, M., Aoki, K. : Quick change of the forward running direction and foot work in target-catching ball games. In *Biomechanics XI-B*, 820-825, 1988.
- 11) Pollard, C.D., Sigward, S.M., Powers, C.M. : Gender Differences in Hip Joint Kinematics and Kinetics During Side-Step Cutting Maneuver. *Clin J Sport Med*, 17, 38-42, 2007.
- 12) Sigward, S.M., Powers, C.M. : The influence of gender on knee kinematics, kinetics and muscle activation patterns during side-step cutting. *Clinical Biomechanics*, 21, 41-48, 2006.
- 13) Simonsen, E.B., Magunsson, S.P., Bencke, J.,

Havkrog, H., Ebstrup, J.F., Sorensen, H. : Can the hamstring muscles protect the anterior cruciate ligament during a side-cutting maneuver?. *Scand J Med Sci Sports*, 10, 78-84, 2000.

14) 鈴木雄太, 阿江通良, 榎本靖士: サイドステップおよびクロスステップによる走方向変換動作のキネマティクスの研究. *体育学研究*, 55, 81-95, 2010.

15) 米田浩: 球技選手の方向の変化を伴った疾走能力について. *札幌女子短期大学部紀要*, 11, 1-6, 1988.