

陸上競技短距離競技者のスピード持久力に関連する体力要因を評価するためのフィールドテストの検討

山元 康平^{*1}, 河井 朋哉^{*1}, 内藤 景^{*1}

Investigation of a field test to assess physical fitness factors related to speed endurance in sprinters.

Kohei YAMAMOTO^{*1}, Tomoya KAWAI and Hikari NAITO

^{*1} Faculty of Sports and Health Sciences, Department of Sports and Health Sciences

The purpose of this study was to investigate a field test to assess physical fitness factors related to speed endurance in sprinters. Sixteen university sprinters and jumpers were asked to perform a 300 m sprint, a continuous jump test and various tests of athletic ability, and the relationship between the rate of speed maintenance in the 300 m sprint and the various tests was investigated. The main results were as follows: (1) The running speed in the 300 m sprint peaked in the 50-100 m section and then decreased; the 300 m speed maintenance rate was $82.5 \pm 4.2\%$. (2) The jump height in the continuous jump test showed a peak in the 1-5th jumps and decreased thereafter. The jump height maintenance rate in the continuous jump test was $83.5 \pm 5.2\%$. (3) No significant correlations were found between the 300 m running speed maintenance rate and the jump height maintenance rate in the continuous jump test or any of the physical fitness factors. These results suggest that the method of the continuous jump test should be improved to assess the physical fitness related to speed endurance in sprinters.

Key Words : sprint, speed endurance, physical fitness, field test, power endurance

1. 緒 言

陸上競技の短距離走（100m, 200m および 400m 走）では、スタート後急激に走スピードが増加し、50m 前後で最高走スピードに到達した後、フィニッシュに向かってスピードが低下する⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。走スピードの低下は、100m 走では 5%程度であるが⁽¹⁾、200m および 400m では走スピードの低下は大きくなり、400m 走では、フィニッシュまでに 20%以上の低下が生じる⁽³⁾。このような、加速、最高走スピード、スピード低下という一連の走スピードの変化が、陸上競技短距離走における特徴であるが、その中で、短距離走において高いパフォーマンスを達成するためには、レース中の最高走スピードが高いことが重要であることが多くの研究で明らかとなっている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。一方で、上述したように、特に 200m 走および 400m 走では、レース終盤における走スピードの低下は顕著であり、走スピードを維持する能力、すなわち「スピード持久力」も、短距離走パフォーマンスに影響する重要な能力である⁽⁴⁾。そのため、短距離走競技者のコーチングにおいては、スピード持久力に関連する体力要因を適切に評価するとともに、トレーニングによって向上させていくことが重要となる。

短距離走のスピード持久力に関連する体力要因として、400m 走を対象とした研究では、最大酸素摂取量、最大酸素負債、最大酸素借、下肢の筋持久力、自転車エルゴメーターを用いた無酸素性パワー等の検討が行われている⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾。これらのうち、400m 走におけるスピード持久力（走スピードの維持率）と関係が認められた体力要因として、主に最大酸素摂取量（有酸素性能力）および下肢の筋持久力が挙げられる⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾。例えば尾縣ほか⁽⁵⁾は、学生陸上競技者の 400m 走中の走スピードの変化と等速性筋力測定器で測定した下肢の持久性との

* 原稿受付 2023 年 5 月 8 日

^{*1} スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科

E-mail: kyama@fukui-ut.ac.jp

関係について検討し、走スピードの低減が小さい競技者は股関節および膝関節の筋の持久性が高かったことを報告している。これらのことから、短距離競技者のスピード持久力を向上させるためには、これらスピード持久力に関連する体力要因を各種測定を通して適切に評価し、専門的トレーニングによって向上させていくことが必要になる。

一方で、上述した各種体力要因の評価は、高価な専門的機材や複雑なプロトコルを用いたラボテスト（実験室での測定）によって行われており、多くの指導者や競技者がトレーニング現場で取り入れることが困難なものが多い。ラボテストは、高い精度で詳細な分析が行えるというメリットがあるのに対して、多くの指導者や競技者がトレーニング現場で容易に測定することができないというデメリットがある⁽¹³⁾。一方、フィールドテスト（練習場等の実験室外での測定）は、ラボテストほどの精度や詳細な分析は担保できないというデメリットがあるものの、指導者や競技者がトレーニング現場で測定しやすいというメリットがある。例えば近年の報告では、野球の投手を対象とした下肢の筋持久力を評価するためのフィールドテストとして、連続のランジ運動（前後の開脚運動）の最大反復回数を測定し、投球速度の低下が小さい者は、ランジ運動の最大反復回数が多かった、すなわち、下肢の筋持久性に優れていたことが報告されており、トレーニング現場でも測定が容易な専門的フィールドテストが開発されている⁽¹⁴⁾。このように、トレーニング現場で容易に導入可能なフィールドテストによって競技者の体力を適切に評価することは、競技者の課題の発見や目標設定を行い、適切なコーチングを行うために極めて重要である。そのため、陸上競技短距離競技者のスピード持久力に関連する体力要因を評価するためのフィールドテストを検討することは、陸上競技短距離競技者の適切なコーチングを行うために重要な取り組みであると考えられる。

これらのことから本研究の目的は、陸上競技短距離競技者を対象に、スピード持久力に関連する体力要因を評価するためのフィールドテストについて検討することである。

2. 方 法

2.1 被検者

被検者は、大学陸上競技部に所属する短距離および跳躍競技者 16 名（年齢：21.1±1.2 歳，身長：173.4±6.1cm，体重：66.4±5.5 kg）とした。

2.2 実験試技および分析項目

2.2.1 300m 走

スピード持久力を評価するために 300m 走を行わせた⁽¹⁵⁾。デジタルビデオカメラ（Lumix FZ300, Panasonic, 59.94fps）を用いて対象者をスタートからフィニッシュまで撮影した。50m ごとにコーンを設置し、対象者が各地点を通過したフレームを動画再生ソフトを用いて読み取り、各地点の通過タイムを算出した。通過タイムをもとに区間走スピードを算出した。また、最高走スピードから 250-300m 区間走スピードまでのスピード維持率を算出した（250-300m 区間走スピード／最高走スピード・100，%）。

2.2.2 連続ジャンプテスト

下肢のパワー持久力を評価するために、連続ジャンプテストを行わせた。この連続ジャンプテストは、先行研究において最大無酸素性パワーや下肢の持久性を評価するために行われていたジャンプテストを参考に開発されたものであり、短距離競技者のパワー持久力を評価するためのテストとして研究が行われている⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。

本研究では、連続ジャンプテストは手を腰に当てた状態で 3 秒に 1 回のペースで 30 回連続で垂直跳を行わせた。ペースおよび回数を規定するために予備実験を行った。先行研究では、一定時間や回数（例えば 30 秒や 60 秒，30 回等）をジャンプ間の休みなく連続で垂直跳を繰り返すテストが行われているが⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾，この方法では被検者が着地の際にバランスを崩してしまい、連続ジャンプが遂行できない場合がみられたため、ジャンプの着地後立位姿勢に戻り、再びジャンプを行う方法を採用した。ペースについて、2 秒に 1 回のペースでは同様にバランスを崩す場合がみられたため、3 秒に 1 回のペースを採用した。回数について、400m 走の運動時間が 50 秒前後であることから、60 秒以上の測定を基準とし、対象者が十分に疲労困憊に至る回数として 30 回（90 秒）を採用した。

連続ジャンプテストでは、マットスイッチ（DKH 社製，Multi Jump Tester）を用いて跳躍高を連続的に測定した。跳躍高は、マットスイッチで測定した滞空時間から、先行研究⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾をもとに算出した（跳躍高＝ $1/8 \cdot g \cdot \text{滞空時間}^2$ ， $g=9.81$ ）。跳躍高を 5 回毎に平均し、最大値から最小値までの維持率（跳躍高維持率）を算出し、下肢のパワー持久力の指標とした。

2.2.3 一般的体力テスト

①加速走 30m

スプリント能力の評価として、スタンディングスタートからの 60m の最大努力でのスプリント走を行わせた。被検者は、十分なウォーミングアップの後に、各自のスパイクシューズを着用して試技を行った。光電管（Brower Timing Systems 社製，Sprint System）を用いて、30m から 60m のタイムを計測した。

②立五段跳

水平方向のジャンプ能力として、立五段跳（立位から腕および脚の反動を使って水平方向に左右脚交互に 5 歩連続跳躍する運動）を行わせた。試技は 2 回以上行わせ、最も記録が良かった試技を成功試技とした。全ての試技は砂場に向かって行わせ、スタートのつま先から着地点までの距離を、メジャーを用いて測定した。

③垂直跳

代表的な鉛直ジャンプ運動であるカウントームブメントジャンプ（手を腰にあてた状態で立位から脚の反動動作を用いて行う垂直跳）を行わせた。試技は、マットスイッチ（DKH 社製，Multi Jump Tester）上で行わせ、滞空時間を測定した。得られた滞空時間から、前述の計算式を用いて跳躍高を算出した。試技は 2 回以上行わせ、跳躍高が最も高かった試技を成功試技とした。

④リバウンドドロップジャンプ

バリスティックな伸長—短縮サイクル運動の評価として、リバウンドドロップジャンプを行わせた。跳び降りるボックスの高さは 0.3m とした⁽¹⁸⁾。被検者をボックス上に立たせ、身体を前方へ送り出すことによって落下運動を開始させ、マットスイッチ（DKH 社製，Multi Jump Tester）上に着地後、可能な限り短い接地時間で、可能な限り高く跳躍するよう指示した。手は腰にあてた状態で腕の振り込みは行わせないようにした。マットスイッチを用いて接地時間および滞空時間を測定し、滞空時間から前述の計算式を用いて跳躍高を算出した。跳躍高を接地時間で除すことで、RDJ-index を算出した⁽¹⁸⁾。RDJ-index は、より短い時間で大きなパワーを発揮するバリスティックなパワー発揮能力を評価するための指標である⁽¹⁷⁾。

⑤ハングパワークリーン

下肢の最大筋力の評価指標として、陸上競技のトレーニングでも一般的に行われている代表的なウエイトリフティング種目であるハングパワークリーンの 1RM を測定した。被検者には、過去の 1RM 記録をもとに測定する重量を複数選択させ、バーベルのキャッチ後 3 秒以上姿勢を維持できた最大の重量を 1RM とした。

⑥連続懸垂

上肢の筋持久力の評価として、連続懸垂を行わせた。鉄棒の持ち方は順手とし、懸垂を行う際には反動を用いないこと、1 回ごとに肘を完全伸展するように指示し、反復できなくなるまでの最大回数を測定した。

⑦自転車エルゴメーターを用いた無酸素性パワーテスト

最大無酸素性パワーを測定するために、自転車エルゴメーターを用いた多段階テストを行わせた。電磁ブレーキ式自転車エルゴメーター（Powermax-V III，コンビウエルネス社製）を用いた。サドル高は、各自適した位置にセットし、対象者の行きやすい姿勢でペダリングさせた。テスト前に、ジョギングやストレッチ等のウォーミングアップを各自行わせた後に、5 秒間の全力ペダリング運動を 5 段階の負荷で行わせ、各試技における最大発揮パワーを測定した。負荷は、被検者の体重の 2.5-5.0-7.5-10.0-12.5% の 5 段階とした。各試技における発揮パワ

一と負荷との関係を回帰分析し、パワーの最大値を推定した。推定された最大パワーを最大無酸素性パワーとした。評価項目としての最大無酸素性パワーは、発揮パワーの絶対値を被検者の体重で除した相対値とした。

⑧800m 走

一般的な持久力の評価として、800m 走を行わせた。1 周 400m の陸上競技場でストップウォッチを用いて 1/100 秒単位でタイムを計測した。

2.3 統計処理

項目間の関係を検討するために pearson の積率相関係数を算出した。有意水準は 5%とした。

3. 結 果

表 1 は、各測定項目の平均値を示したものである。

図 1 は、300m 走における走スピードの変化を示したものである。走スピードは、50-100m 区間でピークを示し、以降低下した。300m 走の走スピード維持率は、 $82.5 \pm 4.2\%$ であった。また、図 2 は、連続ジャンプテストにおける跳躍高の変化を示したものである。跳躍高は、1-5 回目でピークを示し、以降低下した。連続ジャンプテストの跳躍高維持率は、 $83.5 \pm 5.2\%$ であった。

図 3 は、300m 走スピード維持率と一般的体力テストとの関係を示したものである。300m 走スピード維持率といずれの項目との間にも有意な相関関係は認められなかった。図 4 は、300m 走スピード維持率と連続ジャンプテストの跳躍高維持率との関係を示したものである。変数間に有意な相関関係は認められなかった ($r=-0.15$, $p=0.58$)。

表 1 各測定項目の平均値±標準偏差

測定項目		平均値 ± 標準偏差
300m走タイム	(sec.)	37.3 ± 1.2
300m走スピード維持率	(%)	82.5 ± 4.2
連続ジャンプ跳躍高維持率	(%)	83.5 ± 5.2
加速走30mタイム	(sec.)	3.18 ± 0.14
立五段跳跳躍距離	(m)	13.74 ± 0.84
CMJ跳躍高	(cm)	51.8 ± 5.4
RDJ-index		2.924 ± 0.350
RDJ-接地時間	(sec.)	0.150 ± 0.011
RDJ-跳躍高	(cm)	43.6 ± 4.4
ハングパワークリーン1RM	(kg)	92.2 ± 15.9
連続懸垂回数	(rep)	15.1 ± 3.6
最大無酸素パワー	(w/kg)	15.6 ± 1.2
800m走タイム	(sec.)	135.6 ± 10.0

4. 考 察

本研究の目的は、陸上競技短距離競技者を対象に、スピード持久力に関連する体力要因を評価するためのフィールドテストについて検討することであった。スピード持久力を評価するために 300m 走を行わせ、300m 走にお

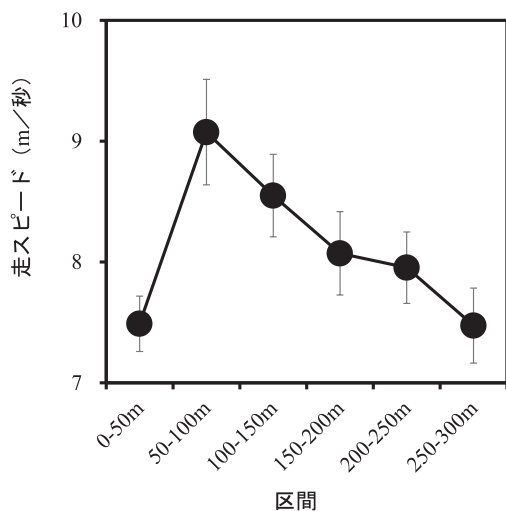


図1 300m走における走スピードの変化

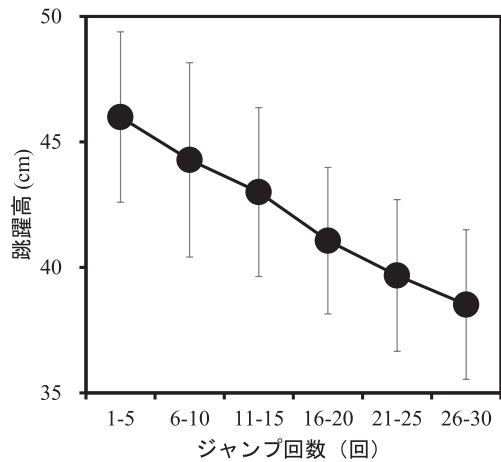


図2 連続ジャンプテストにおける跳躍高の変化

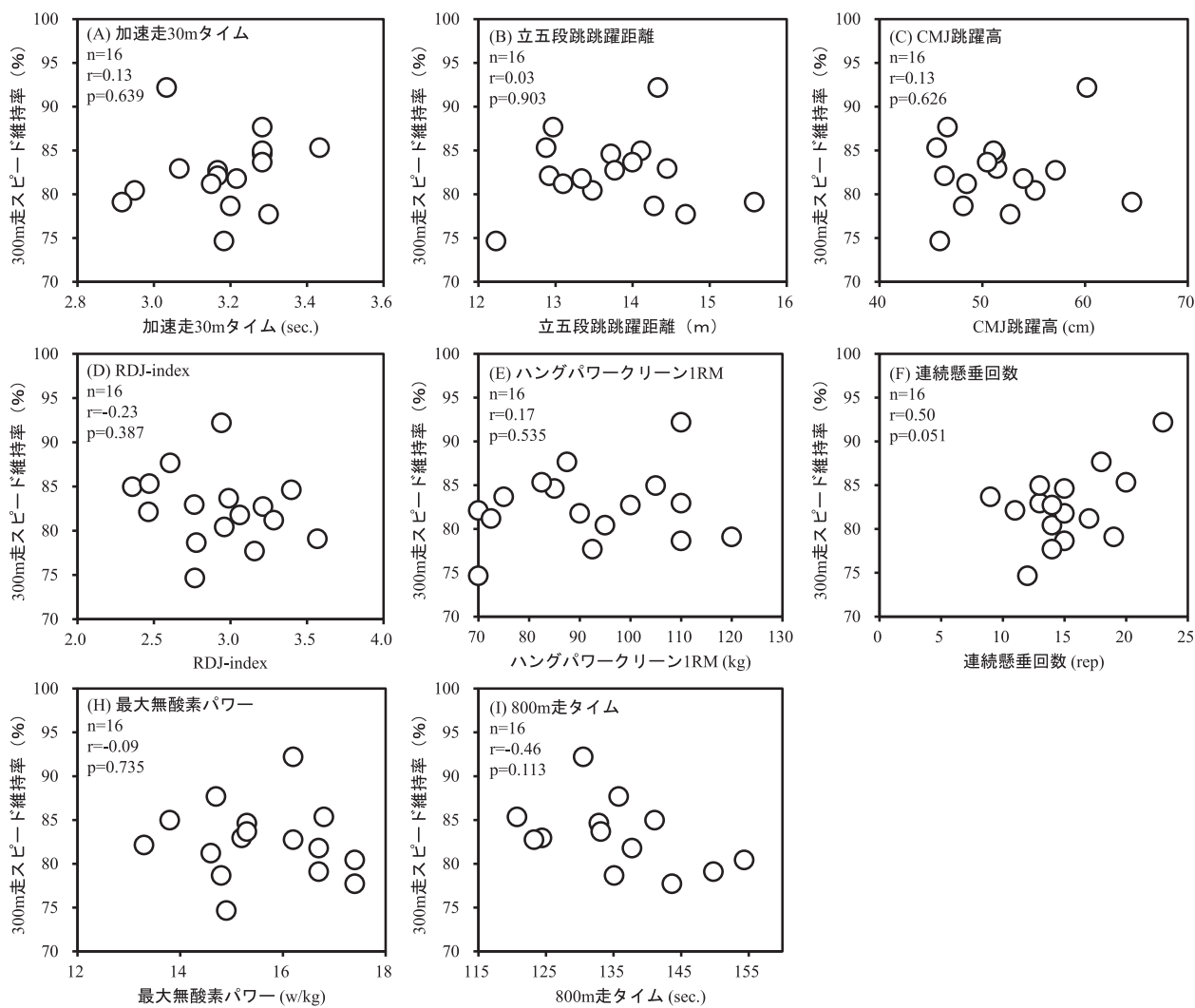


図3 300m 走スピード維持率と一般的体力テストとの関係

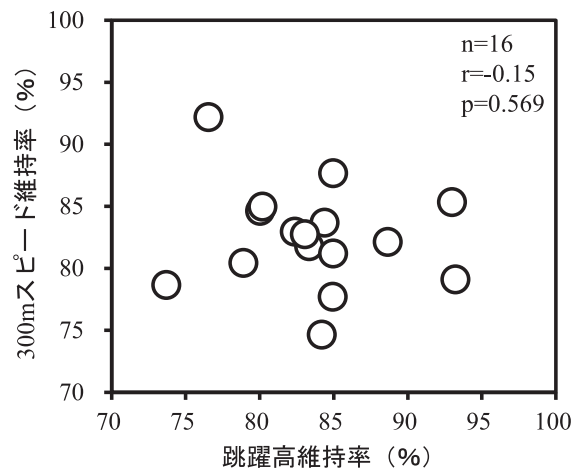


図4 300m 走スピード維持率と連続ジャンプテスト跳躍高維持率の関係

ける走スピード維持率をスピード持久力の指標とした。また、短距離競技者の一般的体力を評価するために従来から行われている体力テストおよび下肢のパワー持久性を評価するための連続ジャンプテストを行わせた。そして、300m 走における走スピード維持率と、各種テストによって評価した体力要因との関係について分析することで、スピード持久力に関連する体力要因について検討した。以下では、1. 本研究で開発した連続ジャンプテストの特性、2. スピード持久力と各種体力との関係、3. ジャンプテストとスピード持久力の関係およびジャンプテストの改良、について考察を進める。

4.1 連続ジャンプテストの特性

本研究では、下肢のパワー持久力を評価するために簡便なフィールドテストを新たに開発した。下肢のパワー持久力を評価するために、連続ジャンプテストを行わせた。連続ジャンプテストは手を腰に当てた状態で3秒に1回のペースで30回連続で垂直跳を行わせ、マットスイッチを用いて跳躍高および跳躍高維持率を算出した。予備実験の結果を踏まえて、被験者がバランスを崩さず連続で跳躍が可能なペースおよび回数として、3秒に1回のペースで30回の連続ジャンプを行わせた。

本研究の結果、300m 走の走スピードが最高スピードの $82.5 \pm 4.2\%$ まで低下していた（図1）。一方で、連続ジャンプテストの跳躍高は $83.5 \pm 5.2\%$ まで低下していた（図2）。このことから、連続ジャンプテストでは、300m 走に近いパワーの低下が生じていると考えられ、対象者のパワー持久力を評価できていたと考えられる。

4.2 スピード持久力と各種体力の関係

300m 走におけるスピード維持率（スピード持久力の指標）と、各種体力要因との間に有意な相関関係は認められなかった（図3）。このことから、従来行われている各種体力テストでは、短距離競技者のスピード持久力に関連する体力を適切に評価できていない可能性が示された。一方で、連続懸垂および800m 走は、有意ではないものの中程度の相関関係（それぞれ、 $r=0.50$, $r=-0.46$ ）が認められた（図3FおよびI）。連続懸垂は上肢の筋持久力を評価するためのテスト、800m 走は有酸素性能力を主とした一般的な全身持久力を評価するためのテストであり、これらの体力要因は400m 走におけるスピード持久力と関連することが先行研究で報告されている⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾。このことから、連続懸垂および800m 走は、短距離競技者のスピード持久力に関係する体力を評価する指標となる可能性が考えられる。

4.3 ジャンプテストとスピード持久力の関係およびジャンプテストの改良

本研究では、短距離走のスピード持久力に関連する体力要因である下肢のパワーの持久性⁽⁵⁾⁽⁶⁾を評価するためのテストとして、連続ジャンプテストを開発した。しかし、連続ジャンプテストにおける跳躍高維持率と300m 走におけるスピード維持率との間に、有意な関係は認められなかった（図4）。したがって、本研究の連続ジャンプテストにおいて、スピード持久力に関連する体力要因（下肢のパワーの持久性）を十分に評価することができて

いないといえる。これらの結果から、短距離競技者のスピード持久力に関連する体力を評価するために、ジャンプテストを改良する考え方として、ペースおよびジャンプ運動の方法を変更することが考えられる。ペースについては、本研究の連続ジャンプテストは、3秒に1回のペースで30回連続で垂直跳を行わせたが、テストの跳躍ペースをより早くすることで、より短距離走での高いスピードの維持能力を評価することができる可能性が考えられる。その際、方法でも述べたように、競技者が跳躍ペースに対応できず、着地時にバランスを崩してしまう不具合が生じる可能性があるため、試技のペースや動作に十分に慣れさせることや、計測可能な範囲に制限があるマットスイッチではなく、より計測可能な範囲が広いOptoJumpNext (Microgate) や、映像からの分析（例えば跳躍高計測用のスマートフォンアプリ”My Jump”等）を用いることで、運動の範囲の制限を少なくし、跳躍動作を安定して遂行できるようにする配慮が必要になる。また、ジャンプ運動の方法については、本研究では垂直跳（カウンタームーブメントジャンプ、手を腰にあてた状態で立位から脚の反動動作を用いて行う垂直跳）を用いたが、リバウンドドロップジャンプ⁽¹⁸⁾やリバウンドジャンプ⁽¹⁷⁾などの、短距離走の接地時間や力発揮に近い、接地時間の短いジャンプ運動を用いることが有効である可能性が考えられる。大井ほか⁽¹⁵⁾は、女子学生短距離競技者を対象に、本研究と同様にカウンタームーブメント型の連続ジャンプと、リバウンド型の連続ジャンプを行わせた結果、300m 走における走スピードの低下率とカウンタームーブメント型の連続ジャンプの維持率との間に関係はみられなかったものの、リバウンド型の連続ジャンプとの間には有意な関係が認められたことを報告している。そのため、これらのペースやジャンプ方法の改良によって、実際の短距離走により類似した接地時間や運動様式をとることで、よりスピード持久力を評価することができる可能性があると考えられる。

5. 結 論

本研究の目的は、陸上競技短距離競技者を対象に、スピード持久力に関連する体力要因を評価するためのフィールドテストについて検討することであった。大学陸上競技部に所属する短距離および跳躍競技者16名を対象に、300m 走、連続ジャンプテストおよび各種運動能力テストを行わせ、300m 走におけるスピード維持率と各種テストの関係について検討した。

主な結果は、以下のとおりである。

- (1) 300m 走における走スピードは、50-100m 区間でピークを示し、以降低下した。300m 走のスピード維持率は、 $82.5 \pm 4.2\%$ であった。
- (2) 連続ジャンプテストにおける跳躍高は、1-5 回目でピークを示し、以降低下した。連続ジャンプテストの跳躍高維持率は、 $83.5 \pm 5.2\%$ であった。
- (3) 300m 走スピード維持率と連続ジャンプテストの跳躍高維持率および各体力要因との間には、いずれの項目においても、有意な相関関係は認められなかった。

これらの結果から、300m 走におけるスピード維持率と本研究で新しく開発した連続ジャンプテストを含む各種体力要素との間に有意な関係は認められなかった。今後は、短距離競技者のスピード持久力に関連する体力を評価するために、連続ジャンプテストの方法を改良する必要がある。

参考文献

- (1) 大沼勇人, 小林海, 松林武生, 高橋恭平, 山中亮, 綿谷貴志, 広川龍太郎 (2020) “2020 年度主要競技会における男子 100m のレース分析”, 陸上競技研究紀要, Vol. 16 (2020), pp.82-87.
- (2) 高橋恭平, 広川龍太郎, 松林武生, 小林海, 松尾彰文, 柳谷登志雄, 山元康平, 山中亮, 大家利之, 吉本隆哉, 大沼勇人, 輪島裕美, “2016 年国内外トップスプリンターの 200m における走パフォーマンス分析”, 陸上競技研究紀要, Vol. 12 (2016), pp. 84-91.
- (3) 山元康平, 宮代賢治, 内藤景, 木越清信, 谷川聡, 大山卞圭悟, 宮下憲, 尾縣貢 “陸上競技男子 400m 走におけるレースパターンとパフォーマンスとの関係”, 体育学研究, Vol. 59 (2014), pp. 159-173.

- (4) 山元康平, 宮代賢治, 内藤景, 白木駿佑, 梶谷亮輔, 大山卞圭悟, 木越清信, 尾縣貢, “400m 走競技者のアセスメントのための簡易的指標作成の試み”, 陸上競技研究, Vol. 2019, No. 2 (2019), pp. 34-44.
- (5) 尾縣貢, 福島洋樹, 大山圭悟, 安井年文, 鍋倉賢治, 宮下憲, 関岡康, 永井純, “下肢の筋持久性と 400m 走中の疾走速度逓減との関係”, 体育学研究, Vol. 42, No. 485 (1998), pp. 370-379.
- (6) 尾縣貢, 真鍋芳明, 高本恵美, 木越清信, “400m 走中の下肢関節トルク持続能力と下肢の筋持久性との関係”, 体力科学, Vol. 52, (2003), pp. 455-464.
- (7) 尾縣貢, 高本恵美, 伊藤新太郎, “上肢の無氣的作業能が 400 走タイムおよび走速度逓減に及ぼす影響”, 体力科学, Vol. 48, (2003), pp. 573-583.
- (8) 尾縣貢, 福島洋樹, 大山圭悟, 安井年文, 関岡康雄, “筋疲労時の疾走能力と体力的要因との関係”, 体力科学, Vol. 47, (1998), pp. 535-542.
- (9) 尾縣貢, 安井年文, 大山卞圭吾, 山崎一彦, 荻部俊二, 高本恵美, 伊藤穰, 森田正利, 関岡康雄, “一流 400m ランナーにおける体力特性とレースパターンとの関係”, 体育学研究, Vol. 45, (2000), pp. 422-432.
- (10) 前村公彦, 宮下憲, 高松薫 “重炭酸緩衝能力と 400m 走パフォーマンスとの関係”, 陸上競技研究, Vol. 62, No.3, (2005), pp. 10-15.
- (11) 森健一, 吉岡利貢, 荻山靖, 尾縣貢 (2012) “短距離走者における無酸素性能力および走パフォーマンス評価としての Wingate test の有用性”, 体育学研究, Vol. 57, (2012), pp. 275-284.
- (12) 吉岡利貢, 前村公彦, 井上洋祐, 宮下憲, 鍋倉賢治, “400m スプリンターを対象とした自転車運動による体力評価の有用性”, 陸上競技研究, Vol. 77, No. 2, (2009), pp. 10-16.
- (13) 図子浩二, トレーニング論Ⅱ トレーニング計画と理論, 公認スポーツ指導者養成テキスト共通科目Ⅲ, (2013), pp. 104-117, 日本体育協会
- (14) 清水千寛, 中垣浩平, “野球選手の下肢筋持久力を評価する簡便なフィールドテストの有用性”, 体育学研究, Vol. 66, (2021), pp. 422-432.
- (15) 犬井亮介, 遠藤俊典, 田原陽介, 安井年文, “女子学生競技者におけるロングスプリント走の疾走速度低下と下肢パワー発揮能力の持久性との関係”, 陸上競技研究, Vol. 2023, No. 1 (2023), pp. 10-17.
- (16) Miguel, P. P., and Reis, V. M. “Speed strength endurance and 400m performance”. *New Studies in Athletics*, Vol. 19, No. 4, (2004), pp. 39-45.
- (17) 図子あまね, 荻山靖, 図子浩二, “リバウンドジャンプテストを用いた跳躍選手の専門的な下肢筋力・パワーに関する評価”, 体力科学, Vol. 66, No.1 (2016), pp. 79-86.
- (18) 図子浩二, 高松薫, 古藤高良, “各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性”, 体育学研究, Vol. 38, (1993), pp. 265-278.

(2023年8月3日受理)