

テニスのサーブリターン時における反応時間を短縮させるためのスプリットステップの方策

東 隆 史

本研究は、サーブをリターンする際のスプリットステップ開始前の予備ステップがスプリットステップ直後の一步を踏み出す動作時間などに及ぼす影響について検討し、硬式テニスの技術指導の一助とすることを目的とした。被験者は、スプリットステップのみを行った場合とスプリットステップ直前に2種類の予備ステップを行った場合の計3種類の条件でサーブを打ち返した。その際、3条件におけるスプリットステップ直後の一步を踏み出す動作時間の差異について検討した。

両足を足長分だけ真後ろに引いた状態から右足を足長分だけ踏み出し、それに引き続いて左足を右足と並行な位置に足長分だけ踏み出した後にスプリットステップを行った予備ステップありの条件の場合には、予備ステップを行わないスプリットステップのみの条件と比較して、スプリットステップ中の下肢筋群の平均放電量が增大し、身体重心の上方への移動量も少ないためにスプリットステップ直後の一步を踏み出す動作時間が短縮するという知見を得た。

本研究の結果より、サーブをリターンする際のスプリットステップ直後の最初の一步を踏み出す動作時間を短縮させるための手段の一つとして、スプリットステップだけでなく、スプリットステップ開始前に予備ステップを導入していくことも検討すべきである。

キーワード：硬式テニス、スプリットステップ、動作時間、予備ステップ

1. 緒言

テニス競技では、相手のサーブ、ストローク、ボレーなどに対応するとき、自身はまずスプリットステップを行い、それを起点として動作を開始する。スプリットステップとは、相手がボールを打つ直前に両足で軽くジャンプし、相手のラケットにボールが当たった瞬間（ボールインパクト時）に両足を着地するまでの動作のことをいう。このスプリットステップには二つの役割が考えられる。ひとつは、相手の動作に応じて自分の動き始めるタイミングを調整すること、もう一つは、直後の素早い動きを可能にするためにステップの反動を利用することである。[徳田ら2000；石井 2009；川延 2014]。

スプリットステップを開始する直前の時間（スプリットステップ準備時間）は、相手と自分との距離、ボールのスピードおよび相手の動作の種類などにより大きく異なる。例えば、お互いにテニスコートの最も後ろの位置（ベースライン）でストロークを行う場合には、ベースラインからの相手のストロークをネット際でボレーする場合と比較して、相手との距離が約2倍となり、スプリットステップ準備時間は増加する。さらに、サーブをリターンする場合のス

リットステップは、相手のサーブの動作時間がストロークやボレーよりも長いため、スプリットステップ準備時間は、大幅に増加する。従って、レシーバーは、相手のサービスの動きに合わせて最適なスプリットステップを行うための準備動作として、その直前に様々なステップ動作（予備ステップ）を行っている。より詳しく言えば、相手のボールインパクト時に、自分はスプリットステップを完了させ、次の動作に備えて両足を接地させている必要がある。そのため、予備ステップを行いながらタイミングを計り、相手のラケットにボールが当たる直前にスプリットステップの開始を合わせるのである。本研究では、このようなスプリットステップ開始前のステップ動作を「予備ステップ」と呼ぶ。スプリットステップ直前に実施する予備ステップは、スプリットステップの開始時期を最適なタイミングで実施するために重要な動作であり、そのことがスプリットステップ終了時における両足の接地の際には打球の方向などを判断し、素早いリターンのための動きを導き出している。

テニスにおけるスプリットステップに関する先行研究は、サーブ、ストローク、ボレーを行った際のスプリットステップのタイミングについての研究報告〔板橋ら1999；徳田ら2000；宇津2008〕やテニスのスプリットステップの有効性について分析した研究報告〔松田ら 2005〕などがある。しかし、硬式テニスのサーブをリターンする際のスプリットステップの開始前に行うステップ動作（予備ステップ）の有無がスプリットステップ後の一步に及ぼす影響に関する先行研究は、見当たらない。

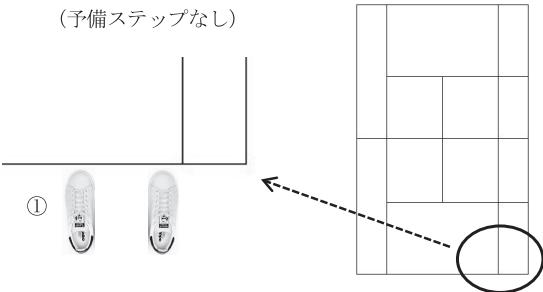
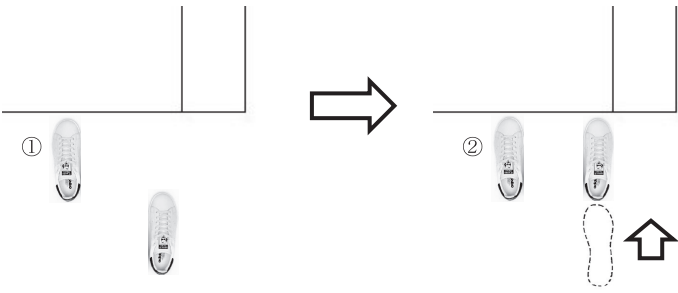
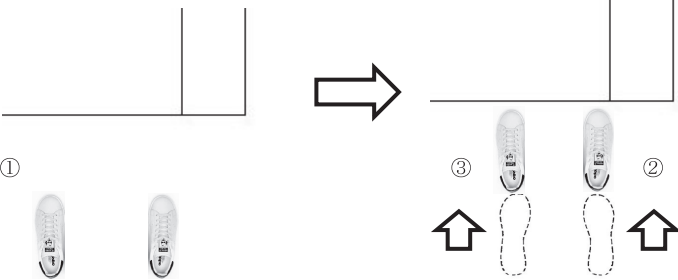
本研究では、サーブをリターンする際に「予備ステップ」がスプリットステップ後の一步を踏み出す動作時間にどのような影響を及ぼすのかについて検討し、硬式テニスの技術指導の一助とすることを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者および実験条件

被験者は、女子大学生 4 名、年齢19 - 20歳で硬式テニス経験 6 - 12年であり、右利きで両手バックハンドストロークを行うものとした。被験者は、テニスコートの右側のベースラインの指定された位置（右靴のつま先はベースラインとシングルスコートのサイドラインの交わったところに合わせ、左靴のつま先はベースライン上に置く、足幅は自由：表 1 参照）に立ち、実戦形式でサーバーからのファーストサーブを両手バックハンドストロークでシングルスコート内に打ち返す動作を行った。その際、被験者は、スプリットステップのみを行った場合とスプリットステップ直前に 2 種類のステップ動作（予備ステップ）を行った場合の計 3 種類の条件（表 1 参照）でサーブを打ち返した。A条件は、レシーブ側の指定された位置で両足を並行に開いた状態からスプリットステップを行った。B条件は、A条件の指定された位置から足長分だけ右足を真後ろに引いた状態から右足を左足と並行な位置に一步踏み出した後にスプリットステップを行った。C条件は、A条件の指定された位置から足長分だけ両足を真後ろに引いた状態から右足に引き続いて左足を足長分だけ一步踏み出した後にスプリットステップを行った。

表 1. スプリットステップの開始位置と予備ステップの動作

A 条件	① レシーブ側の指定された位置で両足を並行に開いて立つ (予備ステップなし) 
B 条件	① A 条件の指定された位置で両足を並行に開いて立った状態から足長分だけ 右足を真後ろに引いた状態をつくる ② 「①」の両足の位置から右足を左足と並行な位置に一步を踏み出す (予備ステップあり) 
C 条件	① A 条件の指定された位置で両足を並行に開いて立った状態から足長分だけ 両足を真後ろに引いた状態をつくる ② 「①」の両足の位置から右足を一步踏み出す ③ 左足を右足と並行な位置に一步踏み出す (予備ステップあり) 

2.2 実験方法

被験者は、図 1 に示した指定された位置で右コートの対角線上のサーバーによってサービスコート内の指定された範囲に打たれた硬式テニス用のボール（ダンロップ社製）を表 1 に示

す3条件のもとで両手バックハンドストロークでシングルコート内に打ち返した。

テニスのゲームにおいて、サーバーはレシーバーに対して、バックハンドストロークで返球させた方がフォアハンドストロークよりも返球の速度が遅いという理由から相手のバックサイド側にボールを打つことが多々ある。従ってレシーバーは、サーバーからのバックサイド側への打球を想定した上でレシーブ動作に備えている。実験条件として、サーバーは、テニスコートのフォアサイドの指定された位置から被験者のライトサービスコート内のセンターサービスライン側（3m×1.6m、正規のサービスコートの約4分の1；図1参照）にサーブを行った。被験者は、あらかじめ指示されたライトサービスコート内のセンターサービスライン方向のエリア内に入ったファーストサーブを両手バックハンドストロークでサーバー側のシングルコート内に打ち返した。その際、サーバーからのボールの軌道は、被験者の身体の左側を通るため、被験者は、スプリットステップ後にサーバーに対して身体を正体した状態から横方向（左90°）に移動させ、左足を踏み出し、次に右足を一步踏み出してバックハンドストロークを行う。すべての被験者は、各条件で3試技ずつ成功が得られるまで行い、各条件間で2分間の休憩をとった。この成功とは、①サーバーから打たれたボールが相手コートのライトサービスコート内のセンターサービスライン方向の指定されたエリアに入ること、②サーバーからのボールをレシーバーは、各条件のスプリットステップを用いてジャストインパクトすること、③ジャストインパクトしたボールがサーバー側のシングルコート内に打ち返すことの3つ条件が達成されたことを意味する。実験中、2台のハイスピードカメラ（300コマ／秒）で撮影された映像記録、サーバーのボールインパクトを示す音声シグナル、レシーバーのラケットに装着した加速度計によるインパクトシグナル、下肢筋群の筋活動は、同時記録された。筋電図は、双極の表面筋電図を用い、被験筋は、左足の大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋の4筋とした。

2.3 解析方法および統計処理

映像は、2台のハイスピードカメラ（CASIO社製、EXILIM EX-F1、300コマ／秒）で記録し、2次元ビデオ動作解析システム（DKH社製、Frame-DIAS IV）により分析した。

測定項目は次のようなものとした（表2参照）。【1】スプリットステップ開始から終了までの動作時間、【2】スプリットステップ終了時からサーバーのボールインパクトまでの動作時間、【3】サーバーのボールインパクトから最初の一步を踏み出すまでの動作時間、【4】スプリットステップ終了時から最初の一步を踏み出すまでの動作時間、【5】最初の一步を踏み出してからレシーバーのボールインパクトまでの動作時間、【6】スプリットステップ開始時の膝関節および足関節の角度、【7】スプリットステップ開始から終了までの身体重心の移動距離、【8】スプリットステップ開始から終了までの筋活動（平均放電量）。

筋電図アナログデータは、PCのA/D変換ボードを介し、デジタル波に変換した。変換データにバンドパスフィルター（20-500Hz）をかけ全波整流を行い、1000Hzのサンプリングタイムでデータを収録し、解析ソフト（KISSEI COMTEC社製、BIMUTAS II）を用いて分析した。測定項目は、次のようなものとした。スプリットステップ開始から終了までの局面における左足の大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋の平均放電量、インパクトシグナルによるサー

バーのボールインパクトの時点、レシーバーのラケットに装着した加速度計によるレシーバーのボールインパクトの時点。本実験の分析において、スプリットステップ開始を膝関節の最大屈曲から膝関節の伸展開始時とした。また、スプリットステップ終了を両足の踵が地面に接地した時点とした。

統計処理は、一元配置分散分析を用い、いずれも有意水準を0.05とした。

表 2. 測定項目

【1】	スプリットステップ開始から終了までの動作時間
【2】	スプリットステップ終了時からサーバーのボールインパクトまでの動作時間
【3】	サーバーのボールインパクトから最初の一步を踏み出すまでの動作時間
【4】	スプリットステップ終了時から最初の一步を踏み出すまでの動作時間
【5】	最初の一步を踏み出してからレシーバーのボールインパクトまでの動作時間
【6】	スプリットステップ開始時の膝関節および足関節の角度
【7】	スプリットステップ開始から終了までの身体重心の移動距離
【8】	スプリットステップ開始から終了までの筋活動（平均放電量）

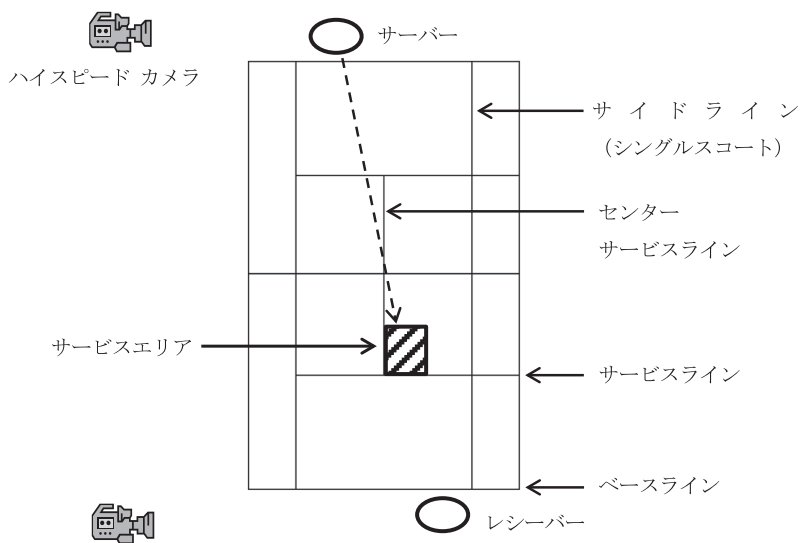


図 1. 実験図

3. 結果

スプリットステップ終了時から最初の一步を踏み出すまでの動作時間

本実験において、被験者は、実戦形式で相手フォアサイドからのファーストサーブを相手のシングルコート内に両手バックハンドストロークで打ち返す動作を行った。その際、被験者は、スプリットステップのみを行った場合と、スプリットステップ直前に2種類のステップ動作（予

備ステップ)を行った場合の計3種類の条件でサーブを打ち返した。

A条件は、レシーブ側の指定された位置で両足を並行に開いた状態からスプリットステップを行った。B条件は、A条件の指定された位置から足長分だけ右足を真後ろに引いた状態から右足を足長分だけ前方へ一歩踏み出す動作を加えた。C条件は、A条件の指定された位置から足長分だけ両足を真後ろに引いた状態から右足に引き続いて左足を一歩踏み出す動作を加えた。

表3は、3条件のもとでのスプリットステップ終了時から左足を一歩踏み出すまでの動作時間を示す。数値は、各被験者による3試技ずつの平均値である。いずれの被験者においても、C条件が最も動作時間が短かった。また、被験者4名のスプリットステップ終了時から左足を一歩踏み出すまでの動作時間の平均値は、A条件で 0.82 ± 0.32 秒、B条件で 0.76 ± 0.39 秒、C条件で 0.39 ± 0.22 秒であった。これら3条件での動作時間の平均値について、一元配置分散分析を行った結果、3条件の間に有意な差が認められた ($F(2,33) = 6.28, P < 0.01$)。スプリットステップの直前に予備ステップを実施するC条件では、他の2条件と比較してスプリットステップ直後の左足の一步を踏み出す動作時間が短縮した。

表3. スプリットステップ終了時から左足を一歩踏み出すまでの動作時間

被験者	A 条件	B 条件	C 条件
被験者 1	0.352	0.229	0.158
被験者 2	1.112	0.729	0.501
被験者 3	0.913	1.087	0.660
被験者 4	0.908	1.026	0.242

(単位：秒)

スプリットステップ開始から終了までの動作時間

スプリットステップ開始から終了までの動作時間の平均値（被験者4名）は、A条件で 0.94 ± 0.16 秒、B条件で 0.97 ± 0.22 秒、C条件で 0.67 ± 0.28 秒であった。これら3条件の動作時間の平均値について、一元配置分散分析を行った結果、有意な差が認められた ($F(2,33) = 6.47, P < 0.01$)。予備ステップを実施したC条件では、他の2条件と比較してスプリットステップ開始から終了までの動作時間が短縮した。

3条件におけるスプリットステップ開始から終了までの下肢筋群の平均放電量

表4は、3条件におけるスプリットステップの開始から終了までの動作局面における左足の大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋の下肢筋群の平均放電量の結果を示したものである。すべての被験者において、C条件は他の2条件と比較して、左足の大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋の3筋の平均放電量が大幅に増加した。また、4名中2名の被験者において、C条件で

は他の2条件と比較して、左足腓腹筋の平均放電量が増大した。これらの結果から、C条件では、スプリットステップ中に積極的な膝関節や足関節の屈曲および伸展動作がなされ、スプリットステップ終了後の左足の一步を踏み出す動作時間の短縮にも関与しているものと考えられた。

表 4. 3 条件におけるスプリットステップ開始から終了までの動作局面
における下肢筋群の平均放電量

被験者	実験条件	大腿直筋	大腿二頭筋	前脛骨筋	腓腹筋
被験者 1	A 条件	0.00498	0.00897	0.01100	0.00579
	B 条件	0.00560	0.01087	0.01555	0.00783
	C 条件	0.01341	0.01490	0.02250	0.01147
被験者 2	A 条件	0.00433	0.00514	0.00437	0.00726
	B 条件	0.00245	0.00297	0.00256	0.00257
	C 条件	0.00653	0.00550	0.01143	0.00649
被験者 3	A 条件	0.01343	0.01250	0.01050	0.01381
	B 条件	0.00747	0.00699	0.00816	0.00763
	C 条件	0.02638	0.02476	0.07158	0.00986
被験者 4	A 条件	0.04014	0.00710	0.00590	0.00664
	B 条件	0.03660	0.00730	0.00766	0.00628
	C 条件	0.04586	0.00774	0.01506	0.00677

(AU)

スプリットステップ開始から終了までの身体重心の移動距離

スプリットステップ中における上方への身体重心の移動距離は、C条件が他の2条件よりも短かった(4名中3名)。B条件は、他の2条件よりも身体重心の上方への移動距離が長かった(4名中3名)。また、スプリットステップ中の上方への身体重心の移動距離における4名の被験者の平均値は、A条件で $12.2 \pm 0.8\text{cm}$ 、B条件で $19.6 \pm 2.0\text{cm}$ 、C条件で $9.9 \pm 1.7\text{cm}$ であった。これらの結果から、C条件は、スプリットステップ中の上方への重心の移動量が少ないのに対して、B条件では、上方への移動量が増大するようなスプリットステップを行っていることを示していた。

スプリットステップ開始時の膝関節および足関節角度

スプリットステップ開始時の膝関節の最大屈曲角度は、すべての被験者において、予備ステップを伴ったC条件がスプリットステップのみを行ったA条件と比較して大きな値を示した。また、スプリットステップ開始時の足関節の最大屈曲角度は、予備ステップを伴ったC条件がスプリットステップのみを行ったA条件と比較して大きな値を示した(4名中3名)。また、ス

ブリットステップ開始時の膝関節の最大屈曲角度の4名の平均値は、A条件で 112.2 ± 9.5 度、B条件で 116.6 ± 10.5 度、C条件で 122.0 ± 13.5 度であった。これらの結果は、A条件がC条件と比較してスプリットステップ開始時に膝を深く屈曲させていることを示していた。

サーバーのボールインパクトを基点としたスプリットステップのタイミング

図2は、サーバーのボールインパクトを基点(0)としたスプリットステップの開始からレシーバーのボールインパクトまでの時間経過を示す被験者3の横棒グラフである。4名の平均値でみるとサーバーのラケットにボールが当たった時点を0とするとスプリットステップの開始時期は、A条件で-1.35秒、B条件で-1.39秒、C条件で-0.92秒であった。サーバーのラケットにボールが当たった時点を0とした場合のスプリットステップの終了時期は、A条件で-0.43秒、B条件で-0.42秒、C条件で-0.26秒であった。スプリットステップ開始前に予備ステップを行ったC条件は、スプリットステップの開始時期および終了時期が他の2条件よりも遅いという結果が得られた。

C条件では、すべての被験者において、スプリットステップの開始から終了までの動作時間とスプリットステップ終了から左足を一步踏み出すまでの動作時間が他の2条件と比較して短く、被験者4名の動作時間の平均値においても、3条件の間で有意な差が認められた。その結果、被験者がサーバーのボールインパクト後に左足を一步踏み出す時期は、A条件で0.37秒、B条

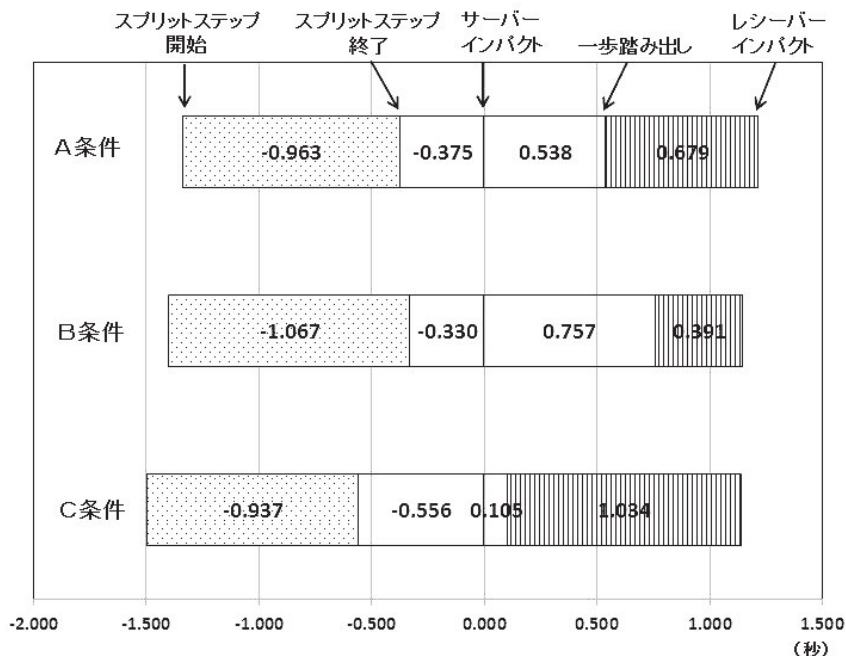


図2. サーバーのボールインパクトを基点としたスプリットステップのタイミング
(被験者3)

件で0.34秒、C条件で0.15秒となり、C条件が最も早かった。

サーバーのラケットにボールが当たった時点をもとにレシーバーのボールインパクトの時期は、A条件で1.25秒、B条件で1.26秒、C条件で1.21秒であった（4名の平均値）。また、サーバーのボールインパクト後（サーバーがボールを打った直後）に被験者が一歩を踏み出してからレシーバーのボールインパクト（相手サーブのボールにラケットが当たった瞬間）までの動作時間は、A条件で0.88秒、B条件で0.92秒、C条件で1.06秒であった。これらの結果から、C条件では、サーバーのボールインパクト後に左足を一歩踏み出してからレシーバーのボールインパクトを迎えるまでの時間が最も長かった。このことは、最適なボールインパクトに向けてタイミングを調節するために必要な時間を確保できていることを示している。

4. 考察

予備ステップの導入によるサーブリターン時の反応時間への影響

テニス競技では、相手のサーブ、ストローク、ボレーなどに対応してスプリットステップを行う。このスプリットステップには二つの役割が考えられる。ひとつは、相手の動作に応じて自分の動き始めるタイミングを調整すること、もう一つは、直後の素早い動きを可能にするためにステップの反動を利用することである。[徳田ら2000；石井 2009；川延 2014]。

本実験において、被験者は、実戦形式で相手フォアサイドからのファーストサーブを相手のシングルコート内に両手バックハンドストロークで打ち返す動作を行った。その際、被験者は、スプリットステップのみを行った場合と、スプリットステップ直前に2種類のステップ動作（予備ステップ）を行った場合の計3種類の条件でサーブを打ち返した。A条件は、レシーブ側の指定された位置で両足を並行に開いた状態からスプリットステップを行った。B条件は、A条件の指定された位置から足長分だけ右足を真後ろに引いた状態から右足を足長分だけ前方へ一歩踏み出す動作を加えた。C条件は、A条件の指定された位置から足長分だけ両足を真後ろに引いた状態から右足に引き続いて左足を足長分だけ前方へ一歩踏み出す動作を加えた。

本実験の4名の被験者が、日頃、試合や練習などでサーブをリターンする際に行っているステップ動作は、3名が予備ステップを用いないA条件に該当しており、1名が右足を足長分だけ真後ろに引いた状態から右足を前方へ一歩踏み出す予備ステップに引き続いてスプリットステップを行うB条件に該当していた。

スプリットステップの開始前に予備ステップを行ったC条件では、他の2条件と比較してスプリットステップ直後の左足の一步を踏み出す動作時間が短縮した。またC条件では、他の2条件と比較してスプリットステップ開始から終了までの動作時間が短縮した。スプリットステップ開始から終了までの局面において、C条件は他の2条件と比較して、左足の大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋の平均放電量が増大した。このC条件の平均放電量の増大は、スプリットステップ中に積極的な膝関節や足関節の屈曲から伸展への切り換え動作が行われていることを示しており、スプリットステップ開始から終了までの動作時間の短縮だけでなく、スプリットステップ終了後から左足を一歩踏み出すまでの動作時間の短縮にも関与しているものと考えられた。

スプリットステップ中における上方への身体重心の移動距離は、C条件が他の2条件よりも短かった。この結果からC条件では、上述した下肢筋群による膝関節および足関節の屈曲から伸展を行いながらも、スプリットステップ中の上方への重心の移動量が少ないことを示していた。また、C条件ではスプリットステップ開始から終了までの動作時間が最も短かったことから、身体重心の上方への移動量が少ないことが、動作時間の短縮に影響を及ぼしているものと考えられた。逆にB条件では、他の2条件と比較してスプリットステップ中の上方への身体重心の移動距離が最も長く、スプリットステップ開始から終了までの動作時間も最も長かった。このことからB条件では、スプリットステップ開始から終了までに身体重心の上方への移動量が大きくなったことが動作時間が長くなった要因の一つと考えられた。

スプリットステップ開始時の膝関節の最大屈曲角度の4名の平均値は、A条件で 112.2 ± 9.5 度、B条件で 116.6 ± 10.5 度、C条件で 122.0 ± 13.5 度であった。これらの結果は、A条件がC条件と比較してスプリットステップ開始時に膝を深く屈曲させていることを示していた。その場でのスプリットステップのみを行ったA条件の膝関節がC条件よりも深く曲がっていた理由として、A条件での動作は、後方から前方への並進運動を伴わないために静止した状態から膝関節および足関節を屈曲することができ、そのため主として垂直方向の運動によってスプリットステップを行っているものと考えられた。これに対してC条件では、予備ステップの導入によって、後方から前方への大きな水平方向の推進力が発生し、その推進力を膝関節および足関節で受け止めながら弾性エネルギーを蓄え、さらにその力を垂直方向に変換するために最適な膝関節および足関節の屈曲を行っているものと考えられた。

サーバーのボールインパクトを基点としてスプリットステップの開始からレシーバーのボールインパクトまでの時間経過をみると、C条件は、他の2条件と比較してスプリットステップの開始時期および終了時期が遅かった。しかし、スプリットステップ開始から終了までの動作時間とスプリットステップ終了時から一步を踏み出すまでの動作時間が短縮したため、結果としてサーバーのボールインパクト後に最も早く一步を踏み出していた。C条件では、このインパクト後の一步を踏み出す時期が早かった為、レシーバーのボールインパクトまでの動作時間も長くなっていた。このことは、テニスのサーブリターン時において正確なジャストインパクトを行うために必要不可欠な要素であり、スプリットステップ直後に素早く左足を一步踏み出して軸足を決めることが、レシーバーのジャストインパクトのための十分な動作時間を確保することにつながるものと考えられた。

宇津〔2008〕らは、テニス経験者にスプリットステップを行う場合と行わない場合を設定し、左右選択移動動作を行わせた結果、スプリットステップを行う方が動作時間が有意に短縮していることを報告した。本研究では、スプリットステップ直前に予備ステップを行う条件が予備ステップを行わないスプリットステップのみの条件よりも左足の一步を踏み出す動作時間が短縮した。さらに、スプリットステップ直前に予備ステップを行う条件でも、C条件で行った予備ステップの方がB条件で行ったものよりもスプリットステップ後の左足の一步を踏み出す動作時間が短縮した。これらの結果から、動作時間が予備ステップの種類に於いても影響を受けることが明らかとなった。

本研究の結果より、サーブをリターンする際のスプリットステップ直後の最初の一步を踏み出す動作時間を短縮させるための手段の一つとして、スプリットステップだけでなく、スプリットステップ開始前に予備ステップを導入していくことも検討すべきである。

謝 辞

本稿を終えるにあたり、終始ご指導を賜りました伊東太郎先生（武庫川女子大学大学院 健康・スポーツ科学研究科 教授）に心より御礼申し上げます。また、本実験を実施するにあたり、武庫川女子大学大学院生の百畑美希さん、松島正知さん、被験者の方々に心より御礼申し上げます。

引用文献

- 石井弘樹（2009年）、テニスレベルアップマスター、新星出版
- 板橋マリオ、蝶間林利男、新井健之（1999年）、テニスにおけるスプリットステップのタイミング、日本体育学会 50:486
- 宇津亮太、進矢正宏、小田伸午（2008年）、選択反応移動動作に対する予備ホップの効果ーテニススプリットステップの最適なタイミングに迫るー、日本体育学会予稿集 59:144
- 川延尚弘（2014年）、わかりやすいテニスのルール、成美堂出版
- 津田恵実、岡子浩二（2011年）、レベルの異なるテニスマッチで利用されるスプリットステップの種類と使用頻度の特徴、日本体育学会大会予稿集 62:215
- 徳田寛子、浅沼道成（2000年）、テニスの準備動作についてー特にスプリットステップを中心としてー、テニスの科学 8:34-35
- 松田達雄、名倉武雄、尾崎正大、桐山善守、中村俊康、松本秀男、戸山芳昭（2005年）、テニスのフットワークの動作解析、日本臨床バイオメカニクス学会誌 26:363-367

