

## スプリント走加速局面における一流短距離選手の下肢スティフネスおよび疾走の特徴の変化

Changes in leg stiffness and sprint characteristics during the acceleration phase of running in top sprinters

小林 海 (Kai Kobayashi)

指導：川上 泰雄

### <緒言>

ヒトの走運動はバウンドしながら前方に進む運動であり (Farley et al. 1991), これまでに走運動中の接地期における下肢筋群の弾性要素の重要性が示唆されている (Cavagna et al. 1971)。接地期の弾性要素は脚スティフネスを算出することで評価されてきた。これまで、疾走速度の増加に伴い脚スティフネス, あるいは鉛直方向の脚スティフネスが増加することが報告されている (Arampatizis et al. 1999, Farley et al. 1996, Kuitunen et al. 2002, McMahon et al. 1990, 土江ら 2005)。また, Arampatizis et al. (1999) や Kuitunen et al. (2002) は足関節と膝関節の関節スティフネスが疾走速度に貢献していることを報告している。しかし, これまでの研究は一定速度による疾走によるものであり, 加速局面の脚スティフネス, 関節スティフネスにどのような変化がみられるかは明らかとなっていない。そこで本研究は, 一流選手の加速局面の脚スティフネス, 関節スティフネス, 下肢関節トルク, 疾走の特徴を明らかにすることを目的とした。

### <方法>

一流陸上短距離選手 5 名 (一流選手群) と陸上鍛錬者 5 名 (対照群) にスタートダッシュを, スタート位置を 5 m ずつ後方へずらして繰り返し実施した。実験には 12 台の 3 次元光学式位置測定装置 (VICON システム; VICON Motion Systems 社製), 走路に埋設した 6 枚の圧力盤 (90cm×60cm, Kistler-9287A; Kistler 社製) を使用し, 区間内全ての疾走動作と接地期における地面反力を測定した。分析項目はピッチ, ストライド, 疾走速度, 接地時間, 接地中の重心水平移動距離, 遊脚中の重心水平移動距離, 脚スティフネス, 鉛直方向の脚スティフネス, 重心上下動変化, 足関節角度変化, 膝関節角度変化, 足関節スティフネス, 膝関節スティフネス, 最大股関節伸展トルク, 力積, 地面反力の最大値であった。

### <結果・考察>

一流選手群は疾走速度の増加に伴い, ピッチは一定で, ストライドが有意に増大した。ストライドのうち, 遊脚中の重心水平移動距離が 16-18 歩目まで有意な増加を示したことから, 一流選手群は遊脚中の重心水平移動距離の増大によるストライドの増大によって疾走速度が増加したと考えられる。

また, 一流選手群は対照群より 10 歩目以降で疾走速度が高

く, 遊脚中の重心水平移動距離が大きかったことから, 一流選手群と対照群の疾走速度の差は遊脚中の重心水平移動距離の差によるストライドの差によることが示唆された。

加速局面の疾走速度の増加に伴う脚スティフネスに一定の傾向が認められなかったが, 一流選手群は鉛直方向の脚スティフネスが増加し (図 1), 最大ストライドと鉛直方向の脚スティフネスに有意な相関関係が認められた。このことから, 一流選手群の疾走速度の増加には鉛直方向の脚スティフネスが関与し, 鉛直方向に脚を硬くして接地することでバネとしての効果を生かし, 結果として次のストライドを増大させていると考えられる。

本研究では, 加速局面の膝関節スティフネスの増加は一流選手群, 対照群ともに認められなかった。足関節スティフネスも, 両群で有意な変化はみられず, 両群間にも有意差はなかった。よって, 加速局面における脚スティフネスの増減には関節スティフネス以外の要因が主に関与していることが示唆される。一方, 一流選手群の股関節伸展トルクは加速局面全体として増加傾向にあったことから, 一流選手は高い股関節伸展トルクを発揮して接地することで鉛直方向の脚スティフネスを増大させて疾走していたことが推察される。

一流選手群は水平方向, 鉛直方向それぞれの地面反力の最大値が対照群より高かったことから, 一流選手は短い接地時間で大きな鉛直方向の力を発揮することで, 鉛直方向の脚スティフネスを増加させ, 大きな遊脚期の重心移動距離を獲得することができ, 疾走速度を増加させることが示唆された。また, 一流選手は最大股関節伸展トルクを発揮する地点と, 鉛直方向の力の最大値の発現する地点が近づくことから, 加速局面後半では大きな鉛直方向の力の発揮に股関節伸展トルクが貢献している可能性が示唆された。

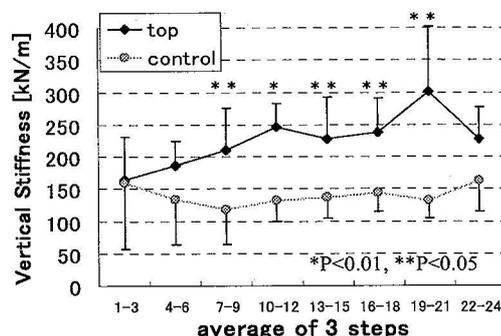


図 1. 加速局面の鉛直方向の脚スティフネスの変化