

体育授業における 100m 走の疾走速度の特性

八嶋 文雄・太屋岡 篤憲

Characteristic of velocity of the 100 m in the physical education class

Fumio YASHIMA, Atsunori TAYAOKA

Abstract

The purpose of this study was to investigate the characteristic of velocity in the 100 m in physical education classes. We obtained data for the men's 100 m sprint (159 samples) in PE classes. The mean sprinting velocity, stride frequency, stride length, and other data were obtained from video analysis.

The results were as follows:

1. The average time for 100 m, mean sprinting velocity, top speed, stride frequency and stride length were 14.702±1.061sec, 6.991±0.503m/sec, 7.701±0.576m/sec, 3.879±0.243Hz, and 1.765±0.106m respectively.
2. Statistically significant relationships exist between the mean sprinting velocity ($r=-0.933$, $p<0.001$), the top speed ($r=-0.968$, $p<0.001$) and the goal time.
3. In the 100 m sprint, maximum sprinting velocity appeared between 30 and 40 m and decreased after 40 m.
4. The rate of decrease in speed was 12.283±3.928%. Statistically significant negative relationships exist between the rate of decrease in speed and the stride length ($r=-0.187$, $p<0.05$).

key words: sprinting velocity, top speed, stride frequency, stride length, physical education classes

I. はじめに

陸上競技における 100m 走を対象とした研究は、ビデオ分析や光電管を用いたものからレーザー方式まで様々な手法で数多く報告されてきた。なかでも 1991 年に日本陸連のバイオメカニクス班によって取り組まれた第 3 回世界陸上東京大会における C. LEWIS (USA) の世界新記録 (9 秒 86) をはじめとする 6 位までが 9 秒台というハイレベルな決勝レースを対象とした科学的分析では顕著な成果が得られている⁽¹⁾。そして 2007 年には、再び日本開催となった第 11 回世界陸上大阪大会において、優勝した T. GAY (USA) の 9 秒 85 をはじめとするエントリ選手の予選から決勝までのレースが分析された⁽⁶⁾。近年では、高校総体やマスターズ大会におけるレースも数多く分析され、ジュニア層やシニア層の実態も明らかになってきた⁽²⁾⁽³⁾。さらには、大学の陸上競技部に所属する学生や体育専攻の学生などの 100m 走に関する研究も見られようになった。これらの結果の多くは競技レベルの向上のために活用されることが多いため、一般学生を対象として実態を明らかにする取り組みはあまり行われてこなかった。しかし、今回の改訂により平成 25 年より年次移行で実施される高等学校の新学習指導要領「短距離走」の解説のなかでは、100m～400m 程度の距離を「スタートダッシュからの加速に伴って動きを変化させ、滑らかに中間走につなげ高いスピードを長く維持してフィニッシュ近くまで速く走る」というような高い技能が求められており、体育授業において 100m 走を教材として取り扱っていく場合にも、種目特性や授業対象者の実態を把握しておくことは重要な課題となるであろう。

そこで、本研究では日常的に専門的トレーニングを行っ

ていない一般学生を対象として、100m 疾走に関する基礎的知見を得ることを目的とした。さらには、100m の疾走能力を明らかにすることで、その能力を高めることや低下を抑えることへの示唆を得ることができるとともに、運動不足や運動欠乏に対する抵抗力の指標としても、これからの学生たちの健康の保持増進を図るうえで有益な情報となり得ると考えられる。

II. 方法

1. 対象

K 高等専門学校 1 年生の男子学生 159 名を対象とした。100m 走は体育授業のなかで全天候用走路を用いて行われたものである。

2. 期日

平成 22 年 5 月下旬から 6 月上旬にかけて 1 クラスずつ 5 回に分けて実施した。

3. データの収集

スタート合図はジェスター (NISHI 社製) を用いてブザー音で知らせ、ブザー音と同時に光る発光ダイオードを取り込んだあと、被験者の右側方からパンニング撮影した。撮影は、DV カメラ (SONY 社製 DCR-HC1000) を走路の 50m 地点より側方 40m に設置して、DV カメラの設置ポイントと走路に付けた 10m ごとのポイントを結ぶ線の延長線上にある走路奥 3m のフェンスの地上 1m の位置に、縦 50cm のラインマークを付けてシャッタースピード 1/1000 秒で撮影した。

4. ビデオ分析

ビデオ分析は、DVカメラで撮影した毎秒30コマの映像をフレームディラスIV(DKH社製)に取り込んで60コマにフィールド分解してコマ送りすることにより、10m毎の通過タイム及び歩数をカウントして以下の項目を算出した。なお、歩数については、スタートからゴールまでの全歩数と10m毎の区間歩数を足が接地した回数からカウントした。その際、ストライドが2区間にまたがった場合は、区間の境目となるラインの手前の着地足の爪先にトルソーが乗った位置から、境目のライン及び境目のラインを越えたあとの着地足の爪先にトルソーが乗った位置までに要した時間の比率によってストライドを求めた。

5. 算出項目

- 1) 100m 走の疾走記録 (s) ゴールタイム
- 2) 平均疾走速度 (m/s) 走距離/所要時間
- 3) 平均ピッチ (n/s) 歩数/所要時間
- 4) 平均ストライド (m) 走距離/歩数
- 5) 10m 毎の通過タイム (s)、区間タイム (s)
- 6) 最高疾走速度 (m/s)
- 7) 速度通減率 (%) (最高疾走速度-最低疾走速度) / 最高疾走速度 × 100

6. 統計処理

算出項目間の関係には pearson の積率相関係数を求め、平均値の差の検定には t 検定を用いた。なお、統計的有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結果と考察

1. 100m 走のタイムと疾走速度

表1には、一般男子学生159名の100m走から得られたデータの平均値を示した。また、表2には100mの記録と算出項目間の相関関係を示した。そして、表3は算出項目の10m毎の推移を示したものである。

一般男子学生159名における100m記録の平均値は14.70±1.06秒で、100mを走るために要した総歩数の平均が56.87±3.46歩であった。また、それぞれの平均値において区間タイムが1.47±0.02秒、疾走速度が6.99±0.50m/秒、最高速度が7.70±0.58m/秒、そして速度通減率が12.83±3.93%であった(表1)。

100m走における10m毎の推移(表2)では、通過タイムにおいて加速局面の指標として評価される30mラップタイムが4.96±0.29秒、そして学齢期に体力・運動能力調査でよく取り扱われる50mラップタイムが7.61±0.49秒であった。50mのラップタイムについては、平成22年度に発表された文部科学省による調査結果報告(7)と比較してみると、全国平均は15歳男子が7.54±0.75秒、16歳男子が7.40±0.75秒であったため、対象となった一般学生は全国平均を若干下回っていたことになる。

100mの記録と算出項目間の相関関係(表3)をみると、通減率を除くすべての項目において統計的に相互に有意な相関関係にあり、なかでも特に平均疾走速度(r=-0.933, p<0.001)と最高疾走速度(r=-0.968, p<0.001)に強い負の相関関係が認められた(図1・図2)。このこ

表1. 100m 走におけるゴールタイム、区間タイム、疾走速度、最高疾走速度、速度通減率、歩数、ピッチ、ストライドの平均値

| | 100m記録 (秒) | 区間タイム (秒) | 疾走速度 (m/秒) | 最高速度 (m/秒) | 通減率 (%) | 総歩数 (回) | ピッチ (回/秒) | ストライド (m) |
|------|---------------|--------------|---------------|---------------|------------|------------|--------------|--------------|
| 平均 | 14.702 | 1.470 | 6.991 | 7.701 | 12.283 | 56.879 | 3.879 | 1.765 |
| 標準偏差 | 1.061 | 0.019 | 0.503 | 0.576 | 3.928 | 3.464 | 0.243 | 0.106 |
| | n=159 | | | | | | | |

表2. 100m 走における10m 毎の推移

| | | 10m | 20m | 30m | 40m | 50m | 60m | 70m | 80m | 90m | 100m |
|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 通過タイム | ave. | 2.211 | 3.625 | 4.958 | 6.278 | 7.608 | 8.966 | 10.335 | 11.738 | 13.209 | 14.702 |
| e-lapsed time(s) | SD | 0.151 | 0.212 | 0.292 | 0.383 | 0.485 | 0.593 | 0.702 | 0.813 | 0.934 | 1.061 |
| 区間タイム | ave. | 2.211 | 1.414 | 1.333 | 1.320 | 1.330 | 1.358 | 1.369 | 1.403 | 1.471 | 1.493 |
| split time(s) | SD | 0.151 | 0.085 | 0.094 | 0.099 | 0.112 | 0.113 | 0.114 | 0.117 | 0.128 | 0.141 |
| 疾走速度 | ave. | 4.543 | 7.100 | 7.536 | 7.616 | 7.572 | 7.411 | 7.353 | 7.175 | 6.849 | 6.757 |
| speed(m/s) | SD | 0.307 | 0.416 | 0.516 | 0.553 | 0.615 | 0.586 | 0.586 | 0.571 | 0.571 | 0.610 |
| 歩数 | ave. | 7.343 | 5.964 | 5.550 | 5.245 | 5.645 | 5.461 | 5.399 | 5.474 | 5.611 | 5.187 |
| step(回) | SD | 0.500 | 0.366 | 0.391 | 0.459 | 0.880 | 0.441 | 0.458 | 0.421 | 0.441 | 0.890 |
| ピッチ | ave. | 3.332 | 4.229 | 4.175 | 3.986 | 4.262 | 4.035 | 3.954 | 3.917 | 3.828 | 3.487 |
| pace(回/秒) | SD | 0.274 | 0.288 | 0.320 | 0.372 | 0.680 | 0.330 | 0.296 | 0.324 | 0.281 | 0.612 |
| ストライド | ave. | 1.368 | 1.683 | 1.810 | 1.920 | 1.798 | 1.843 | 1.866 | 1.837 | 1.793 | 1.895 |
| stride(m) | SD | 0.090 | 0.103 | 0.125 | 0.156 | 0.211 | 0.145 | 0.164 | 0.137 | 0.138 | 0.380 |

表3. 算出項目間の相関関係

| | 100m | 平均速度 | 最高速度 | 通減率 | 総歩数 | ピッチ | ストライド |
|-----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|---|
| 100m(sec) | | | | | | | |
| 平均速度(m/s) | -.993*** | | | | | | |
| 最高速度(m/s) | -.968*** | .978*** | | | | | |
| 通減率(%) | .222** | -.220** | -.083 | | | | |
| 総歩数(回) | .559*** | -.553*** | -.523*** | .193* | | | |
| ピッチ(回/秒) | -.591*** | .594*** | .589*** | -.068 | .336** | | |
| ストライド(m) | -.545*** | .541*** | .512*** | -.187* | -.997*** | -.349*** | |
| | | | | | | | ***: p<0.001 ** : p<0.01 * : p<0.05 n=159 |

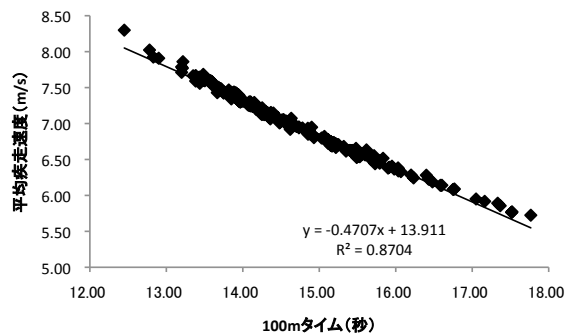


図1. 100m タイムと平均疾走速度の関係

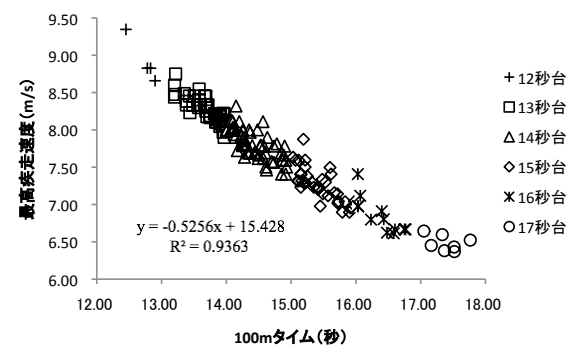


図2. 100m タイムと最高疾走速度の関係

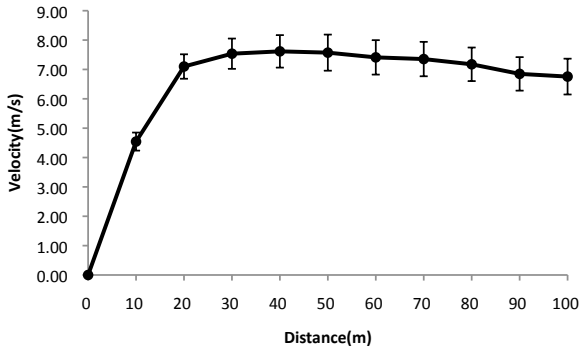


図3. スピード曲線

とは、疾走速度が高い者ほどトップスピードが高くなることを示唆しており、100m 走の記録に強く影響していることを示している。

図3は各区間の平均疾走速度を用いて作成したスピード曲線である。スタートから10mの区間では4.543m/sであったが次の10~20m区間ではおよそ1.5倍の7.100m/sにまでスピードは急激に上昇し、20~30m区間では最大疾走速度の99%に達し、30~40m区間で7.616m/sのトップスピードに到達している。そして、およそ50mに渡って最大疾走速度の95%前後のスピードを維持し、80m-90m区間ではスピードが88.72%まで低下していた。

図4には最高疾走速度が出現した区間と最低疾走速度が出現した区間の分布を示した。最高疾走速度の出現は30m~40m区間が69名と最も多く、次いで40m~50m区間の49名、20m~30m区間の40名であった。50m前後に最高疾走速度に到達する一流選手⁽¹⁾に比べると一般学生ではスタート後早い段階で最高疾走速度に到達していると言える。またトップスピード以降で最も疾走速度が低下するのは90-100m区間で93人、次いで80-90m区間が65人であった。ゴールの手前で減速局面を迎えていた。従って、一般学生の100m走における疾走速度推移の傾向は、スタート後すぐにトップスピードに到達するために加速局面が短い。しかし、トップスピードは相対的に高くないため、中間疾走においては長い区間に渡ってスピードの維持を可能としていると考えられる。そして、ゴール前ではスピードを急激に低下させている。

2. 速度減率

疾走速度の維持状態をみるために最高疾走速度に到達した以降におけるゴール前の速度低下を示す指標となる速度減率を算出した結果 12.283±3.93%であった(表1)。図5には速度減率と100mタイムの関係を示した。100mタイムとの関係において有意な相関関係(r=0.222, p<0.01)が認められた。近年の報告では、減率にはかなり個人差(範囲)がみられ、男子ではゴールタイムとの間に有意な相関関係が認められない場合もある⁽⁶⁾。しかし、100m走の終盤は生理学的観点からみても速度減が避けられない局面で、特に一般学生においてはゴール前の速度減少が大きいためこの減率を小さくすることはゴールタイムを短縮させるための要因のひとつと考えられる。ま

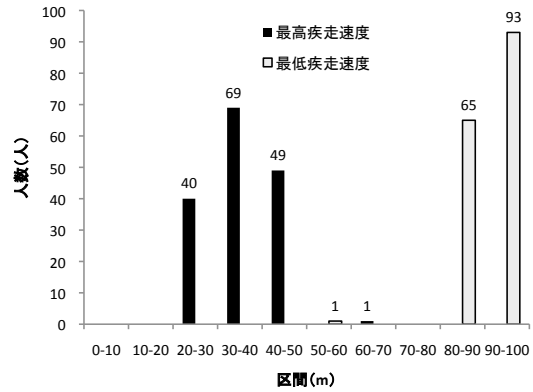


図4. 最高疾走速度及び最低疾走速度の分布

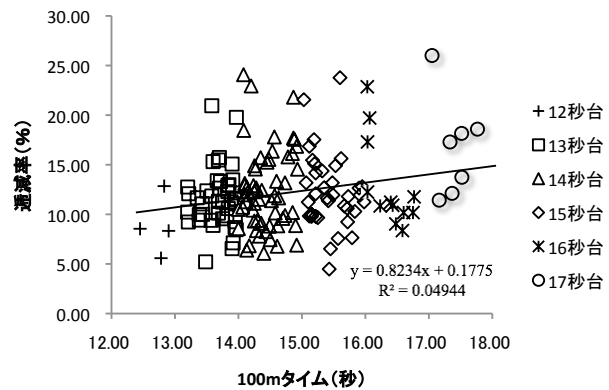


図5. 100m タイムと疾走速度減率の関係

た、一般的にはこの終盤に起こる速度減少の要因のひとつにピッチの低下⁽⁵⁾が考えられているが、一般学生においては速度減とピッチに有意な相関はなく、ストライド(r=-0.187, p<0.05)との間において統計的に有意な相関関係が認められた(図6)。ゴール前の局面においては下肢筋力の疲労などによりストライドが短くなることにより速度の減少を招いているものと考えられる。

3. 平均ピッチと平均ストライド

10m 毎の平均ピッチ及び平均ストライドはそれぞれ、3.88±0.24 回/秒、1.77±0.11mであった(表1)。10m 毎の変化については(表2)、ピッチが10m-20m 区間で最大値に近い値に達し、20m-50m の平均ピッチはわずかに変動しながらも平均値が4.16 回/秒と高いピッチを保ちながら、60m 以降はゴールまで徐々に減少していく傾向がみられた。一方ストライドは30m-40m 区間で1.92mの最大値を示すまで増加を続け、それ以降は伸び縮みを繰り返す不安定なストライドであった。このことはゴールを目前にして最後の1~2歩を意図的に伸ばすフィニッシュ動作が影響していると考えられる。

100m タイムとの関係においては、平均ピッチ(r=-0.591, p<0.001)、平均ストライド(r=-0.545, p<0.001)ともにそれぞれ有意な強い負の相関関係が認められた(表3)。

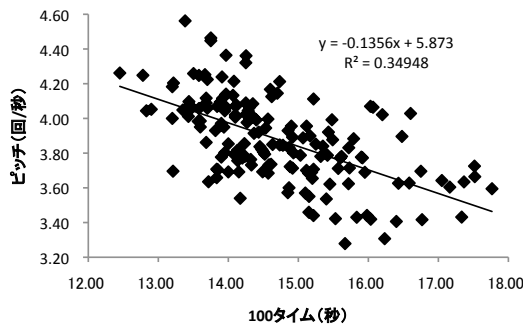


図6. 速度通減率とストライドの関係

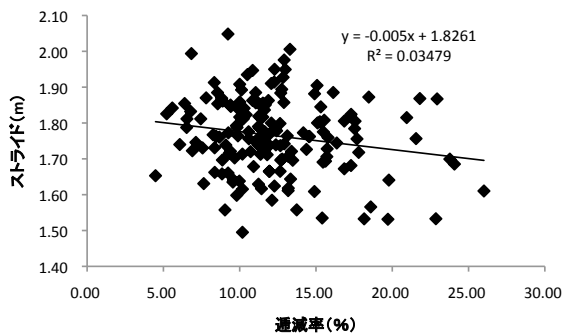


図7. 100m タイムとピッチの関係

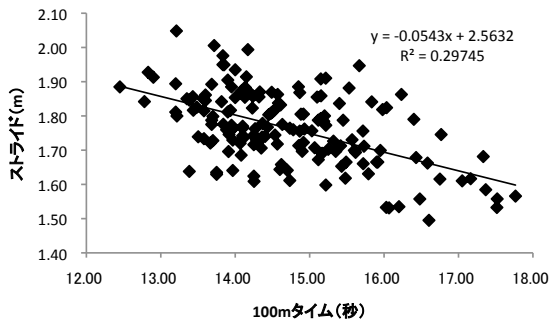


図8. 100m タイムとストライドの関係

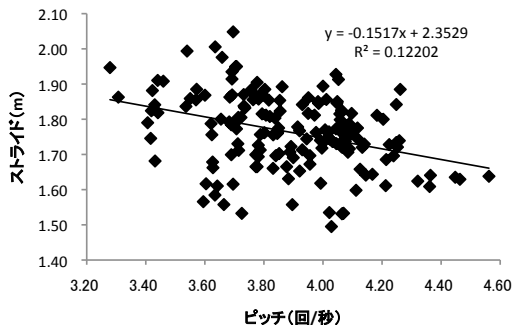


図9. ピッチとストライドの関係

つまり、ピッチが高くストライドが長いほど 100mタイムが良いことを示しているが、ピッチとストライドは反比例 ($r=-0.349$, $p<0.001$) の関係にあるため (図9)、ピッチが上げればストライドが縮み、ストライドを伸ばせばピッチが下がるということである。

IV. まとめ

本研究では、159名の男子学生を対象として体育授業における100m走の疾走速度の特性を分析した。

(1) 100m走の平均記録は 14.702 ± 1.061 sec で同年齢の全国平均よりやや下回っていた。また、平均疾走速度は 6.991 ± 0.503 m/sec、最高疾走速度は 7.701 ± 0.576 m/sec、ピッチは 3.879 ± 0.243 Hz、ストライドは 1.765 ± 0.106 m であった。

(2) 100m走の疾走記録は、平均疾走速度及び最高速度と統計的に有意な正の相関関係が認められた。

(3) 一般学生の平均疾走速度は30m-40m区間でトップスピードに到達し、相対的に高い疾走速度を保った後スピードは漸減していった。

(4) 一般学生の速度通減率は 12.283 ± 3.928 %と大きく100mの記録に影響を及ぼしている。そして、通減率と相関が認められたのはストライドであった。

参考文献

(1) 阿江通良・鈴木美佐緒・安西智久・岡田英孝・平野敬靖 (1994) 世界一流スプリンターの100mレースパターンの分析 -男子を中心に- 世界一流陸上競技者の技術. ベースボール・マガジン社, 14-28.

(2) 有川秀之 (1999) 100m走における疾走速度変化の分析. 埼玉大学紀要教育学部, 48(1): 141-150.

(3) 有川秀之 (2002) 100m走におけるペース配分の分析. 埼玉大学紀要教育学部, 51(1): 97-108.

(4) 太田 涼 (1998) 日本女子一流選手の100mレース分析 -世界女子一流選手(マリオン・ジョーンズ)との比較- 運動とスポーツの科学, 第4巻, 第1号, 15-21

(5) 佐々木幸ほか陸上競技連盟 (1992) 実践陸上競技トラック, 55-71.

(6) 松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・杉田正明・土江寛裕・阿江通良 (2010) 100mレース分析. 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術. 財団法人陸上競技連盟, 5-17.

(7) 文部科学省 HP (2010) 平成21年度体力・運動能力調査結果統計表,

<<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001016672>> (アクセス: 2010.10)

(2010年10月15日 受理)