

中学生の室内50m走における最大疾走速度と 区間疾走速度増加量について～パワー発揮からの考察～

宮崎 俊彦¹, 田中 昭憲², 工藤 修央³

Maximum sprinting speed and interval sprinting acceleration for 50 m indoor races in junior high schools: As considered from the display of power

Toshihiko Miyazaki¹, Akinori Tanaka², Nobuo Kudou³

Abstract

This research aims at identifying the maximum sprinting speed of junior high school students and the related acceleration interval and estimating the sprinting power displayed in the acceleration interval. Indoor tests were conducted to measure the sprinting power of 104 participants from a boys' Track And Field Club. Three tests were run. The first test was a 50 m sprint using a starting block without a load; the second was a 30 m dash from a standing start, in which participants had to drag a load that was 15% of their body weight; and the final test was a 30 m dash from a standing start, while dragging a load of 35% of the participant's body weight. From these three sets of results, the study plotted a curve of power relative to load and body weight. The correlation coefficient of the maximum sprinting speed and the increase in acceleration during the interval between 0 and 5 m was $r = 0.899$. This result was comparatively higher than the acceleration recorded for the other intervals. The correlation coefficient of the acceleration recorded in the 0 to 5 m interval of the 50 m sprint using starting blocks and the sprinting power with a load of $3 \cdot 5 \cdot 10\%$ of body weight estimated from the power curve was $r = 0.76$. This was higher than the correlation coefficient of the acceleration over 0 to 5 m, more than the sprinting power with other weights. This study shows that there is a strong relationship between junior high school students' acceleration from 0 to 5 m and the sprinting power they exhibit when carrying a light load. In order to increase the maximum sprint speed in junior high school, it is important to increase the running speed increase the acceleration over 0 to 5 m. From these, it was thought that the speed increment of the 0-5m section showed power exiting with light load, the power that, in other words, the speed element was strong.

Key words : running power, junior high school student, towing

1. 札幌市立元町中学校
〒065-0028 札幌市東区北28条東20丁目1番1号
2. 北海学園大学
〒062-8605 札幌市豊平区旭町4丁目1番40号
3. 千歳市立勇舞中学校
〒066-0078 千歳市勇舞3丁目4-2

1. Sapporo Motomachi Junior High School
1-1, Kita 28-jo, Higashi 20-chome, Higashi-ku, Sapporo 065-0028
2. Hokkai Gakuen University
4-1-40, Asahi-machi, Toyohira-ku, Sapporo 062-8605
3. Chitose Yumai Junior High School
3-4-2, Yumai, Chitose 066-0078

著者連絡先 宮崎 俊彦
jhqq231@ybb.ne.jp,

緒 言

100m走記録と最大疾走速度が強い相関関係にあることは成人だけでなく、高校生から中学生のいわゆるジュニア期でも当てはまることがよく知られている(松尾ほか, 2001; 松尾ほか, 2007; 宮崎ほか, 2006・2009). そして, 一流選手の最大疾走速度は50~80mで出現し, 11m/sを越えることが多い(阿江ほか, 1994). この最大疾走速度はその時点までの加速度の積分によって求めることができる. 100m走の最大疾走速度は加速区間(スタートしてから加速度が0まで減衰していく区間)によって決まる(宮崎, 2009). つまり, 一流選手の最大疾走速度が高いのは最大疾走速度に至る加速度の積分が大きいことになる. 中学生の中にはスタートから20m前後で最大疾走速度に達する者もある(宮崎, 2009). このことは50m前後に最大疾走速度に達する成人に比べ, 加速区間が短いことになり, 加速度の積分が成人から見ると低いことになる. さらに, 成人では1次加速期, 2次加速期と加速区間が分けられ最大疾走速度との関連が論ぜられている(金高, 2005). しかし, 中学生の場合, 加速区間毎の検討がされておらず, どの加速区間が最大疾走速度に強く影響しているのかは明らかにされていない. これでは中学生の最大疾走速度が低い原因を究明できないだけでなく, 中学生の最大疾走速度を高めるための戦略を明確にすることができない. 速度は質量を考慮していない指標であるが, 質量がある物体を加速させる(速度増加量が変わる)ためには力が必要である. 速度によって発揮される力は力-速度曲線によって決まり(金子, 2011), 100m走のように次第に疾走速度が高まっていくと力は減少していく. 変動する速度と力を見る指標にパワー(力×速度)がある. 最大疾走速度を高めるための分析には, 最大疾走速度に至るまでの発揮された速度と力を考慮したパワー測定が必要であり, 中学生の発達に応じた戦略を考えることができる. パワーと疾走能力との関係を調査した先行研究は多く行われている(加百ほか, 1989, Tsuchie et al. 2008).

パワー測定には力を検出する設備が必要であるが, 宮崎ほか(2011)は検出設備がないところでも(学校の廊下など)パワーを測定できるシステムを考案した. そのシステムで得られる最大疾走パワー値をRSSMPとした. 体重の0.15・35%の3つの負荷を牽引したときの速度を測ることによって, 力-速度関係から疾走パワーを推定する方法である. 宮崎ほか(2011)の方法を使えば, 短距離走を一定の区間ごとに区切り, その区間の疾走速度変化量と各負荷の疾走パワーとの関連を検討することは可能である. その区間のパワーが推定できれば, その区間で発揮されているパワーが軽い負荷のパワーであればランニングに近いトレーニング手段を, 重い負荷であればウェイトトレーニングのようにパワーに合わせてトレーニング手段を選択, あるいはトレーニングを開発で

きる可能性もある.

本研究の目的は中学生の短距離走において疾走速度増加量から検討して最大疾走速度に最も影響している区間を明らかにすること, その区間の発揮されているパワーを推定することによりその区間のトレーニング課題を明らかにし, 最大疾走速度を向上させる資料を提供することである.

方 法

中学校陸上部に所属している男子選手45名(同じ選手を期間を変えて測定したものも含め, のべ104名)を対象にした. 被験者には個人に測定したデータを一週間以内に送付すること, あるいは説明会を開催することを了承してもらい測定に参加してもらった. 被験者には測定で得られたデータについては無記名で公開することの同意書を得た. 学校の施設の使用に際しては管理職の承諾を得た.

測定の時期は主に12月~3月に行われた. 測定は学校の廊下で行い, 各自が普段使用しているトレーニングシューズを着用させた. スタートイングブロックをパネル木材の上に設置し, 50mの全力疾走を行った(図1). ピストル音により光電管(Speed Trap II, perform better社製)を作動させ, 10m, 20m, 30m, の記録を測定した. 疾走速度をレーザー速度測定器((LDM300C SPORT, JENOPTIK社製))により測定した. 100分の1秒で被写体の位置を確定し, 微分することによって疾走速度を求め, 平滑化の方法は宮崎ほか(2006)を参照にした. 疾走速度増加量は5m毎の疾走速度を求めその差を求めた.

疾走パワーは宮崎ほか(2011)の方法を用いた. 体重の0.15・35%の3種類の負荷を牽引したときの疾走速度を求め, 重り×疾走速度から疾走パワーを求めた. 力-パワー曲線を2次式に近似させて描くことにより, 最大疾走パワー(RSSMP)だけでなく違った負荷での疾走パワーを求めることが可能である. 本研究では体重の



図1 50mスタートの様子

3%・5%・10%・50%に相当する重量での疾走パワーに加えRSSMPも求めた(3% wtP, 5% wtP, 10% wtP, 50% wtP). さらに, それぞれの疾走パワーの体重あたりの疾走パワーも算出し検討した(3% wtP/wt, 5% wtP/wt, 10% wtP/wt, RSSMP/wt, 50% wtP/wt).

結果

今回の結果については表1に示した. 室内50m走記録と最大疾走速度との相関係数は $r = 0.837$ ($p < 0.01$)であった(図2). 最大疾走速度と5m毎の疾走速度増加量との関連を見ると, 0-5m区間の疾走速度増加量とは $r = 0.899$ ($p < 0.01$), 5-10m区間の疾走速度増加量とは $r = 0.833$ ($p < 0.01$), 10-15m区間の疾走速度増加量とは $r = 0.750$ ($p < 0.01$)であり, それ以降も区間がゴールに近づくにつれて相関係数は漸減していった(図3). 疾走パワーと0-5m区間疾走速度増加量との間に相関係数が高かったのは, 3% wtP/wt, 5% wtP/wt, 10% wtP/wtの3つの指標で相関係数 $r = 0.759$ ($p < 0.01$)であった. これら3つの指標は15-20m区間まで相関係数は漸減し, 25-30m区間相関係数0.5以下に低下した. 3% wtP, 5% wtP, 10% wtPは相関係数が $r = 0.503$ ($p < 0.01$)から15-20m区間で $r = 0.242$ ($p < 0.01$)になった. 20-25m区間で $r = 0.49$ ($p < 0.01$)まで上昇し低下した. RSSMP, RSSMP/wtともに0-5m区間の相関係数 $r = 0.426$ ($p < 0.01$)から20-25m区間でやや上昇したが次第に低下した. 50% wtPは5-10m区間に $r = 0.245$ ($p < 0.01$)の有意な相関係数が得られたが, それ以外は有意な相関係数は得られなかった(図4).

疾走速度は30mで6.95m/秒に達した. 疾走速度増加

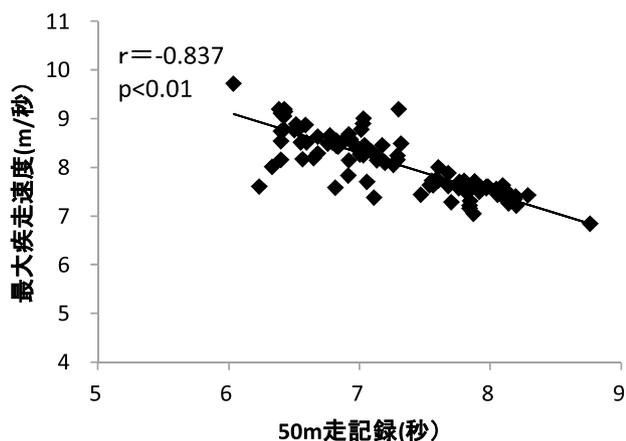


図2 50m走記録と最大疾走速度

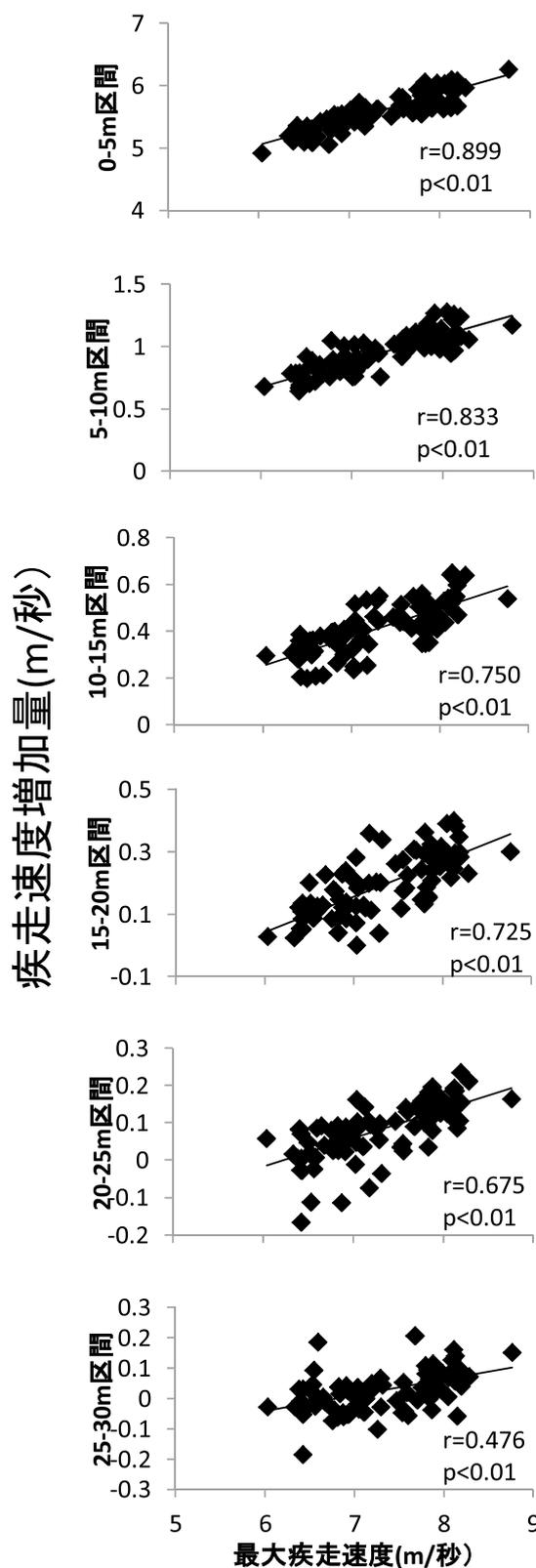


図3 最大疾走速度と各区間疾走速度増加量

表1 測定結果

	身長	体重	最大 Power 出現 負荷 (kg)	体重あたりの 最高power 出現負荷 (%)	RSSMP (w)	体重当たり RSSMP (w/kg)	最大 Power 出現速度 (m/秒)	体重あたりの 最高power 相対速度	10% Wtpower (w)	50% Wtpower (w)	50m走 記録 (秒)
平均	164.4	50.5	18.2	36.1	631.7	12.5	3.5	48.6	301.8	517.0	8.08
S.D.	7.2	7.2	3.1	0.1	121.5	1.6	0.3	1.8	53.4	157.1	0.61

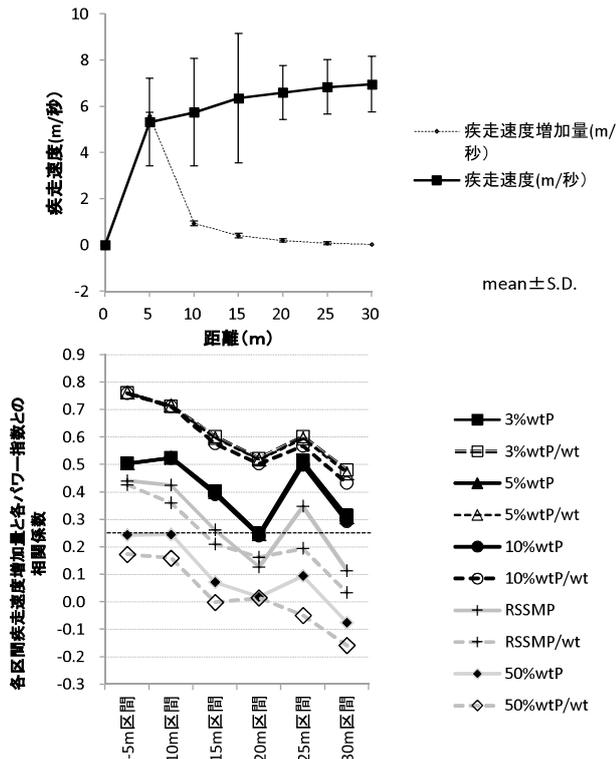


図4 各区間の疾走速度・疾走速度増加量と各パワーとの相関係数点線は有意水準 $r = 0.256$ ($P < 0.01$) を示す。

量は平均値で0-5m区間では5.57m/秒、5-10m区間では0.93m/秒、10-15m区間では0.4m/秒、15-20m区間では0.19m/秒、20-25m区間では0.07m/秒、25-30m区間では0.02m/秒であった。50m走記録とパワーの指標との比較を行うと、体重あたりのRSSMPとの間の相関係数は $r = -0.287$ ($p < 0.01$)、10% wtPとの間の相関係数は $r = -0.505$ ($p < 0.01$)、10% wtP/kgとは $r = -0.788$ ($p < 0.01$) であった。

考 察

最大疾走速度と関連が強かったのが0-5 m区間の疾走速度増加量であった。それは最大疾走速度と0-5m区間の疾走速度増加量との相関係数は $r = 0.899$ であり、それ以降、区間がゴールに近づくにつれて相関係数は漸減した。Winfried et al (1998) は20-30mの区間で疾走速度増加が1 m/秒以上あることが10秒未満の条件としている。カール・ルイスが最大疾走速度が80m付近で出現したことから30m付近からの第2次加速が重要だといわれてきている(阿江ほか, 1994)。しかし、図3にみられるように本研究の中学生の場合15-20m付近で疾走速度増加量が0.3~0m/秒の選手しかいないことから20m以降の疾走速度増加量は本研究のレベルの選手ではないと考える。つまり、阿江ほか(1994)が述べている30m以降の2次加速は中学生では無いと考えられる。金高ほか(2001)は大学生陸上部員を対象にスタート1~3歩目に出現する最大疾走パワーと最大疾走速度との相関係

数は $r = 0.8$ 程度あることを報告している。本研究の中学生を対象とした短距離走のデータはスタートしてから5 m地点までの疾走速度増加量が最大疾走速度に強く影響していた。中学生の場合は、0-5m区間の疾走速度増加量を向上させることが最大疾走速度の高さに大きく貢献し、50m走記録の向上に対しても貢献度が高まると考えられる。また、15-20m区間の区間疾走速度増加量と最大疾走速度の相関係数が $r = 0.725$ が得られた。最大疾走速度に強く影響がある区間疾走速度増加量は中学生の場合、20mまでであると考えられる。

ある速度からさらに速度を増加させることは正の加速度を必要とし、ニュートンの第二法則である力=質量×加速度から、力が必要となる。そのために各区間の疾走速度増加量と疾走パワーとの関連を検討した。3% wtP/wt・5% wtP/wt・10% wtP/wtが、0-5m区間の疾走速度増加量と $r = 0.76$ 以上あった。RSSMP(体重の約30%程度の負荷)との相関係数は $r = 0.446$ 、50% wtP/wtとの相関係数は $r = 0.178$ であった。0-5m区間疾走速度増加量は軽い負荷でのパワー発揮、言い換えると、スピード要素が高いパワー発揮になっていると考えられる。

Maulder et al. (2008), Cronin et al. (2008) は全力疾走に対して影響がない牽引走の負荷は体重の10%の負荷であることを報告している。本研究の結果はMaulder et al.の言っている体重10%をさらに体重で除した値と関連が強いことを示す結果となった。さらに50m走記録と10% wtP/kgとは $r = -0.788$ の関係があるため、軽い負荷でのパワー発揮は50m走全般に影響を与えるだけでなく、加速区間である0-5m区間の疾走速度増加量とも関連があることが分かった。軽い負荷を体重で除す値についてはより無負荷に近い負荷になっている。本研究は中学生を対象にしているため一般成人と比べ筋力の発達が十分ではなく(久野, 2001)、軽い負荷を体重で除した値と50m走記録、0-5m区間疾走速度増加量とも相関係数が高かったと考える。

金高ほか(2001)はスピード×加速度の指標から体重あたりのパワーを算出し、5 m以内に最大パワーが出現していることを報告している。RSSMPは表1によると体重の約36%の負荷で出現した。あくまでも本研究での観察であるが、体重の35%の負荷を牽引させると、被験者は前傾を余儀なくされる。おそらく、中学生の場合には0-5m区間で前傾姿勢を取らず、立位に近い状態で加速したため、RSSMP,あるいはRSSMP/wtと関連がなかったと思われる。今後、筋力が増すとRSSMPと疾走速度増加の関係が向上するのか、詳細な分析が望まれる。

ま と め

中学校陸上部に所属している男子選手のべ104名を対象に、スターティングブロックを使用した室内50m走と体重の15% 35%の負荷を30m牽引させ疾走パワーを

測定した。最大疾走速度と0-5m区間疾走速度増加量との相関係数は $r = 0.899$ と他の区間の疾走速度増加量と比べ高かった。0-5m区間疾走速度増加量と3% wtP/wt, 5% wtP/wt, 10% wtP/wtの相関係数は $r = 0.76$ と他の疾走パワーより高かった。これらのことは中学生の短距離走における最大疾走速度を増加させるためには0-5m区間の疾走速度増加量を増やすことが重要で、軽い負荷でのパワーを高めることが有効と考えられた。

文 献

- 阿江通良・鈴木美佐緒・宮西智久・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-, 世界一流スプリンターの技術分析, 世界一流陸上競技者の技術, 初版, 陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編, ベースボールマガジン社: 東京, 14-30.
- Cronin, J., Hansen, K., Kawamori, N. and McNair, P. (2008) Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. *Sports Biomech.*, 7:160-172.
- 加百俊郎・山本正嘉・金久博昭 (1989) 各種パワーテストの成績と100m走タイムとの関係. 競技力向上のスポーツ科学 I. トレーニング科学研究会編, 朝倉書店: 東京, pp224-229.
- 金子公宥 (2011) スポーツ・エネルギー学序説. 杏林書院: 東京, 82-85.
- 久野譜也 (2001) 疾走能力の発達, 宮丸凱史編, 杏林書院: 東京, p 197.
- 金高宏文・秋田真介・松田三笠・瓜田吉久 (2001), 100m走における加速時のパワー発揮の分析~加速時に段階的なパワー発揮はあるのか. 鹿屋体育大学学術研究紀要, 26:33-38.
- 金高宏文・松村勲・瓜田吉久 (2005) 100m走の加速区間における局面区分の検討 - 疾走速度, ストライド及びピッチの1歩毎の連続変化を手がかりにして-. *スプリント研究*, 15:89-99.
- 松尾彰文・金高宏文 (2001) レーザー方式による経時的疾走速度の計測. *体育の科学*, 51:593-597.
- 松尾彰文・杉田正明・広川龍太郎・柳谷登志雄・阿江通良 (2007) スピード分析から見た100mレース. *陸上競技学会誌*, 6:suppl,6-9.
- Maulder, P.S., Bradshaw, E.J., and Keogh, J.W. (2008) Kinematic alterations due to different loading schemes in early acceleration sprint performance from starting blocks. *J. Strength Cond. Res.*, 22:1992-2002.
- 宮崎俊彦・田中昭憲・佐藤孝一 (2006) 中学生男子と高校生男子における100m走記録と最大疾走スピードおよび最大加速度の特徴. *北海道体育学研究*, 41:49-54.
- 宮崎俊彦 (2009) 青少年の疾走能力の向上について. *北海学園大学経営学部経営論集*, 6:71-88.
- 宮崎俊彦・田中昭憲・工藤修央 (2011) 簡便な疾走パワー測定法の開発. *北海道体育学研究*, 46:19-26.
- 田中昭憲 (2009) 高校野球部員の30mダッシュ能力の発達と各種ジャンプ力との関係. *北海学園大学経営論集*, 6:99-106.
- Tsuchie, H., Kobayashi, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Iso, S., and Fukunaga, T. (2008) Assessment of sprinting abilities using a resistant self-driven treadmill. *Int. J. Sport Health Sci.*, 6:85-90.
- Winfried, V. and F. Lehmann (1998) どうすればスプリントのスピードアップが可能か (その2). *陸上競技研究*, 32:43-53.

〔平成24年4月2日 受付〕
〔平成24年11月2日 受理〕