

400m レース展開のキネマティクス分析

－ 4 つの局面の変容を比較して －

エリートコーチングコース

5 0 2 2 A 3 5 0 - 0 佐藤 拳太郎

研究指導教員： 磯 繁雄 教授

I 目的

陸上競技 400m 走は、ATP-PCr 系と解糖系を主とする無酸素性エネルギー供給系を最大限に活用し、約 50 秒程度で疾走する最も長い短距離走種目となる。無酸素性エネルギー供給は全力運動を行った場合、およそ 40 秒程度で枯渇することから、レース全体に渡り全力疾走を維持することは困難であり、ペース配分を誤ると高いパフォーマンスは見込めない。したがって、これまで 400 m 走のペース配分、レースおよび動作分析に関する研究が数多く行われてきた (Bruggeman and Glad, 1990 ; Ferro et al, 2001 ; 持田・杉田, 2010 ; 杉田, 2003 ; 尾縣ら, 1998, 2003 ; 山元ら, 2014) 。しかしながら、先行研究では分析区間数および分析距離の不足から、時々刻々と変化する 400m 走の速度変化や各区間の疾走動作を詳細に分析しているとは言い難い。

そこで本研究は、国際競技会出場経験のある選手から県大会出場までの幅広いレベルにある選手を対象に、400 m 走における 10 m 区間毎のスプリント速度、ピッチおよびストライドを詳細に分析するとともに、レース進行に伴うスプリント動作の変容を明らかにすることを目的とし、400m 走における高いパフォーマンスを発揮するためにはどのような動作が求められるのかを検討した。

II 方法

被験者は、国際競技会出場経験のある選手

1 名を含む、一般男子陸上競技選手 21 名とした (年齢 20.5 ± 2.0 歳, 身長 174.1 ± 5.1 cm, 体重 65.1 ± 5.3 kg) 。

試技として、60m 走および 400m 走を各 1 本ずつ行った。10m 毎の疾走速度、ピッチおよびストライドを計測するため、60m 走では走路側方、400m 走では競技場中央よりスタートからフィニッシュラインまで被験者のパンニング撮影を行った。時空間変数および疾走動作を分析するため、60m 走では 50m 付近 (49.49-56.49 m) , 400m 走では第 2 コーナーの出口 (101.17-108.17m) , 第 3 コーナーの入口 (174.18-181.17m) , 第 4 コーナーの出口 (320-327m) および 390m 地点 (389.49-396.49 m) の直線走を行っている局面の 1 サイクルを高速度カメラを用いて撮影した。

脚が接地している局面を支持期 (接地瞬間, 支持期中間, 離地瞬間) , 右脚および、左脚が離地してから接地するまでの局面を遊脚期とした。支持期では、接地瞬間, 中間, 離地瞬間における股関節角度, 膝関節角度, 足関節角度, 体幹角度, 大腿角度, 下腿角度, 左右大腿間の角度, 股関節, 膝関節および足関節の最大伸展角速度, 体幹, 大腿および下腿における部分傾斜角速度, 脚全体の後方への最大スイング速度を、遊脚期では、最大もも上げ角度, 最大もも上げ角速度, 膝関節最大屈曲角速度, 大腿振り出し最大角速度, 最大引き付け角速度, 脚全体の最大振り下ろし

角速度を分析対象とした。

III 結果および考察

本研究における 400m 走の結果は $51.03 \pm 2.45\text{s}$ (47.50-56.63s) であった。疾走速度およびストライドはすべての区間において 400m 走記録と有意な負の相関関係がみられ、ピッチはいずれの区間においても有意な相関関係がみられなかった。このことは、400m 走ではすべての区間において高い疾走速度とストライドを獲得することが必要不可欠な要素であることを意味する。

400m 走の記録を従属変数とし、10m 区間毎の平均疾走速度、ピッチおよびストライドを独立変数とするステップワイズ法による重回帰分析を行った結果、400m 走における記録の説明変数として、240-250m 区間、70-80m 区間の平均疾走速度が選択され、貢献度はそれぞれ 50 % および 26 % であった。このことから、上記 2 区間で高い疾走速度を獲得することが、400m 走において高いパフォーマンスを発揮するために重要であると推察される。

400m 走における時空間変数の変化として、疾走速度、ピッチ、ストライドおよび滞空距離は、走行距離の増加に伴い減少傾向、接地時間は走行距離の増加に伴い増加傾向、支持距離および滞空時間は、400 m 走中の変化は少ない結果となった。

400m 走におけるキネマティク的要因の変化として、支持期中における股関節最大伸展角速度、下腿の最大角速度および脚全体の後方への最大スイング速度、遊脚期における最大もも上げ角度および角速度、膝関節最大屈曲角速度および大腿振り出し最大角速度は、400m 走中の変化が特に大きい結果とな

った。このことから、上記指標はレースの経過に伴い、動作の変容が大きいことが推察される。

400m 走における疾走速度の規定因子として、複数の区間において疾走速度との間に有意な相関関係が認められたキネマティク的要因は、支持期中間における下腿角度、離地瞬間における膝関節角度、支持期中の股関節伸展角速度、下腿傾斜角速度および脚の後方へのスイング速度、遊脚期における最大もも上げ角度および角速度であった。また、100m 区間では脚全体の後方への最大スイング速度、200m 区間では膝関節最大屈曲角速度、300m および 400m 区間では支持期中間の下腿角度が各区間との間で最も高い値を示した。

このことから、上記指標は疾走速度の獲得に重要な要素となり、これが低下することでレースの経過に伴うスプリント速度の減少の大きな要因となると推察される。また、上記指標が高いほど、パフォーマンス能力が高いことが示唆される。

