

短距離走競技者における準備期から試合期にかけての スプリント走パフォーマンスの発達過程に関する研究

内藤 景¹⁾ 谷川 聡²⁾

I. 緒 言

短距離走競技者のスプリント走パフォーマンス（以下、疾走能力）の縦断的变化に関する研究は、事例報告を中心に行われている（新井ほか，2004；土江，2009）。これらの研究のほとんどは、疾走速度が定常状態となった40mから60m付近の最大速度局面のピッチ、ストライド、疾走動作を分析対象としており、疾走能力の縦断的变化について加速局面と最大速度局面の両局面を対象とした研究は極めて少ない。100m走のゴールタイムは最大疾走速度によって決定されるが（Gajer et al., 1999）、最大疾走速度は加速局面の結果であるため（Schiffer, 2009）、スタートから最大疾走速度に到達するまでの加速局面の分析を含んだ縦断的研究が重要であると考えられる。

これまでの縦断的研究は複数年の試合期における疾走能力を検証し、自己ベスト記録を達成することに対する有益な知見を提示してきた。しかしコーチと競技者は、試合期で最大限のパフォーマンスを達成することを目的に準備期を含めた年間のトレーニング計画を立案していることを考慮すると、試合期だけでなく準備期のパフォーマンスも検証し、試合期で高いパフォーマンスを達成した競技者の特徴を明らかにすることが必要であろう。

日本の短距離走種目における年間のトレーニング計画は、春と秋の試合期Ⅰ（4～7月）、試合期Ⅱ（8～10月）の2重周期で構成されることが多く、移行期（11月）、一般的準備期（12～1月）、専門的準備期（2～3月）の周期に応じたトレーニング課題を設定し、その課題解決を図ることで競技者の競技達成能力を発達させていく。気候条件やトレーニング課題などの違いから、スプリント走パフォーマンスはトレーニング周期

に応じて変化していくことが推測される。しかしながら、準備期から試合期にかけての疾走能力や、疾走能力と関係性の高い体力的要因の変化を検証した研究は、女子短距離走競技者2名を事例的に検証した新井ほか（2004）のみであり、加速局面を含めた研究は行われていない。そこで本研究の目的は、短距離走を専門とする複数名の競技者における専門的準備期と試合期の疾走能力、疾走と関係性の高い体力的要因の縦断的な変化を検証し、試合期において高い疾走能力へ到達することに影響する要因を明らかにすることであった。

II. 方 法

1. 被検者

被検者は、大学陸上競技部で短距離およびハードル走を専門とする男性9名であった。9名の内、5名が100m走、4名が110mハードル走を専門種目としていた。被検者の身体的特性およびパフォーマンスレベルは、年齢が 21.78 ± 1.48 歳、身長が 1.76 ± 0.03 m、体重が 69.79 ± 4.36 kg、100m走の自己最高記録が 10.94 ± 0.37 秒であった。

2. 測定時期と測定項目

被検者に対して、2013年3月の1週目と、2013年7月および11月の1週目に、以下の(1)～(4)の測定を実施した。なお、3月を専門的準備期（Specific Preparation Period：SPP）、7月および11月を試合期（Competition Period：CP）における被検者の競技達成能力の測定とした。3月の測定までのトレーニングは、2月においてトレーニング量と強度ともに増大し、4月からの試合期に向けてトレーニング量が相対的に減少し、強度が増大する時期に相当した。

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科
Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

2) 筑波大学体育系
Faculty of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba

(1) 疾走能力の測定

スタートブロックを用いたクラウンチングスタートによる60m全力疾走を2本実施した。スタートはピストルの合図に合わせて行った。2本のうち、60mゴールタイムが良い方を分析に用いた。60m走中の10m区間毎の速度、ピッチ、ストライドの変化を算出するため、5m、15m、25m、35m、45m地点に設置されたハイスピードカメラ(Casio社, Ex-F1, 毎秒300コマ, 1/1000秒)にて、被検者をパンニング撮影した。10m毎の通過地点が分かるように、レーン上10m間隔のポイントと35m地点のカメラを結んだ線上にポールを立て、被検者の胴体とポールが重なった時を地点通過とし、ビデオのコマ数から10m区間毎のタイムを算出し、区間平均速度を求めた。区間平均ストライドを算出するため、各区間に要した歩数を求め、区間平均ストライド、平均ピッチを算出した。

(2) 最大脚伸展筋力の測定

脚の筋力を評価するために、膝関節90度のスクワット姿勢による最大脚伸展筋力を測定した。被検者に、肩に担いだ固定式のシャフトを全力で5秒間押し上げさせ、鉛直方向の地面反力を計測した(DKH社, Ex-Jumper, 1000Hz)。収集したデータを0.1秒毎に平均し、地面反力の最大値を体重で除すことで、体重当たりの最大脚伸展筋力(Fmax)を求めた。

(3) 鉛直方向へのジャンプ力の測定

スクワットジャンプ(SJ)およびカウンタームーブメントジャンプ(CMJ)と、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ため連続6回リバウンドジャンプ(RJ)を測定した。いずれの試技も腕の振動動作の影響を排除するため、手を腰に当てた姿勢で行った。SJは膝関節を90度に屈曲させた姿勢から、CMJは立位姿勢から反動動作を用い跳躍動作を行い、RJは立位姿勢からその場で連続跳躍運動を行わせた。いずれの試技も、マットスイッチ(DKH社)上で実施し、SJとCMJは跳躍高を、RJは跳躍高を接地時間で除すことによって算出されるRJ-indexを

求めた。

(4) 下肢の無氣的作業能の測定

電磁ブレーキ式自転車エルゴメータ(コンピウエルネス社, Power Max-V III)を用いて、体重7.5%負荷による30秒間のWingate testを実施した。運動中に発揮したパワーを測定するため、エルゴメータから出力したパワーをADコンバーター及びUSB変換ケーブルを介して、10ms毎にパーソナルコンピューターに入力した。得られたデータを1秒毎に平均し、最高パワー(PP)、平均パワー(MP)を求めた。PP、MPともに体重で除すことによって体重当たりの無氣的作業能を求めた。

さらに上記の(1)-(4)の項目について、SPPからCPの増減率を算出した。

$$\text{増減率}(\%) = \{(CP - SPP) / SPP\} \times 100$$

5. 統計処理

各測定値は、平均値±標準偏差で示した。専門的準備期と試合期の測定値の差の比較には、対応のあるT-検定を用いた。なお、統計的有意性は危険率5%未満とした。

III. 結果及び考察

表1に専門的準備期(SPP)と試合期(CP)における60m走タイムの平均値と、SPPに対するCPの増減率を被検者毎に示した。SPPとCPの60m走タイムには有意差が認められなかった。これは被検者によって、60m走タイムが短縮した者と延長した者が混在していたため、統計的な有意差が認められなかったと考えられた。そのため60m走タイムにおける被検者毎の増減率を基に、被検者を3群に分けSPPからCPへの疾走能力の変化について検討した。走タイム、走速度、ストライド、ピッチの絶対値は、被検者によって大きく異なっていたため、SPPに対するCPの増減率を指標として図1-3に示した。

表1 専門的準備期(SPP)と試合期(CP)における60m走タイムの比較

Groups	Time of 0 - 60m (s)									
	All (n=9)	PI			PM			PD		
Subjects		NT	MS	KY	SS	OA	KS	BK	ST	NS
SPP	7.32±0.19	7.22	7.57	7.35	7.42	7.55	7.37	7.04	7.07	7.28
CP	7.36±0.21	7.08	7.44	7.23	7.42	7.56	7.41	7.12	7.25	7.73
Rate of change from SPP (%)	0.52	-1.99	-1.73	-1.72	-0.09	0.18	0.53	1.08	2.49	6.12

60m走タイムの増減率(表1)をみると、タイムが1%以上短縮したNT, MS, KYの3名(Performance Improvement Group: PI群), $\pm 1\%$ 以内でほとんど変化が認められなかったSS, OA, KSの3名(Performance Maintenance Group: PM群), +1%以上延長したBK, ST, NSの3名(Performance Depression Group: PD群)に分けることができた。したがって、これら3群におけるSPPとCPの比較から、疾走能力が高まった要因及び低下した要因の共通点を検討する。

図1-3に、各群の60m走における10m区間毎の走速度、ストライド、ピッチの増減率を示した(図1: PI群, 図2: PM群, 図3: PD群)。

PI群(図1)においては、全ての区間の走速度が増加している傾向にあったが、特に0-30m区間の走速度の増加が顕著であった(図1-a)。ストライドとピッチは、20m以降のピッチがSPPより増加することで走速度が増加していることが示され(図1-c)、ストライドの変化は小さかった(図1-b)。なお、MSは10-50m

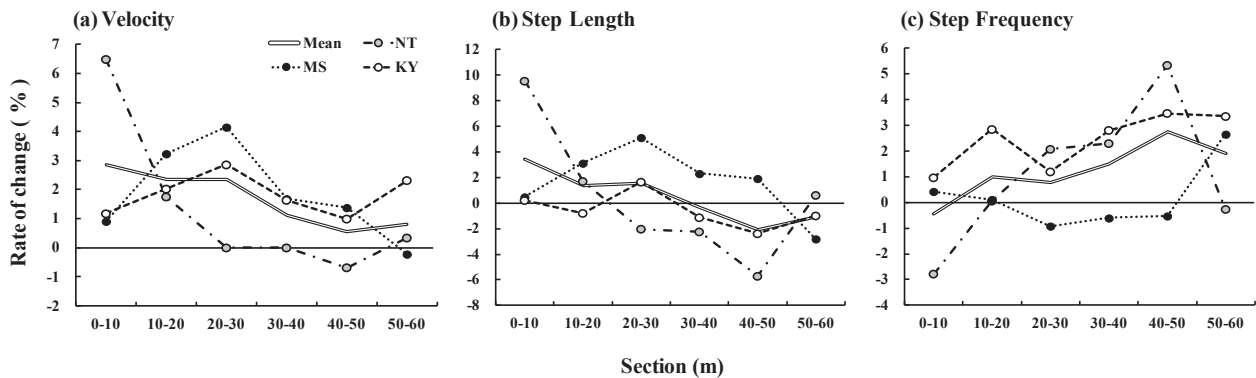


図1 PI群における区間平均速度、ストライド、ピッチの増減率

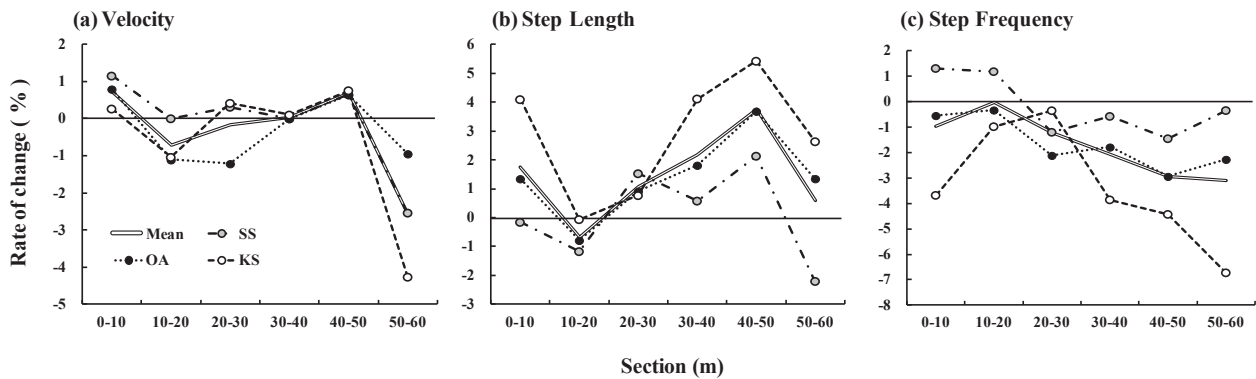


図2 PM群における区間平均速度、ストライド、ピッチの増減率

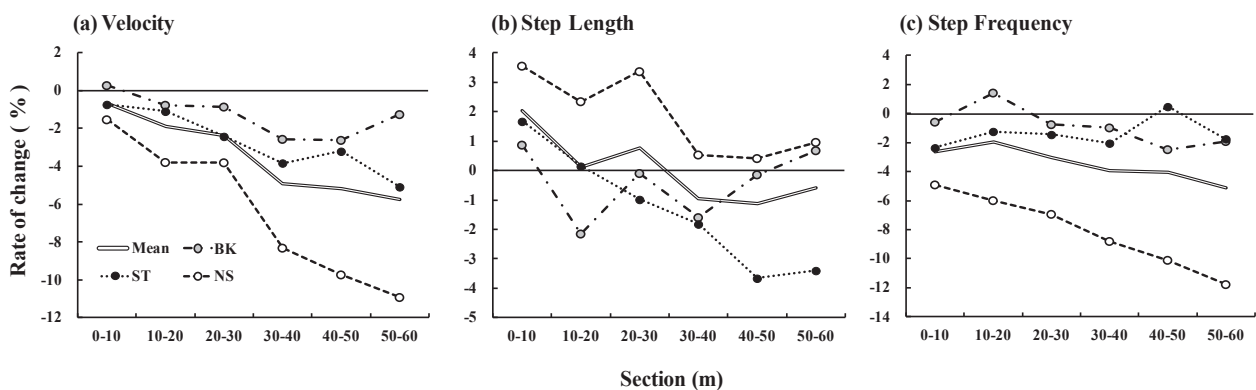


図3 PD群における区間平均速度、ストライド、ピッチの増減率

区間のピッチの変化は小さく、ストライドが増大することで走速度が増加しており、PI群の平均値とは異なる特徴を示す競技者も存在した。以上のことから、SPPからCPへ疾走能力が高まった要因は、主に加速局面における走速度の向上と、加速局面中盤から最大速度に到る局面のピッチの増加であることが示された。

PM群(図2)においては、3名の被検者ともにSPPと比較してCPの50-60m区間の走速度が顕著に低下していたが(図2-a)、その他の区間の走速度はほとんど変化していなかった。ストライドとピッチをみると、いずれの被検者においても20-50m区間のストライドは増加していたが、ピッチは減少していた(図2-b, c)。したがって、CPにおいてSPPより最大速度局面のストライドが増加し、それに伴うピッチの減少が生じてしまうと、試合期において疾走能力を高められない可能性が示された。

PD群(図3)においては、0-10m区間の走速度の低下は比較的小さかったが、20m以降において-2%以上の顕著な低下を示し、NSにおいては極めて大きな低下を示した。ストライドとピッチをみると、3名ともSPPに比べて0-10m区間のストライドが増加した一方で、ピッチが低下し、さらに20m以降のピッチが低下していることが認められた(図3-b, c)。なお、STはピッチの低下だけでなく20m以降のストライドが顕著に低下していた。以上のことから、CPにおいて加速局面初期のストライドの増大によってピッチが高められず、また最大速度局面においてもピッチを高めることができない場合、試合期にて疾走能力の低下を導く可能性が示された。

表2には体重(BW)、相対筋力(Fmax)、SJ、CMJ、RJ、体重当たりの無氣的作業能(PP/BW、MP/BW)のSPPに対するCPの増減率を被検者毎に示した。SPP

とCPの各項目の平均値を比較した結果、統計的有意差が認められた項目はなかった。これは疾走能力と同様に、被検者によってSPPに対するCPの各測定項目の増減が異なっていたためである。試合期にて疾走能力が向上したPI群と、疾走能力が低下したPD群を比較すると、PI群のSJはSPPに比べて増加したが、PD群の3名は低下していた。SJは脚筋の短縮性収縮によって発揮される最大パワーの評価指標として測定が行われ、加速局面の疾走能力と関係性が高いこと(Smirniotou et al., 2008)が報告されており、PI群の加速局面における走速度増加の一つの要因であったと考えられる。しかし、疾走能力と高い関係性にあることが報告されているRJや下肢の無氣的作業能(Kaczkowski et al., 1982; Smirniotou et al., 2008)は、PI群においても試合期に低下した被検者が認められ、全ての体力的要因が専門的準備期より増加したわけではなかった。この理由としては、3月の測定から試合期までの測定の間に行われたトレーニングは、専門種目別に実施されており、また競技者毎の試合スケジュールに応じてトレーニング量や強度の設定が異なっていたことが考えられる。今後は疾走動作に関する検討を行い、ストライドやピッチの変化に影響を及ぼしたと考えられる技術的要因を明らかにすることが必要である。

IV. 結論

本研究の結果から得られた知見は以下の通りである。

- (1) 専門的準備期に対して試合期の疾走能力が向上した競技者の共通点は、加速局面の疾走速度の向上、加速から最大疾走速度に到る局面(20m以降)におけるピッチの増加であった。
- (2) 試合期の疾走能力に変化が認められなかった競技

表2 専門的準備期(SPP)に対する試合期(CP)の体重、脚伸展パワーの増減率

Groups Subjects	Rate of change from SPP (%)									
	All (n=8)	PI			PM			PD		
		NT	MS	KY	SS	OA	KS	BK	ST	NS
BW	-1.25±1.78	1.88	-2.10	0.62	-0.45	-2.85	-	-2.92	-1.47	-2.67
Fmax	4.36±7.53	-1.67	4.05	5.51	18.89	-3.09	-	9.97	4.66	-3.45
SJ	1.24±6.09	2.36	10.58	7.87	4.32	-3.72	-	-1.03	-3.72	-6.71
CMJ	-0.16±7.02	0.55	7.48	4.36	8.93	-10.59	-	0.39	-7.09	-5.29
RJ	-0.97±9.41	-0.11	2.50	-1.35	16.16	-15.72	-	2.16	-10.27	-1.13
PP/BW	0.55±3.54	-4.19	-2.05	0.16	-3.63	2.33	-	2.82	5.35	3.62
MP/BW	0.73±3.86	-8.10	-1.25	2.43	2.96	1.98	-	2.82	1.32	3.65

者の共通点は、最大速度局面のストライドの増大によるピッチの減少であった。

- (3) 試合期の疾走能力が低下した競技者の共通点は、スタート直後のストライドの増大によるピッチの減少と、加速から最大速度局面にかけてのピッチの減少であった。

文 献

- 新井宏昌, 渡邊信晃, 高本恵美, 真鍋芳明, 前村公彦, 岩井浩一, 宮下 憲, 尾縣 貢 (2004) 国内一流スプリンターにおけるトレーニング経過にともなう形態的・体力的要因と疾走動作の変化. 体育学研究, 49 : 335-364.
- Gajer, B., Thepaut-Matieu, C., and Lehenaff, D. (1999) Evolution of stride and amplitude during course of the 100m event in athletics. *New Studies in Athletics*, 14(1) : 43-50.
- Kaczkowski, W., Montgomery, D. L., Taylor, A. W., and Klissouras, V. (1982) The relationship between muscle fiber composition and maximal anaerobic power and capacity. *J. Sports Medicine*, 22: 407-413.
- Shiffier, J. (2009) The sprints. *New Studies in Athletics*, 24(1) : 7-17.
- Smirniotou, A., Katsikas, C., Paradisis, G., Argeitaki, E., Zachariogiannis, E., and Tziortzis, S. (2008) Strength-power parameters as predictors of sprinting performance. *J. Sports Medicine and Physical Fitness*, 48 : 447-454.
- 土江寛裕 (2009) 日本代表スプリンターにおけるレース中のピッチ変化が記録向上に及ぼす影響. *スポーツパフォーマンス研究*, 1 : 169-176.

