

短距離走におけるスターティングブロックの最適配置方法に関する研究

篠原 康男¹⁾ 前田 正登²⁾

I. 目的

陸上競技における短距離走のスタートダッシュでは、身体を静止した状態から身体を加速させることが求められる。そのため、選手は自身が意図するスタート動作ができるように、レース前にスターティングブロックの配置調整を行っている。

スターティングブロックの配置は、前後のブロック間の距離を基にバンチスタート（30cm以下）、ミディアムスタート（30-50cm）、及びエロンゲートッドスタート（50cm以上）のおおよそ3つに分けられる（Harland & Steele, 1997）が、選手はこれら3種類のブロック配置を参考にしつつ、自身が意図したスタート動作を行えるように、日々の練習の中でブロック配置の試行錯誤を行うことになる。

スターティングブロックの配置とスタートについては、ブロック配置とスタート後のスピードの関係（荒木, 1966）やブロック配置と構えの姿勢との関係（袖山ら, 1969）に着目した研究などが古くからなされている。近年では、国内トップクラスの選手も含め、幅広いレベルの選手200名を対象としたスターティングブロックの設置方法に関する実態調査の結果（一川ら, 2006）も報告されている。また、力学的観点の研究として、Payne & Blader（1971）はブロッククリアランス時における力発揮を報告しており、篠原と前田（2010）はスターティングブロックに加えられた力と第1歩目の地面反力との関係について報告している。しかし、スターティングブロックの配置と力発揮の関係については、Schot & Knutzen（1992）が前後のブロック間の距離を変えずにスタートラインから前ブロックまでの距離を変えて比較検討した報告や、Henry（1952）が前後のブロック間の距離のみを変え、ブロックスペーシングによってキック力の違いを検討した報告のように、スターティングブロックの配置と前後のブロックに加えられた力発揮及び1歩目の地面反力の関係について、詳細な検討をしているものはほとんど見当たらない。

本研究では、スターティングブロックの配置を、スタートラインから前ブロックまでの距離と前後のブロック間の距離の2つを設定条件とした。そして、これら2つの要因がブロッククリアランス時の力発揮や、第1歩目の地面反力にどのような影響を及ぼすのかについて明らかにし、ブロック配置とスタートダッシュのパフォーマンスの関係を検討した。

II. 方法

1. 被験者

被験者は、10年以上の陸上競技歴がある男子短距離選手1名（身長：159.8cm、体重：57.5kg、100mの最高記録：11秒43）で、前ブロック側の脚は左であった。なお、被験者には実験内容を十分に説明し、同意を得た上で実験を実施した。

2. 測定環境の設定

本研究では、スターティングブロックに加えられた力を測定するために、左右それぞれのスターティングブロックの下にフォースプレート（TP803-5416-5KN、テック技販）を設置した（Fig.1の①と②）。なおFig.1のように、後ブロックを取り付けたフォースプレートは F_{x_1} 、 F_{y_1} 及び F_{z_1} とし、前ブロックを取り付けたフォースプレートは F_{x_2} 、 F_{y_2} 及び F_{z_2} と定義し

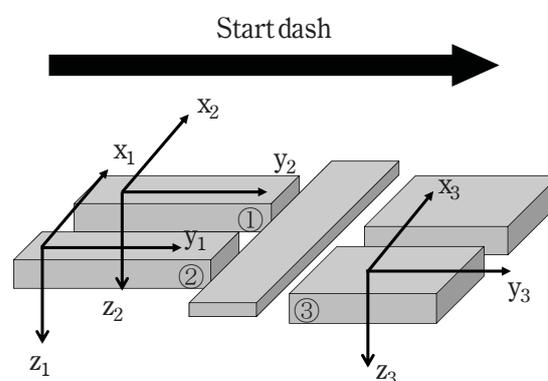


Fig. 1 各フォースプレートの軸設定

た. 第1歩目についても, フォースプレート (9281C, Kistler) を用いて地面反力の測定を行った (Fig.1の③). 第1歩目の地面反力の測定に用いたフォースプレートはFig.1のように, F_{x_3} , F_{y_3} 及び F_{z_3} と定義した.

3. 実験方法

被験者にはフォースプレートの上に固定したスターティングブロック (スーパーⅢ, NISHI) を用いて, 裸足でスタートダッシュを行わせた. その際に, 被験者がスターティングブロックに加えた力と第1歩目の地面反力を1kHzで測定した. 本研究では, 前後のブロックの配置を様々に変えて, スタートダッシュを行わせた. 被験者が通常行っているスターティングブロックの配置を基に, スタートラインから前足ブロックまでの距離 (以降, 前ブロックまでの距離) を7cm刻みで3種類 (A: 25cm, B: 32cm, C: 39cm), 前後のブロック間の距離を7cm刻みで6種類 (1: 3.5cm, 2: 10.5cm, 3: 17.5cm, 4: 24.5cm, 5: 31.5cm, 6: 38.5cm) とし, これらを組み合わせた計18パターンの配置 (A1-C6) をランダムに設定してスタートダッシュを行わせた. 試技回数は, 1パターンのブロック配置設定につき7回とし, 試技間は疲労の影響が出ないように, 選手に確認をとってから, 次の試技に移ることとした.

4. 分析項目

以下の項目を算出した. なお, 力積については被験者の体重で除した値とした.

- 前後それぞれのブロックに加えられた力積 (F_y と F_z の合ベクトルにより算出)
- 第1歩目の力積 (F_x , F_y , F_z について, それぞれ算出)
- 静止時の身体重心位置 (スタートラインから身体重心までの水平距離)

本研究では, 各配置パターンにおける身体重心位置と各種測定値との関係を検討した. なお, 統計分析における有意水準は5%未満とした.

Ⅲ. 結果

設定された各ブロック配置における身体重心及び各ブロックのスタートラインからの位置関係をFig.2に示す. 前後のブロック間の距離が大きくなるにしたがって, 身体重心位置はスタートラインから離れていく傾向を示した. また, 前ブロックまでの距離が大き

くなると, 前後のブロック間の距離が同じであっても, 身体重心位置はスタートラインから離れる傾向であった. 一方, 身体重心と各ブロックの位置関係は, 前ブロックをより後方に位置させると, 両ブロックとも身体重心からは離れる傾向であった. また, 前ブロックに対して後ブロックをさらに後方に位置させると, 身体重心と前ブロックとの距離は小さくなり, 後ブロックとの距離は大きくなる傾向であった.

身体重心位置とブロックに加えられた力積の関係をFig.3に示す. 前後のブロックに加えられた力積の合計は, ブロック配置を変更しても全体としては大きく変わらなかった. また, 前後それぞれのブロックに加えられた力積は大きさにばらつきがみられたが, 全体として特定の傾向はみられなかった. さらに, Fig.4より, 前ブロックに加えられた力積と後ブロックに加えられた力積の間には負の相関が認められ ($r = -0.94$, $p < 0.05$), 相互に影響し合っていた.

身体重心位置と第1歩目の力積の関係をFig.5に示す. 身体重心位置と第1歩目の力積の間には特定の傾向はみられなかった.

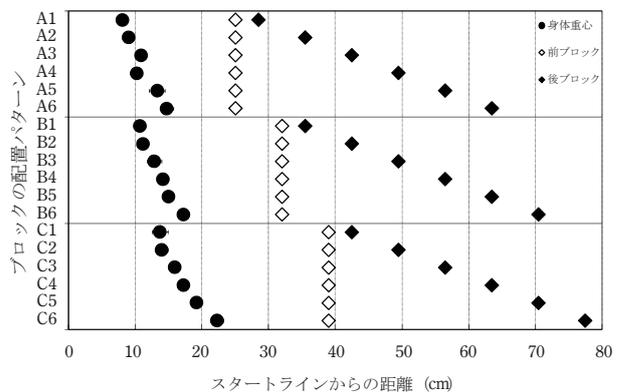


Fig. 2 各ブロック配置における身体重心及び各ブロックのスタートラインからの位置関係

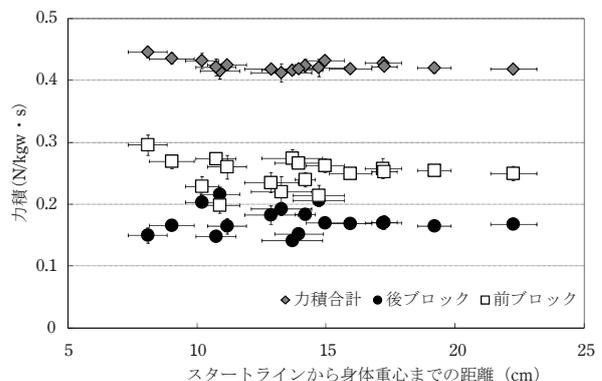


Fig. 3 スタートラインから身体重心までの水平距離と各ブロックに加えられた力積の関係

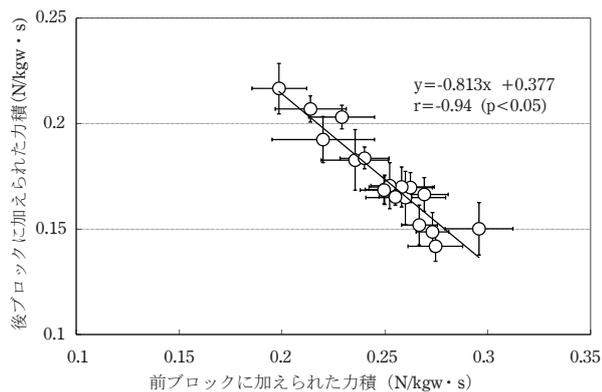


Fig. 4 前ブロックに加えられた力積と後ブロックに加えられた力積

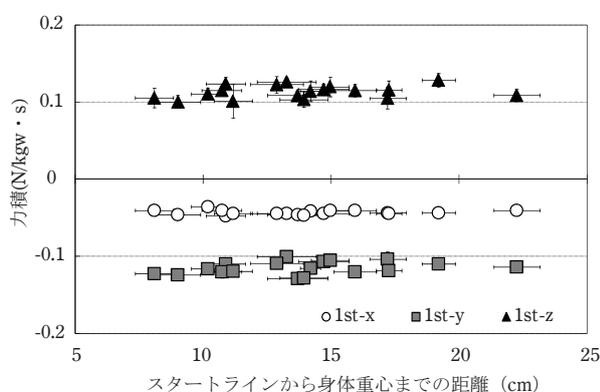


Fig. 5 スタートラインから身体重心までの距離と第1歩目の力積の関係

IV. 考察

短距離走におけるクラウチングスタートでは、左右の足を置く位置となるスターティングブロックの配置によって構え方はほぼ決まることになる。伊藤ら(1979)は、ブロック配置が異なるとそれに対応して身体重心位置も異なっていたことを報告している。本研究においても、ブロック配置を変更したことによって身体重心位置は変化し、各ブロックとの位置関係も変わっており、ブロック配置の変更により「用意」の姿勢が変化したと考えられる。伊藤らの報告や本研究では、被験者に「用意」の姿勢についての指示を行っておらず、これらの結果は設定されたブロック配置に対して被験者が自然に構えた姿勢であると考えられる。そこで、ブロックの配置を構成する2つの距離を変化させた影響について、身体重心位置との関係を基に検討する。

スタートダッシュにおいて、身体を静止した状態か

ら加速するためには、力積が重要となる。Fig.3より、前後のスターティングブロックに加えられた力積の合計はブロック配置が様々に変わっても、大きく変わることはなかったが、ブロック配置によって前後のブロックそれぞれに加えられる力積は変化していた。これは、ブロック配置の変更によって、手がつく位置や、前足、後足をつける位置の相対関係の変化と、それに伴う身体重心位置の変化が原因ではないかと推察される。Fig.2より、ブロック配置を変えることで身体重心の位置が変わっており、それに伴って、前後のブロックと身体重心との距離も変わっていた。前後のブロックの位置は、それぞれ身体重心に働く力の作用点であり、身体重心と各ブロックまでの距離が変わることで、身体重心への力の働き方は異なるものと考えられる。つまり、ブロック配置の変化によって、力発揮の初期条件が異なり、ブロックに力を加える際の脚の使い方が変わることが推察される。また、前後のブロックに加えられた力積は相互に影響し合っていた(Fig.4)ことから、ブロック配置の変更によって前後のブロックの使い方が変化したことが考えられる。

一方、第1歩目の地面反力にはブロック配置が様々に変わっても大きな差が見られなかった(Fig.5)。これは、ブロック配置の変更が及ぼす影響に対して、第1歩目が接地するまでの間で対応することにより、ブロック配置に関わらず、同様の接地ができるようにしていると考えられる。したがって、被験者Y.Sには第1歩目でどのように力発揮を行うのかという方略が固有のものとして存在している可能性が考えられた。

V. まとめ

本研究では、スターティングブロックの配置に注目し、スタートラインから前ブロックまでの距離及び前後のブロック間の距離が、ブロッククリアランス時の力発揮と第1歩目の地面反力にどのように影響するかを検討した。分析の結果、次のことが明らかになった。

- ブロック配置変更により、スタートラインから前ブロックまでの距離及び前後のブロック間の距離が大きくなるにしたがって、身体重心位置はスタートラインから離れる傾向であった。
- ブロック配置を様々に変更しても、ブロック全体に加えられた力積や第1歩目には大きな変化はみられなかった。また、前後のブロックに加えられた力積は相互に影響し合っていた。

したがって、ブロックの配置については、「用意」の構えに対するブロック配置変更の影響度と、選手自身の前後のブロックの使い方を考慮した上で、検討する必要があることが示唆された。

文 献

荒木善行 (1966) クラウチングスタートにおけるブロックの位置とスピードについて. 体育学研究, 10 (2) : 249.

Harland, M.J. and Steele, J.R. (1997) Biomechanics of the sprint start, *Sports Medicine*, 23 (1) : 11-20.

Henry, F.M. (1952) Force-time characteristics of the sprint start, *Reserch Quarterly*, 123 (3) : 301-318.

一川大輔・安井年文・高畠瑠依 (2006) スターティングプロッ

ク設置方法に関する基礎的研究. 陸上競技研究, 67 : 13-21.

伊藤 宏・青木賢一・田中秀幸 (1979) クラウチングスタートにおける身体重心と両足との位置関係に関する実験的研究. 静岡大学教育学部研究報告 (自然科学編), 30, 15-22.

Payne, A.H. and Blader, F.B. (1971) The mechanics of the Sprint Start, *Medicine and Sport vol.6, Biomechanics II* : 225-231.

袖山 紘・浅川正一・金原 勇・小佐文雄 (1969) クラウチングスタートの構えに関する基礎的研究. 体育学研究, 13 (5) : 168.

篠原康男・前田正登 (2010) 短距離走におけるスターティングブロックに加わる力の測定. 陸上競技研究, 80 : 44-50.

Schot, P.K. and Knutzen, K.M. (1992) A biomechanical analysis of four sprint start positions, *Reserch Quarterly for Exercise and Sports*, 163 (2) : 137-147.