

# ジャパントップリーグに所属するラグビー選手における スプリントスタート変数と筋機能の関係

菅野昌明<sup>1,2</sup>、濱田和樹<sup>3</sup>、長谷川 裕<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 愛知学院大学 心身科学部 健康科学科、<sup>2</sup> 東海学園大学 スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科、  
<sup>3</sup> スマートシステムストレングス、<sup>4</sup> 龍谷大学スポーツサイエンスコース

## Relationship between sprint start variables and muscle function of lower extremities for rugby players in a Japan Top League club

Masaaki Kanno<sup>1,2</sup>, Kazuki Hamada<sup>3</sup> and Hiroshi Hasegawa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Psychological and Physical Science, Department of Health Science, Aichi Gakuin University,  
<sup>2</sup>Department of Sport and Health Science, School of Sport and Health Science, Tokai Gakuen University,  
<sup>3</sup>Smart System Strength,  
<sup>4</sup>Laboratory of Sports Science, Ryukoku University

### Abstract

The purpose of this study was to clarify relationship between sprint start variables which seemed to be affecting explosive acceleration ability and the muscle function of lower extremities. 25 male rugby players of a team which belonged to the Japan top league club performed 5m sprint start, barbell squat, squat jump and rebound jump test. Average step velocity from the 1<sup>st</sup> to 4<sup>th</sup> step (V1-4Step) which play important role in explosive acceleration ability in sprint start was analyzed. Step length, flight time, and contact time showed significant correlations with V1-4Step, however, there was no significant relationship between V1-4Step and step frequency. V1-4Step showed significant correlations with body mass ratio of jump squat power for 20 kg, 30%1RM, 60%1RM, 80%1RM, respectively, and rebound jump index. Comparing the difference of sprint variables and the muscle functions of the lower extremities between the higher ranked group and lower rank group divided by the V1-4Step, higher ranked group showed significantly larger step length, flight time, body mass ratio of the power for 20kg and 60%1RM, and rebound jump index. There were insignificant but very large difference in the contact time, and the body mass ratio of the power for the 30% and 80%1RM, higher ranked group showed shorter contact time and higher body mass ratio of the power. From these results, to achieve shorter contact time while increasing a step length appeared to be important to improve V1-4Step. In addition, it seemed to be necessary to increase body mass ratio of the power for the loads ranged from light to heavy, and improve reactive leg strength performed in stretch shortening cycle muscle activities.

**Keywords:** 1-4Step sprint, jump squat power, step length, step frequency, reactive leg strength

### 要約

本研究の目的は、国内最高峰のラグビートップリーグに所属するチームの男子ラグビー選手25名を対象に、爆発的な加速能力に重要な役割を果たすと考えられる1-4Step区間のスプリントスタート能力の向上のための、スプリント変数や下肢筋機能との関連性を明らかにすることであった。

その結果、1-4Step区間のスプリント走速度とステップ長、滞空時間、接地時間との間に有意な相関関係が認められたが、ステップ頻度との間には有意な相関関係は認められなかった。下肢筋機能では、20kg、30%1RM、60%1RM、80%1RMに対するジャンプ・スクワット・パワーの体重比、およびリバウンドジャンプ指数との間に有意な相関関係が認められた。

また、1-4Step区間のスプリント走速度で区分した上位群と下位群とのスプリント変数と下肢筋機能の違いを比較した結果、スプリント変数ではステップ長、滞空時間が、下肢筋機能では20kg、および60%1RMのジャンプ・スクワット・パワー体重比、リバウンドジャンプ指数において上位群が有意に大きい値を示した。さらに、接地時間と30%1RMおよび80%1RMに対するジャンプ・スクワット・パワーの体重比において有意ではないが大きな差が示され、上位群が下位群よりも接地時間が短くジャンプ・スクワット・パワーでは高値を示した。

これらの結果から、1-4Stepスプリント走速度の向上には、ステップ長を高めつつも、短い接地時間を達成することが重要であると考えられた。また、1-4Stepスプリント走速度を改善するためには、軽負荷から高負荷領域までの下肢伸展パワーを増大することや、ストレッチ・ショートニング・サイクル筋活動で行われる下肢反応筋力能力を改善することが必要であると考えられた。

キーワード:1-4ステップ区間スプリント走、ジャンプ・スクワット・パワー、ステップ長、ステップ頻度、下肢反応筋力

Corresponding Author: Masaaki Kanno  
Email: m-sports@m5.gyao.ne.jp

責任著者: 菅野昌明  
Email: m-sports@m5.gyao.ne.jp

## I. 緒言

身体を水平方向に素早く移動する動作であるスプリント走は、距離や方向や速度等は異なるものの、多くの競技スポーツの成績に影響を及ぼす能力のひとつである<sup>6)</sup>。この能力によってパフォーマンスが決定される代表的な競技は陸上競技の短距離走であるため、トレーニング指導者向けのストレングス&コンディショニングの指導書においても、陸上競技の短距離走を例とした説明がなされている<sup>21)</sup>。陸上競技の短距離走では、走行速度の変化や距離に基づいて走行局面が分類され、一般的にスタート時から走速度が顕著に変化する区間を加速局面、その後最大スピードに到達する区間を中間疾走局面、あるいは最大スピード局面、スピードが減速する区間を減速局面と区分されている<sup>4)</sup>。このようにスプリント走局面を区分する理由は、走局面によって必要な技術・体力要因が異なるためであり<sup>1,23,24)</sup>、球技系スポーツ選手のパフォーマンスに重要であると考えられている10m以内の距離では、ピッチの急激な増大とストライドの増大を図るための技術的な課題として爆発的な力発揮、体幹前傾、支持脚伸展が重要であることが示されている<sup>23)</sup>。また、体力要因では、股関節、膝関節、足関節の伸展力や最大筋力が必要であること<sup>1)</sup>や、体重に対する相対的な下肢筋力が重要であることが示されている<sup>24)</sup>。

しかし、多くの球技系スポーツでは陸上短距離よりも短い距離でのスプリント走が行われているため、陸上競技の短距離とはやや異なる能力が必要であると思われる。Cometti et al.<sup>3)</sup>は、エリートサッカー選手とアマチュアサッカー選手との間に30mスプリント走時間には有意差は認められなかったが、10mスプリント走時間では有意差が認められたことから、10m以内の短距離スプリント走スピードがサッカー選手にとっては特に重要なフィジカル要素であることを報告している。また、篠原ら<sup>22)</sup>は、陸上競技で最も短い100m走でもレース終盤に減速がみられることから、陸上競技の選手はレース全体を踏まえて速度を上げる工夫をしているのに対して、球技系スポーツ選手ではより短時間に最大スプリントスピードに到達する必要があるため、陸上短距離選手と比べて疾走開始直後の加速量が大きいことを示唆している。これらの報告から球技系スポーツ選手には静止状態、あるいは低速での移動状態から5~10m以内の距離での爆発的な加速能力が重要であると考えられる<sup>7)</sup>。しかしながら筆者らの知る限り、これまで10mや30mといった距離を基準としたスプリント走と体力の関連性の検討は行われているが<sup>2,16,24)</sup>、これよりもさらに短い距離のスプリント走と体力との関連性を検討した研究は見当たらない。一方、長谷川<sup>11)</sup>は、これまでのスプリント走研究の多くが距離を基準としていることに対して、実際の競技場面では1歩毎に速度や走行距離が変化するため、歩数を基準とした測定や分析の重要性を示唆している。したがって、一般的に普及している陸上競技短距離種目に関する知見だけでなく、球技系スポーツ特有の短距離スプリント走に必要な要因について歩数を基準として検討する必要があると思われる。そこで本研究は、静止姿勢からのスタートスプリント速度と歩数を基準としたステップ長やピッチなどの変数や下肢の筋機能との関連性を明らかにすることを目的とした。

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者は、ジャパンラグビートップリーグのチームに所属する男性ラグビー選手25名（年齢：25.5±2.6歳、身長：178.2±0.1cm、体重：93.3±11.2kg）とした。本研究はヘルシンキ宣言に基づく倫理的原則および人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に従い実施され、対象者には事前に実験内容を十分に説明し、書面にて実験協力の同意を得た。

### 2. 測定項目および測定方法

#### 1) スプリント変数

屋内体育館に10mの走行路を設けて、地上0.003mの高さに0.01mの間隔で光センサーが配列された光学式パフォーマンス分析装置（OPTO JUMP NEXT：MICROGATE社製）をスタートラインから5mまで設置しスプリント走速度、ステップ長、ステップ頻度、滞空時間、接地時間のスプリント変数を計測した。その結果、設置区間（5m以内）に最小4ステップ計測できたため、本研究では第1ステップから第4ステップ（1-4Step）区間のスプリント走速度、走行距離、ステップ長、ステップ頻度、滞空時間、接地時間の平均値を算出し分析した。対象者は室内専用シューズを履き、スタートライン上に左右いずれかのつま先を揃えた前後開脚の立位姿勢で静止し、自発的スタートから最大努力による10mスプリントを実施した。2回実施して1-4Step区間のスプリント走の最大速度が得られた試技の各変数を分析した。なお、スタート時に反動動作などの予備動作が行われた際にはスプリント走速度が増加してしまうため、反動動作が認められた際には再試技を実施するように指示した。

#### 2) 下肢筋機能

##### ① 下肢筋力

下肢筋力はバーベルスクワットの最大挙上重量（1RM）を計測した。スクワット1RMは、バーベルを僧帽筋上部に担ぎ両足を肩幅か肩幅よりもやや広いスタンスに開いた姿勢で構え、大腿部上面が床面と並行になる位置までしゃがみ込み、開始姿勢まで挙上できた重量を計測した。また、測定値を体重で除した相対値（体重比）を算出した。

##### ② 下肢伸展パワー

下肢伸展パワーは、20kg、およびスクワット1RMの30%、60%、80%の負荷で行うジャンプ・スクワットの平均パワー（Watt）を、リニアポジショントランスジューサー（フィットロダイン：FiTRONiCs, r.o社製）を用いて測定した。ジャンプ・スクワットは、バーベルを僧帽筋上部に担ぎ両足を肩幅か肩幅よりもやや広いスタンスに広げて、任意の深さまでしゃがみ込んだ姿勢で約1秒間静止させ、開始の合図で最大努力の跳躍動作を行うように指示した。バーベルの右側にリニアポジショントランスジューサーのケーブルの先端部分を取り付け、下肢屈曲姿勢から跳躍動作時までの間にケーブルが鉛直方向に引き出されるようにケーブル導出部の位置を調整して測定を行った。各試技は3回行い、最大の値を採用し、体重で除した相対値（パワー体重比）を算出した。

③下肢反応筋力

対象者は、マットスイッチ方式による垂直跳測定装置（フィットロジャンパー：FiTRONiCs.r.o社製）のマットの上に両脚で立ち、両手を左右の腰に置き、両足を腰幅程度に広げて、膝関節を若干屈曲させた姿勢で構え、開始の合図で5回連続の跳躍動作（リバウンドジャンプ）を行った。対象者には、接地時に下肢関節が大きく屈曲しないようにしてできるだけ短い接地時間でできるだけ高い跳躍高を達成するように指示した。各ジャンプにおける跳躍高（cm）を接地時間（秒）で除したリバウンドジャンプ指数を算出し、5回跳躍時の上位3回の平均値を求めた。試技は2回行い大きいほうの値を採用した。

3. 統計解析

1-4Step区間のスプリント走速度とその各変数および下肢筋機能との関連性を分析するためにピアソンの積率相関係数を用いた。また、スプリント走速度上位群と下位群とを比較するために、対象者の1-4Step区間の走速度の中央値で速度上位群と速度下位群に2分し、両群の走速度および各変数、ならびに下肢筋機能それぞれの比較を、対応のないt検定を用いて分析した。なお、各測定項目の差の大きさを示すために効果量（Cohen's *d*）を算出した。効果量を除く統計解析にはSPSS 11.5 J for Windowsを用いて、有意水準は5%未満に設定した。

表1. 1-4 Step区間のスプリント走変数の結果

1-4Step Velocity(m/s)	5.07	±	0.29
Distance(cm)	445.6	±	33.8
Step length(cm)	288.4	±	16.2
Step frequency(spep/s)	4.29	±	0.27
Flight time(s)	0.051	±	0.01
Contact time(s)	0.184	±	0.02

Mean ± SD

表2. 下肢筋機能の結果

SQ1RM (kg/Bwt)	1.73	±	0.21
JSQ20kg Power (Watt/Bwt)	18.2	±	2.11
JSQ30% Power (Watt/Bwt)	19.0	±	1.90
JSQ60% Power (Watt/Bwt)	18.2	±	2.03
JSQ80% Power (Watt/Bwt)	16.5	±	2.15
RJ index(cm/s)	3.948	±	0.43

Mean ± SD

III. 結果

1. スプリント走の各変数と下肢筋機能の結果、および関連性

表1、2に1-4Step区間のスプリント変数、および下肢筋機能の結果を示した。スプリント変数においては、1-4Step区間のスプリント走速度と走行距離、ステップ長、滞空時間、接地時間との間にそれぞれ有意な相関関係が認められたが、ステップ頻度との間には有意な相関関係は認められなかった（図1）。また、1-4Step区間の走行距離とステップ長、および接地時間とステップ頻度との間には有意な相関関係が認められたが、1-4Step区間のステップ長と滞空時間との間には有意な相関関係は認められなかった（図2）。

1-4Step区間のスプリント走速度と下肢筋機能との関連性については、20kg、30%1RM、60%1RM、80%1RMに対するジャンプ・スクワット・パワーの体重比、およびリバウンドジャンプ指数との間に有意な正の相関関係が認められた（表3）。

2. スプリント走速度上位群と下位群との比較

スプリント走速度の上位群と下位群とのスプリント変数と下肢筋機能の違いを検討するために1-4Step区間のスプリント走速度の中央値で速度上位群、および速度下位群に振り分けて分析した。その結果、スプリント変数については、走速度、走行距離、ステップ長、滞空時間が、下肢筋機能については、20kg、および60%1RMに対するジャンプ・スクワット・パワー体重比、リバウンドジャンプ指数に有意差が認められ、速度上位群が高値を示した。また、接地時間、30%1RM、および80%1RMジャンプ・スクワット・パワー体重比では有意差は認められなかったが、サンプル数に影響を受けない両群の差の大きさを示す効果量は、速度上位群が下位群よりも短い接地時間を示し他の測定項目では高い値が示された（表4）。しかし、スクワット1RM体重比には、速度上位群と下位群との間に有意差は認められなかった（表5）。

IV. 考察

1. スプリント変数との関連性および比較

スプリント走速度は、ステップ長とステップ頻度という異なる相互の要因に影響を受けることが知られており、Dillman<sup>5)</sup>は個人にとって最も望ましいストライド長とストライド頻度の関係が重要であることを示唆している。しかし、岩竹ら<sup>16)</sup>は、60m走の0-10m区間から10-20m区間にかけての加速局面における疾走速度の増加は、主にステップ長の増加によるものであることを示し、小林ら<sup>19)</sup>も一流短距離選手のスタートから走速度が最高速度に到達する加速局面までの分析の結果、ストライドの変化量は疾走速度と同様で、1-3ステップが最も大きく、ステップの増加に伴い減少したことから、スプリント走の加速局面における疾走速度の増加はピッチの増加ではなく、ストライドの増加が影響することを明らかにしている。本研究では1-4Step区間のスプリント走速度と走行距離、ステップ長、滞空時間、接地時間との間に有意な相関関係が認められたが、ステップ頻度との間には有意な相関関係は認められなかった（図1）。また、スプリント走速度の上位群と下位群で比較した結果、走行距離、ステップ長、滞空時間に有意差が認められた（表4）。したがって、1-4Step区間のスプリント走において

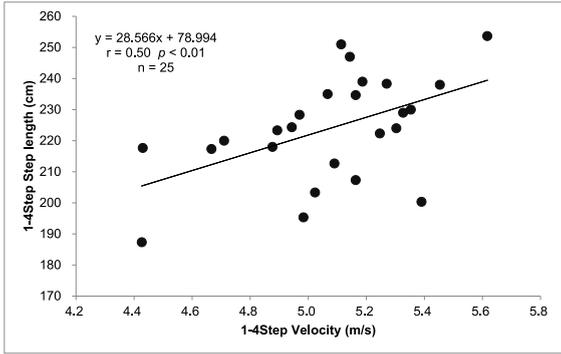


図1a. 1-4Step区間のスプリント走速度とステップ長との関係

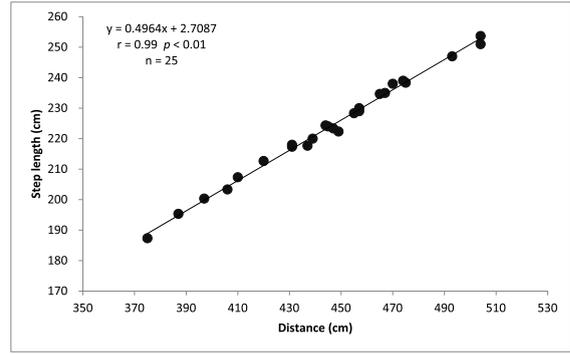


図2a. 1-4Step区間の走行距離とステップ長との関係

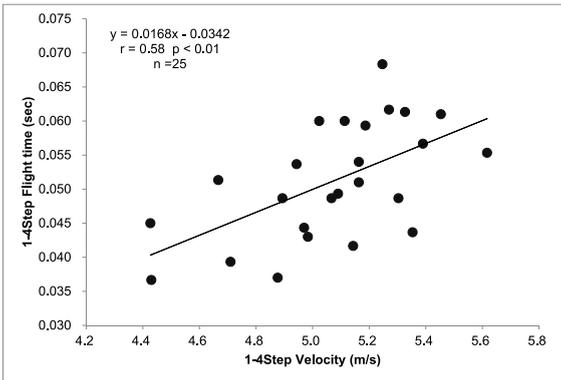


図1b. 1-4Step区間のスプリント走速度と滞空時間との関係

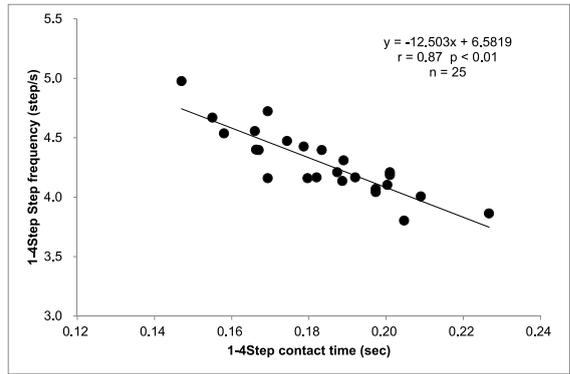


図2b. 1-4Step区間の接地時間とステップ頻度との関係

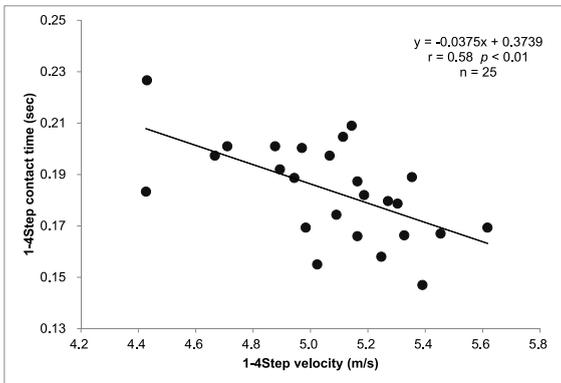


図1c. 1-4Step区間のスプリント走速度と接地時間との関係

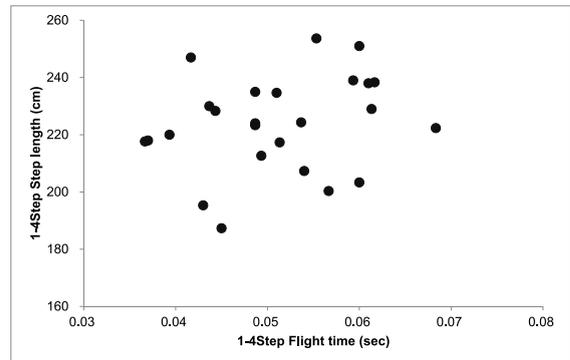


図2c. 1-4Step区間の滞空時間とステップ長との関係

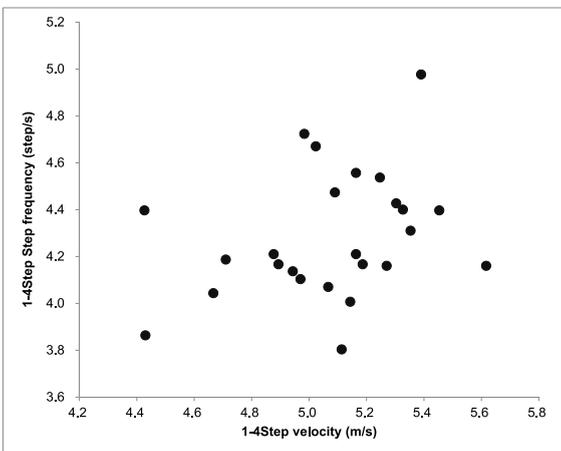


図1d. 1-4Step区間のスプリント走速度とステップ頻度との関係

もステップ長を増加させることがスプリント走速度に影響を及ぼすと考えられる。

このようなスプリント速度の増加にステップ長の増加が影響を及ぼしていることは、接地時における短縮性筋活動の力積の大きさが関連していることが示唆されており<sup>13)</sup>、スプリント走速は接地時の力積によって決定され<sup>14)</sup>、10mスプリント走においても接地時の力積との間に有意な相関関係が認められている<sup>18)</sup>。本研究において1-4Step区間のスプリント走速度とステップ長との間に有意な相関関係が認められたことから、ステップ長を増加させるために接地時の力積を増大させスプリント走速度を高めたと考えられる。一般的にストライド長を増加させることは、接地時の減速局面が増大するために好ましくないと考えられている。しかし、プライオメトリクスなどのトレーニングによって下肢の伸張-短縮サイクル

表3. 1-4Step区間のスプリント走速度と下肢筋機能との相関関係

	1-4Step Velocity	SQ 1RM	JSQ 20kg	JSQ 30%	JSQ 60%	JSQ 80%	RJ Index
1-4Step Velocity	1						
SQ 1RM	0.261	1					
JSQ 20kg	.757(**)	.397(*)	1				
JSQ 30%	.673(**)	.475(*)	.912(**)	1			
JSQ 60%	.614(**)	.480(*)	.714(**)	.765(**)	1		
JSQ 80%	.495(*)	0.386	.450(*)	.527(**)	.866(**)	1	
RJ Index	.456(*)	-0.293	.438(*)	0.351	0.231	0.215	1

\*\*  $p < 0.01$  \*  $p < 0.05$

表4. 1-4Step区間のスプリント速度の上位群と下位群のスプリント変数の比較

	Fast Group	Slow Group	$p$ value	Cohen's $d$
1-4Step Velocity(m/s)	5.29 ± 0.14	4.84 ± 0.23	0.01 **	F>S 2.45
Distance(cm)	461.5 ± 32.0	428.3 ± 27.2	0.01 **	F>S 1.16
Step length(cm)	231.9 ± 15.7	215.2 ± 13.7	0.01 **	F>S 1.17
Step frequency(spep/s)	4.32 ± 0.29	4.25 ± 0.26	0.57	0.24
Flight time(s)	0.06 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.01 **	F>S 1.30
Contact time(s)	0.18 ± 0.02	0.19 ± 0.02	0.08	0.77
Mean ± SD			** $p < 0.01$ * $p < 0.05$	

表5. 1-4Step区間のスプリント速度の上位群と下位群の下肢筋機能の比較

	Fast Group	Slow Group	$p$ value	Cohen's $d$
SQ1RM (kg/Bwt)	1.79 ± 0.24	1.67 ± 0.17	0.17	0.59
JSQ20kg Power (Watt/Bwt)	19.2 ± 2.32	17.0 ± 1.00	0.01 **	F>S 1.27
JSQ30% Power (Watt/Bwt)	19.7 ± 2.11	18.3 ± 1.38	0.06	F>S 0.81
JSQ60% Power (Watt/Bwt)	19.1 ± 2.09	17.3 ± 1.56	0.05 *	F>S 1.01
JSQ80% Power (Watt/Bwt)	17.3 ± 2.10	15.7 ± 1.95	0.06	F>S 0.83
RJ index (cm/s)	3.948 ± 0.43	3.41 ± 0.40	0.01 **	F>S 1.37
Mean ± SD			** $p < 0.01$ * $p < 0.05$	

(stretch - shortening cycle : SSC) 筋活動能力が改善されれば、足が接地した際の鉛直方向の地面反力が接地前半から中盤以降まで増大して、足部の接地点上を重心が通過した後に、身体を前方へと回転されるトルクが増加しストライド長が増加した際の減速が抑制されることが示唆されている<sup>25)</sup>。本研究の対象者は、SSC筋活動能力の向上を目的とした下肢プライオメトリクスを長期間実施していることから、ステップ長が増加した場合においても、減速せずにスプリント走速度を高められたと考えられる。また、本研究では走行距離とステップ長との間に有意に強い相関関係が示されたことから (図1)、1-4Step 区間のスプリント走においてはステップ長を増加させることは、素早く目的地に到達できるテクニックである可能性が示唆された。

一方で、ステップ長の増加には滞空時間が影響を及ぼすと思われるが、本研究ではステップ長と滞空時間との間には有意な相関関係は認められなかったことから (図2)、滞空時間に大きな影響を与えると考えられる高さ (鉛直成分) をやや制限してステップ長 (水平成分) を伸ばすテクニックを用いることが必要であるとされる。これに対して、1-4Step区間のスプリント走速度と

接地時間との間には有意な負の相関関係が認められ (図2)、スプリント速度上位群と下位群の比較において、速度上位群のほうがより短い接地時間を示した (表4)。陸上短距離の加速局面においては最高疾走速度の高い選手ほど、短い接地時間により大きな水平成分の推進力を獲得し<sup>8)</sup>、スプリント走速度が速い選手は短時間内に足の接地後に減速と加速が行われていることが報告されている<sup>14)</sup>。したがって、1-4Step区間のスプリント走では、ステップ長を高めつつも、短い接地時間を達成するテクニックを習得することが重要である。また、本研究では1-4Step区間のスプリント走速度とステップ頻度との間に有意な相関関係は認められなかったが、ステップ頻度と接地時間との間に有意な負の相関関係が認められたことから、短い接地時間はスプリント走の多くの区間に関連するステップ頻度の増加にも影響を及ぼすことが示唆された。

## 2. 下肢筋機能との関連性および比較

本研究では、1-4Step区間のスプリント走速度と20kg、30%1RM、60%1RM、80%1RMに対するジャンプ・スクワット・パワー体重比、およびリバウンドジャンプ指数との間に有意な正の相関関係が認められた (表3)。また、スプリント速度上位群および下位群の比較においても、20kg、および60%1RMに対するジャンプ・スクワット・パワー体重比、リバウンドジャンプ指数に有意差が認められ、速度上位群が高値を示した (表5)。30%1RM、および80%1RMに対するジャンプ・スクワット・パワー体重比では大きな効果量を示し、いずれも速度上位群が下位群よりも高い値であった (表5)。しかし、スクワット1RM体重比との間には有意な相関関係が認められず (表3)、速度上位群と下位群の間にも有意差は認められなかった (表5)。

静止状態からのスプリント走では、動きだす際に体重による慣性に打ち勝つ必要があるため、5m前後の距離のスプリント走では体重に対する相対的な下肢筋力が重要であることが示されている<sup>24)</sup>。しかし、本研究ではスクワット1RM体重比よりもジャンプ・スクワット・パワー体重比の方が1-4Step区間のスプリント走速度に関連していることが示された。Baker and Nance<sup>2)</sup>は、プロラグビー選手においては、10mおよび40mスプリント走は軽負荷 (40kg) から高負荷 (100kg) までのジャンプ・スクワット・パワー体重比との間に有意な相関関係が認められたものの、スクワット3RMは40mスプリント走においてのみ有意な相関関係が認めらることを報告している。また、McBride et al.<sup>20)</sup>は、30%1RMと80%1RMの負荷で行うジャンプ・スクワット・トレーニングを比較し、スクワット1RMは両群とも有意に向上したものの、20mスプリント走のタイムは30%1RM群が短縮傾向を示したが、80%1RM群では遅くなってしまったことを報告している。これに対して、Harris et al.<sup>10)</sup>は、高負荷 (80~85%1RM) あるいは低負荷 (30%) を単独で行うトレーニング群よりも、低負荷と高負荷の混合負荷で行うコンビネーション・トレーニング群の方が、筋力、パワー、スピード、ジャンプなど幅広いパフォーマンス変数の改善に最も効果的であることを示唆している。したがって、1-4Step区間のスプリント走のように静止した身体を爆発的に加速するためには、一般的に重要と考えられている下肢の相対的最大筋力よりも、体重当たりの低負荷

から高負荷までの複合領域の下肢伸展パワーを改善することが、より重要であると考えられる。

本研究では、1-4Step区間のスプリント走速度と軽負荷から高負荷までのジャンプ・スクワット・パワーとの相関関係に加えて、リバウンドジャンプ指数との間においても有意な正の相関関係が認められ(表3)、またいずれの項目においても速度上位群が高値を示した(表5)。静止姿勢からのスタートダッシュでは、股関節伸展と足関節底屈トルクやパワーが特に重要であることが報告され<sup>9,15)</sup>は、大きな股関節伸展および膝関節伸展トルクを発揮することが10m地点のスプリント走速度の獲得につながることを示唆している。したがって、1-4Step区間のスプリント走速度の向上にもジャンプ・スクワットに見られるような股関節・膝関節爆発的伸展能力が関与していると考えられる。また、本研究では下肢の爆発的な伸展能力に加えて下肢のSSC筋活動能力の評価指標として用いられているリバウンドジャンプ指数<sup>12)</sup>とスプリント走速度との間に相関関係が認められた。伊藤ら<sup>15)</sup>は、スタートダッシュにおける下肢諸筋群の筋活動様式について、足関節底屈動作に活動するヒラメ筋はSSC筋活動であることを報告している。岩竹ら<sup>16)</sup>は、10m区間においてもスプリント走速度において下肢のSSC筋活動による発揮パワーが重要であることを示している。また、荻山ら<sup>17)</sup>は、両足のリバウンドジャンプにおいて、足関節における関節トルクやパワーが股関節や膝関節よりも大きいことを報告している。以上のことから、本研究で行ったリバウンドジャンプの結果は、スプリント走における足関節のSSC筋活動能力を捉えた測定項目であり、1-4Step区間のスプリント走速度の向上に、SSC筋活動による足関節底屈動作の重要性を示唆するものである。

## V. トレーニング現場への提言

多くの球技系スポーツは様々な種類のスプリント走が行われ、その中で静止姿勢から爆発的に身体を移動する5m前後のスプリント走はラグビー、アメリカンフットボール、サッカーなどの競技で数多く見られる種類のスプリント走である。また、スプリント走速度は足の接地時の力積が影響を及ぼし、力積が増加することによってステップ長が増大すると考えられる。したがって、1-4Step区間のスプリント走速度の向上には、スタートからの急激なピッチの増加よりもステップ長の増加を意識することが必要であり、さらにステップ長を高めつつも、短い接地時間を達成することが重要であると考えられる。また、ステップ長を増大する際には、鉛直方向の高さをやや制限してステップ長を伸ばす必要があることから、スプリント走のテクニックにおいても、これらの点を意識したトレーニングやトレーニング方法を検討することが必要である。

一方で、下肢筋機能に関しては、低負荷から高負荷までの下肢の爆発的伸展パワーの体重比、および反応下肢筋力が1-4Step区間のスプリント走速度に関連していた。下肢の爆発的伸展能力の養成には、クイックリフトやジャンプ・スクワットなどのトレーニングが有効であり、低負荷領域から高負荷領域まで設定する条件で実施することが必要であるため、単独の負荷領域よりも複合的な負荷領域でトレーニングを実施した方が、1-4Step区間のスプリント走速度を向上させる可能性がある。

また、スプリント走速度に影響を及ぼす股関節、膝関節の伸

展に関与する筋群はコンセントリック筋活動であるのに対して足関節はストレッチ・ショートニング・サイクル筋活動であるため<sup>15)</sup>、クイックリフトやジャンプ・スクワットはコンセントリック筋活動を強調して行い、足関節の活動を中心としたリバウンドジャンプ様式のプライオメトリクスは、ストレッチ・ショートニング・サイクル筋活動で行う必要があると考えられる。

## 文献

- 1) 安部孝, 深代千之: ある仮説: スプリント走における各局面の主要体力要素の研究. バイオメカニクス研究, 2:316-317, 1998
- 2) Baker D and Nance S: The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. J Strength Cond Res, 13:230-235, 1999
- 3) Cometti G, Maffiuletti NA, Pousson M, Chatard JC, Maffulli N: Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. Int J Sports Med, 22:45-51, 2001
- 4) Delecluse CH, Van Coppenolle H, Willems E, VanLeemputte M, Diels R, Goris M: Influence of high resistance and high velocity training on sprint performance. Med Sci Sports Exerc, 27:1203-1209, 1995
- 5) Dillman CJ: Kinematic analyses of running. Exerc Sport Sci Rev, 3:193-218, 1975
- 6) Dintiman, GB, Ward B, Tellez T: Sports Speed 3rd ed. Human Kinetics, Chicago, Illinois, 1-5, 2003
- 7) Ebben WP, Davies JA, Clewien RW: Effect of the degree of hill slope on acute downhill running velocity and acceleration. J Strength Cond Res, 22: 898-902, 2008
- 8) 福田厚治, 伊藤 章: 最高疾走速度と接地期の身体重心の水平速度の減速・加速: 接地による減速を減らすことで最高疾走速度は高められるか. 体育学研究, 49:29-39, 2004
- 9) 羽田雄一, 阿江通良, 榎本靖士, 法元康二, 藤井範久: 100m走における疾走スピードと下肢関節のキネティクスの変化. バイオメカニクス研究, 7:193-205, 2003
- 10) Harris GR, Stone MH, O' Bryant HS, Proulx CM, Johnson RL: Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. J Strength Cond Res, 14:14-20, 2000
- 11) 長谷川裕: スプリントスピード強化のトレーニングとタイム計測テクノロジーの活用. JATI EXPRESS, 34:10-12, 2013
- 12) 長谷川裕: 4章, トレーニング効果の測定と評価, トレーニング指導者テキスト実践編, 日本トレーニング指導者協会編改定版, 大修館書店, 東京, 204-215, 2014.
- 13) HunterJP, Marshall RN, McNair PJ: Interaction of step length and step rate during sprint running. Med Sci Sports Exerc, 36:261-271, 2004
- 14) 伊藤 章: 1編2, 走, スポーツバイオメカニクスの実践, スポーツバイオメカニクス, 深代千之, 桜井伸二, 平野裕一, 阿江通良, 朝倉書店, 東京, 13-18, 2006
- 15) 伊藤章, 齊藤昌久, 淵本隆文: スタートダッシュにおける下肢関節のピークトルクとピークパワー, および筋放電パターンの変化. 体育学研究, 42:71-83, 1997
- 16) 岩竹淳, 鈴木朋美, 中村夏実, 小田宏行, 永澤健, 岩壁達男: 陸上競技選手のリバウンドジャンプにおける発揮パワーとスプリントパフォーマンスとの関係. 体育学研究, 47:253-261, 2002
- 17) 荻山靖, 藤井宏明, 森健一, 関子浩二: 片脚および両脚リバウンドジャンプにおける3次元的な力発揮特性の相違. 体育学研究, 58:91-109, 2013
- 18) Kawamori N, Nosaka K, Newton RU: Relationships between ground reaction impulse and sprint acceleration performance in team-sport athletes. J Strength Cond Res, 27:568-573, 2013

- 19) 小林 海, 土江寛裕, 松尾彰文, 彼末一之, 磯 繁雄, 矢内利政, 金久博昭, 福永哲夫, 川上泰雄 : スプリント走の加速局面における一流短距離選手のキネティクスに関する研究. スポーツ科学研究, 6:119-130, 2009
- 20) McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, Newton RU : The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. J Strength Cond Res, 16:75-82, 2002
- 21) Plisk SS : Speed, Agility, and Speed-Endurance development. Essentials Strength Training and Conditioning 3<sup>rd</sup>ed, Human Kinetics, Chicago, Illinois, 459-484, 2008
- 22) 篠原康男, 曾谷英之, 前田正登 : 疾走速度曲線からみた球技系スポーツ選手の加速局面に関する研究. トレーニング科学, 24:151-160, 2012
- 23) 谷川聡, 渡邊信晃, 遠藤俊典 : スプリント&ハードル. スプリントトレーニング. 宮下憲, 陸上競技社, 東京, 23-32, 2013
- 24) Young W, Benton D, Duthie G, Pryor J : Resistance training for short sprints and maximum-speed sprints. Strength and Conditioning, 23:7-13, 2001
- 25) 関子浩二, 永原隆, 石井泰光 : スプリントパフォーマンスの向上に対するプライオメトリクスの可能性. スプリント研究, 71:21-31, 2007