

短距離走における疾走速度の特性について

- 初心者を対象として -

内山了治*・塚田修三**

Characteristic of velocity of sprint running
- In male beginner athletes -

Ryouji UCHIYAMA, Syuuzou TSUKADA

This study investigated characteristic of running velocity in sprint running. The subjects were 11 male beginner athletes (15 to 18 yr.). The subjects performed 100m and 30m (approach: 10m) sprint running with maximum effort. Running velocity, stride frequency and stride length were gained from video analysis.

Characteristic of velocity of sprint running were as follows :

1. The statistically significant negative correlation between 100m dash time and maximum running velocity. ($r=-0.97$)
2. In the 100m dash, from start-line to at 30m were acceleration phase, maximum running velocity were appeared at 30-40m, and continuance phase were during about next 20m.
3. Stride length were about same average length, but stride frequency lower than average of high school athlete.

キーワード: 短距離走, 速度曲線, ピッチ, ストライド

1. はじめに

陸上競技の短距離種目における技術のとらえ方は様々であるが、阿部¹⁾は中学・高校生が記録を高めるトレーニングを効果的に進める観点から、最大スピードの技術、レースを構成する技術、戦術の技術の3視点から短距離種目をとらえ、瞬間最大スピードが速いほど良い記録が出せる可能性が高いことを指摘している。競技成績を高めるための技術的要因としては、スタート動作、フィニッシュ動作、加速局面・移行局面・速度維持局面・速度減速局面の走技術、最大速度、さらにはペース配分、作戦などがあげられる。特に100m競技では最大速度の取得が大きな要因となっており³⁾、世界の一流ランナーの100mレース分析や^{2,3)}、最大速度を高めるためのトレーニング方法の研究及び実践例の報告は数多く行われて

いる^{1,2,3,5,9,10)}。しかし、これらは一流競技者を対象としたものが多く、個人差を多分に含んでおり、長期間のトレーニングによってもたらされたその競技者固有の技術であり、初心者が容易に習得できるものではない。

一方、指導場面においては、競技者の技能や体力・運動能力面を考慮し、個人に適した技術を指導することが必要であり、これらを見殺した画一的な指導では競技成績の向上は期待できない。部員数が多い中で、選手個人に応じたコーチングにより成果をあげている例も報告されている^{2,6)}。

また、最大速度でスプリントする能力は、主に100m走のパフォーマンスに決定的な影響を与えるが¹⁾、スプリント種目のみならず、跳躍種目など他種目に対してもそのパフォーマンスの向上に大きく関与する。

これらのことから、本研究は初心者を対象とした

*一般科助教授

**一般科助教授

指導現場において、有効な指導方法や効率的なトレーニング方法を検討するために、100m疾走の区間速度の分析に基づいて、被験者個々の特徴や問題点を明確にし、指導のための基礎的な資料や知見を得ることを目的とした。

2. 方法

2-1 被験者

被験者は陸上競技部に所属し、短距離と跳躍種目を専門とする健常な男子学生11名とした。全員とも陸上競技の経験は浅く、全国高等学校総合体育大会等への出場経験はなく、競技成績も顕著なものはない。被験者の特性は表1に示した。

2-2 試技

今回は被験者の現状分析のため、テーマを設定した実験的試技ではなく、被験者固有のランニングで2回の試技を実施した。

日時 平成9年6月14日(日)

場所 長野市営陸上競技場(全天候走路)

試技1：(以下100m疾走) レースと同様な100mの全力疾走とした。通過タイムが読み取れるよう10m毎にマークを置き、中間点から50m側方に設置したVTRカメラでパンニング撮影した。

表1 被験者の特性

No	年齢	身長(cm)	体重(kg)	専門種目	自己記録
A	18	167.2	57.0	100m	11秒6
B	17	168.4	58.3	400m	50秒11
C	17	175.0	60.0	200m	24秒01
D	17	173.2	55.4	三段跳	12m09
E	17	165.3	52.2	走幅跳	5m99
F	16	170.0	57.9	400m	54秒82
G	15	164.3	48.3	100m	12秒32
H	15	167.0	54.0	100m	12秒12
I	15	173.0	68.3	走幅跳	5m80
J	15	171.1	56.5	三段跳	12m39
K	15	169.7	57.5	400m	54秒76
平均		169.5	56.9		
S・D		3.12	4.56		

表2 算出項目の相関について

項目	身長	体重	100m記録	最高速度	ピッチ	ストライド	疾走速度	身長比
身長(cm)	-	0.71*	0.12	-0.10	-0.31	0.73*	0.12	-0.41
体重(kg)		-	0.10	0.00	-0.12	0.39	0.10	-0.47
100m疾走記録			-	-0.97**	-0.77**	-0.49	-0.98**	-0.51
100m疾走最高速度(m/s)				-	0.85**	0.41	1.00	0.39
ピッチ(歩/S)					-	-0.13	0.83**	0.26
ストライド(m)						-	0.45	0.32
30m疾走速度(m/s)							-	0.43
身長比(ストライド/身長)								-

** P<0.01, * P<0.05

試技2：(30m加速走) 十分な休息後、10mのアプローチ(加速区間)を設けた30m全力疾走とした。マークは動作分析を行うために1m間隔に置き、25m~30mの区間を側方30mからパンニング撮影した。

両試技ともSONY社製CCD-TR3を用いて毎秒30コマで撮影した(露出時間1/500秒)。また、気象状況は、天候晴れ、気温23℃、無風で良好だった。

2-3 分析項目と方法

試技1, 2とも撮影した画像に朋栄社製VIDEO TIMER VTG-55を用いて1/100秒のタイムをインポーズし、分析にはこの画像を用いた。分析・算出項目は次のとおりとした。

- 1) 10m区間平均速度：100m疾走において、10m毎の通過タイムから各区間の平均速度を算出した。
- 2) 最大速度：1)における最大速度、及び、30m加速走における25m~30m所用時間から算出した。
- 3) ピッチ：30m加速走において、連続する2歩(接地から接地まで)に要した時間を求め、この値の1/2を1歩に要した平均時間とした。ピッチはこの逆数(f/S)とした。
- 4) ストライド：試技2において、次式から求めた。
速度(m/s)=ピッチ(f/s)×ストライド(m)

3. 結果と考察

1) 算出項目間の相関について

算出項目間の相関を表2に示した。

身長とストライドの相関は5%水準で有意差が認められたが、身長や体重とその他の項目についての相関は認められなかった。100m疾走最高速度は100m疾走記録、ピッチ及び30m加速走最高速度と相関が高く(p<0.01)、100m疾走記録はピッチ及び30m加速走疾走速度とともに1%水準で有意な相関が認められた。また、ピッチの高い者は疾走速度が高い(p<0.01)ことも認められた。

これらから、身長はストライドに影響するが、ストライドは疾走速度間には有意な相関は認められず、

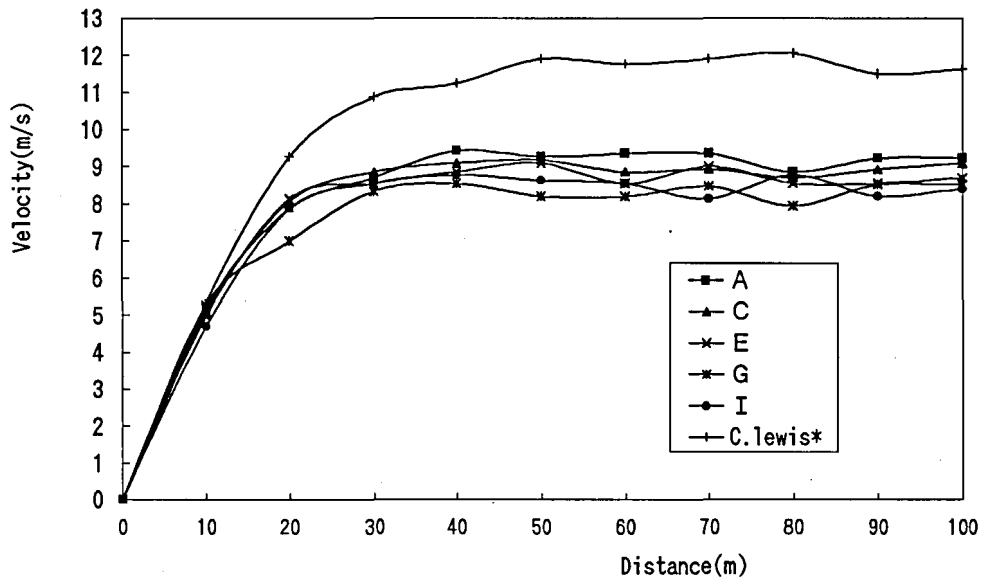


図 1-1 100m疾走時の速度曲線

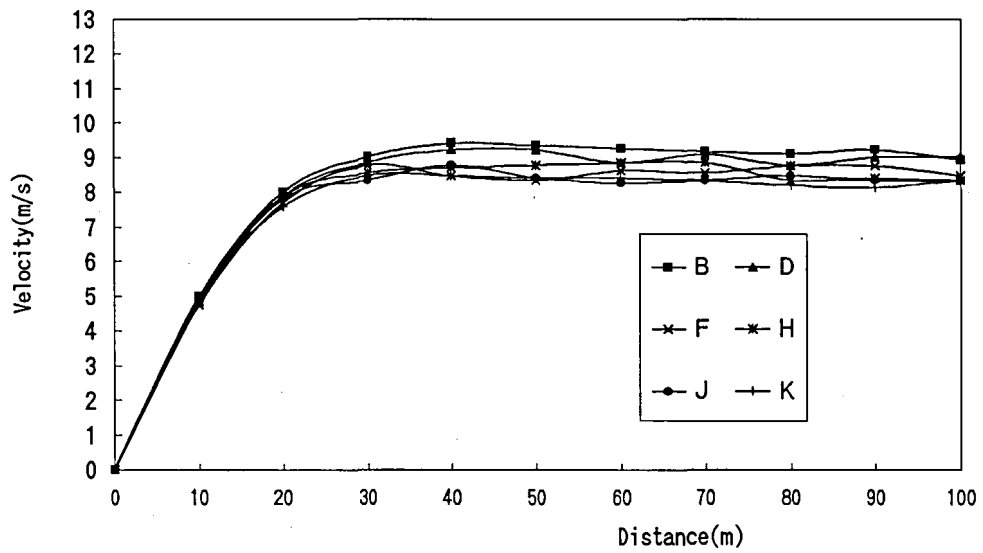


図 1-2 100m疾走時の速度曲線

疾走速度が高い者はピッチが大きい値を示していることが明確になった。

2) 疾走速度について

図1-1, 2に、試技1における、10m毎の区間平均速度を示した。図1-1において突出した値は、阿江¹⁾らによって分析された、第3回世界陸上競技選手権大会の男子100mで優勝した、C.ルイス選手の決勝におけるデータである。また、表3における資料1⁷⁾のデータは愛知県内の高等学校陸上競技部短距離選手のものである。

本研究の被験者は陸上競技の初心者であり、記録的にもまだ低い水準であるが、上記2つのデータと比較すると、疾走最大速度の差が大きいことが歴然としている。

さらに、疾走速度の変化に関しては、一流競技者のパターンは、①速度が2つのピークを示した後、ゴールまで徐々に減少する二峰性のパターン。②ピークが1つのみの単峰性のパターン。③速度が2つのピークを示した後、減少するが、ゴール手前で再び速度が増加するパターン。があり、①と②で86%を占めていたことが報告されている^{1,3)}。

本被験者を検討すると、

A: 30-40m区間で最高速度に達し、ゴールまで徐々に減速するパターン。(B, E, K)

B: 30-40m区間で最高速度に達し、その後徐々に減少するが、ゴール手前で再度、速度が上がるパターン。(A, D)

C: 速度変化に波があり、安定しないタイプ。(C, F, G, H, J)

以上の3タイプに大別できるが、疾走速度が安定せず、区間毎の変化が大きい被験者が多く見受けられた。これらはまだ走技術が安定せず、ピッチとス

トライドのそれぞれの変化が速度に直接関与していることが推察された。

3) 最大速度とその出現区間について

被験者の最大速度に関しては(表3・4)、平均 8.96 ± 0.3 (m/S)であり、資料1に示した他校陸上競技部短距離選手より 1.07 (m/S)も低く、距離に換算すると100mで約10m離されてしまうことになる。短距離走における最大速度は決定的な要因となり得るので^{2,4)}、被験者の競技成績を高めるポイントはここにあるといえる。

さらに、最大速度が出現する区間及び速度減率について検討すると(図3, 表4)、最大速度出現区間は、20-30m区間が2名、30-40m区間が7名、40-50m区間以上が2名で、特徴としては、いずれも加速区間が短く最大速度に早く到達することがあげられる。

減率に関しては、B, K 2名を除く9名が80m地点までに5~7%以上減速していた。Bに関しては最後の10m区間において4.1%、Kは80-90m区間において4.1%の最大減速値を示した。これらの減率に関しては大きくはないが、最大速度が低い分、減率は抑えられたと考察される。

また、すべての被験者が、30m加速走における疾走速度は100m疾走時の最大速度と同等の値を示した。10mのアプローチを加えると、ほぼ35-40mの間では最高速度に到達していたことがここでも推察された。

本被験者は、加速区間が短く、最高速度を維持する距離も短いことが明確になり、最大速度とともに速度を維持できる効率の良いランニングフォームの改善や筋持久力の向上が課題として上げられた。

100mにおける競技成績を高めるために、一流競技者は加速区間を長く取り、最高速度維持区間を長くし、速度減率を低く抑えようとする。第3回世界陸上の分析では、最高速度出現区間は50-60m区間が33名、40-50m区間が19名、60-70m区間が15名であり、これらはこれまでと同様の報告であった^{1,3)}。最高速度維持区間については、一般的に最高速度は数秒間しか続かないとされており、一流競技者はピッチとストライドの変化でこれらに対応し、速度を維持していることが推察される。本被験者と世界の一流競技者を比較するには差が大きすぎるが、これらは改善の方向を示していると思われる。

4) ピッチとストライドについて

30m加速走におけるピッチとストライド及びストライドの身長比を表3に示した。前述したように最高速度と相関が高かった項目はピッチであり、ピッチを高めることにより、最高速度が高まるといえる。本被験者のピッチは平均 4.35 ± 0.13 (歩/秒)であり、

表3 30m走におけるピッチとストライド

被験者	ピッチ (歩/S)	ストライド (m)	疾走速度 (m/s)	身長比
A	4.57	2.06	9.43	1.23
B	4.55	2.07	9.41	1.23
C	4.36	2.11	9.17	1.20
D	4.33	2.13	9.23	1.23
E	4.48	2.03	9.09	1.23
F	4.30	2.04	8.77	1.20
G	4.33	1.97	8.55	1.20
H	4.28	2.07	8.85	1.24
I	4.28	2.05	8.77	1.18
J	4.26	2.06	8.77	1.20
K	4.10	2.09	8.57	1.23
平均	4.35	2.06	8.96	1.22
S・D	0.13	0.04	0.29	0.02
C. Lewis*	4.67	2.53	12.05	1.24
資料1	4.64	2.17	10.03	1.25

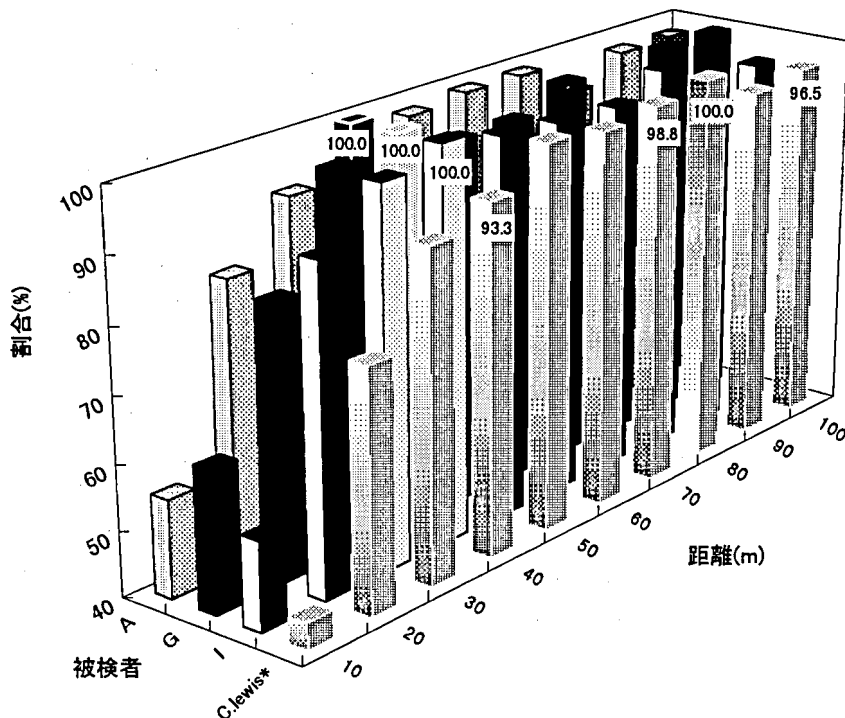


図 3 最高速度に対する割合(%)

表 4 100m疾走時の各区間の最高速度に対する割合 (%)

区間(m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	最高速度(m/S)	疾走記録(秒)
A	54.9	83.5	92.2	100.0	98.2	99.1	99.1	93.8	97.8	97.9	9.43	11.60
B	53.1	85.0	95.7	100.0	99.3	98.4	97.5	96.7	97.9	94.9	9.41	11.74
C	55.3	87.9	96.5	99.1	100.0	96.5	97.3	94.8	97.3	99.1	9.17	11.87
D	52.3	85.3	95.9	100.0	99.9	95.9	98.5	95.0	97.6	97.6	9.23	11.79
E	54.7	89.4	94.0	97.3	100.0	94.0	99.0	94.0	94.0	95.7	9.09	12.11
F	54.0	87.7	100.0	96.6	95.0	98.3	97.4	99.9	99.9	96.6	8.77	12.54
G	61.6	81.8	97.5	100.0	95.9	95.9	99.2	92.9	99.6	99.6	8.55	12.66
H	56.5	89.0	96.6	98.3	99.1	100.0	100.0	94.2	95.0	94.2	8.85	12.26
I	53.5	89.8	97.4	100.0	98.3	97.4	92.7	100.0	93.4	95.8	8.77	12.58
J	55.3	89.1	95.0	100.0	95.8	94.2	95.0	96.6	95.0	95.0	8.77	12.55
K	58.7	89.4	100.0	100.0	99.2	99.2	98.3	96.7	95.9	98.3	8.47	12.65
平均	55.5	87.1	96.4	99.2	98.2	97.2	97.6	95.9	96.7	96.8	8.96	12.21
S・D	2.5	2.6	2.2	1.2	1.7	1.9	2.0	2.3	2.1	1.7	0.31	0.37
C. Lewis*	44.1	76.8	90.2	93.3	98.8	97.6	98.8	100.0	95.4	96.5	12.05	9.86

資料1の高校生と比較すると低い値である。1秒間に4.5歩以上のピッチとさせたいものである。

ストライドに関しては、身長比平均ストライドは岡野⁴⁾によれば1.22±0.03で、世界一流競技者で1.25±0.03~1.23±0.04との報告がある^{1,3)}。これらに基づいて考察すると、被験者A・Bで3cmから5cm程度、被験者E・H・Kは5cm、被験者C・F・Gは7~10cm程度、被験者I・Jは10~15cm程度伸ばすことが必要かと思われる。しかし、この伸長によりピッチが低下しては本末転倒となるので、ピッチをあげなが

らストライドも伸ばす指導が求められる。

一流競技者も初心者もランニングパターンをピッチ型とストライド型に大別できるが、同表に掲載したC.ルイスの走りの特徴は、身長比から他の一流競技者と比較すると、平均ストライドが小さいことが報告されている。しかしながら、彼の70-80m区間のストライドは2m71と大きい。さらに、最高速度及び最後の10m区間での速度逡減を抑えるために、ピッチを高めており、一般的に連想される大きなストライドを有効に利用した走りとは、ストライドを抑えピッ

チを有効に生かす走りを、うまく組み合わせていることも報告されている。

疾走速度はピッチとストライドの積であるが、本被験者においては、ピッチを高めることに主眼を置いたトレーニングの重要性が示唆された。ピッチを高めるための脚の動きをイメージし、現状の把握と改善の方向を見いださせたい。

さらに、100mの疾走記録を高める要素として、最大速度とともにスプリント持続能力ないしスピード持続力が低いことも明確となった。スピード持続能力とは最大速度を保持もしくはその損失を最小限に抑える能力なのか、それとも最大下もしくはそれに近い速度を長めに保持する能力なのかが明確にされていない¹¹⁾、という指摘もあるが、短距離種目の中でも100m・200m・400mなどと距離の差違により、強度と量を個別に求めることが必要かと思われる。また、短距離走においても、ペースを作りうまく速度をコントロールすることの必要性が指摘されており、単に最大努力による疾走が最大速度をもたらしたり、記録の向上に結びつくのではないこと、最大努力下のみで最大速度が獲得されるのではないことなども認識させて、トレーニングに取り組ませる必要性が高いと思われる。

また、今回の撮影に用いたカメラは毎秒1/30コマであり、ここからの時間は誤差を多く含んでいた。

従って、各関節角度や関節角速度等も誤差が大きくなり、本研究では分析項目の対象外とせざるを得なかった。今後は誤差を少なくし、更に詳細な動作分析を行うために、ハイスピードカメラ等を利用した走動作の分析が必要であると思われる。

4. まとめ

初心者を対象とした短距離走において、区間速度の分析から以下のことがまとめられた。

- 1) 100m疾走の記録は、最高速度及びピッチと、最高速度はピッチとそれぞれ相関が認められた。
- 2) 100m疾走においては30-40m区間で最高速度に到達し、加速区間と最高速度維持区間はともに短かった。また、最大速度の平均値は平均 8.96 ± 0.3 (m/S)であり、短距離競技者としては低い値であった。
- 3) ストライドは身長比から見ると平均的であったが、

ピッチは低かった。ピッチの向上により最高速度の向上が導かれると考察された。

- 4) 今後はハイスピードカメラ等を利用し、動作分析を行い、走動作の検討が必要である。

参 考 文 献

- 1) 阿江通良・鈴木美佐緒他：世界一流スプリンターの100mレースパターンの分析，世界一流競技者の技術，pp14-28，ベースボールマガジン社，1994
- 2) 阿部征次：「スプリント・トレーニング マニュアル」，ベースボールマガジン社，1992
- 3) 伊藤 章・斎藤昌久他：世界一流スプリンターの技術分析，世界一流競技者の技術，pp31-49，ベースボールマガジン社，1994
- 4) 岡野 進他：競技会における100mレースのタイム・ピッチ・ストライドの関係，陸上競技紀要Vol. 1, pp12-18, 1988
- 5) Dick, F.W.: Development of maximum sprinting speed, Track Technique No. 109, pp3475-3480, 1990
- 6) 川本和久・雉子波秀子のトレーニング，月刊陸上競技，'96-3, pp123-128, 講談社，1996
- 7) 中西征裕：高校短距離選手と一流短距離選手との技術分析，スプリント研究，第6巻，pp45-52, 1996
- 8) 市原清志：「バイオサイエンスの統計学」，南江堂，1990
- 9) 福島洋樹・尾縣 貢他：400mレース前半の疾走動作に関する研究，陸上競技研究，第30号，pp2-13, 1997
- 10) 松村浩貴・田端 太：ストライド長の変化が疾走フォームに与える影響，スプリント研究，第6巻，pp7-14, 1996
- 11) Winfried Vonstein・Frank Lehman：どうすればスプリントのスピードアップが可能か，陸上競技研究，第30号，pp56-63, 1997