

パフォーマンスレベルの違いが主観的努力度と 疾走動作の関連性に及ぼす影響

杉本 祐太¹⁾ 前田 正登²⁾

Effect of athletic performance level on relation between subjective effort and movement of sprint running

Yuta Sugimoto¹⁾ and Masato Maeda²⁾

Abstract

Subjective effort is an adjustment in output performance, dependent on an athlete's perception and it is an important factor in sprint training. To gain information about utilizing subjective effort in sprint training, this study investigates changes in sprint running movement due to the different subjective effort of athletes at various performance levels. The participants were 15 male collegiate sprinters, who were divided into high-level (n=7) and low-level (n=8) groups based on their personal best times in the 100 m dash. The participants performed 50 m sprints at five levels of effort ranging from 60% to 100%, with increases at 10% intervals. The final 10 m of each sprint was recorded by two high-speed video cameras to analyze each participant's movement. The results are summarized as follows.

The decline in sprint speed at lower subjective effort was higher for the low-level group than high-level one. This was the reason why low-level group decreased swing back velocity of the leg with the change of knee joint angle increased below a subjective effort of 70%. And the achievement of sprint speed from a subjective effort of 90% to maximum effort was not practical because of knee extension during support phase. Moreover, below a subjective effort of 70%, the low-level participants' movement during support phase differed from that of maximum effort sprint running. In contrast, the high-level participants' movement was the same even a subjective effort of 60%.

Key words: subjective effort, athletic performance level, movement of sprint running

主観的努力度, パフォーマンスレベル, 疾走動作

I. 緒言

主観的努力度（以下、努力度と記述）とは、運動の出力を能動的に制御するための感覚情報（伊藤・村木, 2005）であり、トレーニングにおいて重要な役割を持つ。スプリントのトレーニングにおいても、疾走速度の調整などに努力度による運動の調整が用いられることが多い。しかし、努力度は選手の主観的情報に基づく感覚であるため、選手の意図するものと実際に発揮される客観的な疾走速度や競技記録は必ずしも一致するものではない。そのため努力度と客観的な指標の関連性を把握し、トレーニング実践への基礎的な知見を得ようとして、これまでも努力度に関する研究

がなされている（村木, 1983；伊藤・村木, 1997；小倉ほか, 1997；太田・有川, 1998；村木ほか, 1999；伊藤ほか, 2001；伊藤・村木, 2005）。

これまでの研究から、努力度が60%の時でも全力時の80%以上の速度で疾走しており努力度と客観的な出力には差があることや、努力度の変化が反映される下肢の動作変量が明らかになっている。村木（1983）は、努力度と疾走動作との関係について、努力度が90%以下の努力度では全力疾走時と比較して足先の軌跡が全体に扁平なものから縦に丸みを帯びたものに疾走動作が変容していたことを報告している。また、伊藤・村木（2005）は、男子では努力度が90%未満、女子では80%未満となるスプリント走が、最高疾走速度

1) 神戸大学大学院人間発達環境学研究科
Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

2) 神戸大学
Kobe University

に対応し得る疾走動作とは質的に異なっている可能性があると報告している。このように、努力度と客観的な指標との関連性がある程度明らかにされ、トレーニング実践への基礎的な知見がいくつか得られている。しかし、これまでの研究で選手のパフォーマンスレベルに目を向けたものは見られていない。

パフォーマンスレベルが高い選手を対象にした疾走動作に関する先行研究（佐川ほか, 1992；伊藤ほか, 1998）から、高い疾走速度を得るための合理的な疾走動作が明らかにされてきている。それらによれば、専門的なスプリントのトレーニング経験を有し、疾走動作に習熟した高いパフォーマンスレベルにある選手ほど、より高い疾走動作のスキルを獲得していると考えられ、パフォーマンスレベルを分ける基となる疾走動作のスキル差は、努力度に対応する疾走動作に影響を及ぼす可能性があると考えられる。小倉ほか（1997）は、専門的にスプリントの練習をしていない中学生男子では、努力度は100%であることが技術習得において適切であると報告しているが、日頃からスプリントの練習をしている選手も同様であるとは限らず、選手間のスキル差はトレーニングを行う際の努力度を設定する上で考慮すべきことであろう。

本研究の目的は、大学生男子陸上競技選手を対象に、異なるパフォーマンスレベルでの努力度に対応した疾走動作を明らかにすることで、パフォーマンスレベルに応じたスプリントトレーニングにおける努力度の設定に関する知見を得ることである。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は、大学陸上競技部に所属する男子短距離走選手13名、および走り幅跳びを専門とするが短距離走種目も出場機会が多い跳躍選手2名の計15名とし、100m走の公認最高記録で上位群（7名）と下位群（8名）に分けた。被験者の身長、体重、競技経験および

100m走の公認最高記録を表1に示す。なお、100m走の公認最高記録の平均値は、上位群（10.85 ± 0.19秒）と下位群（11.35 ± 0.21秒）で有意差（ $p < 0.01$ ）が認められた。

実験を行うにあたり、被験者には、本実験の要旨および実験に伴う危険性をあらかじめ説明した上で参加の同意を得た。

2. 実験方法

実験はオールウェザートラックの競技場にて十分なウォーミングアップの後、スパイクを着用して行った。被験者には努力度で100%を全力疾走とした時の60%、70%、80%、90%、および100%（以下、全力疾走）の5つの努力度によるスプリント走を行わせた。実験試技は、スタンディングスタートからの50m疾走で、前半の40mを加速区間、後半10mを速度維持区間とし、努力度は速度維持区間に反映させるように指示した。なお、試技の順序による影響を無くすために、実施する努力度は被験者ごとにランダムで行わせた。また、被験者には試技間に十分な休息を与え、疲労が試技に影響を与えないように配慮した。

速度維持区間における被験者の疾走動作を、完全に同期した2台の高速度ビデオカメラ（FASTCAM-Rabbit, PHOTRON社製）を用いて、被験者の側方約20mの位置より撮影対象区間を分割して撮影した。2台の高速度ビデオカメラの撮影スピードは240fps、シャッタースピードは1/2000秒とした。

対象とした試技の映像は、二次元動作解析ソフトウェア（Frame-DIAS II V3, ディケイエイチ社製）を用いて分析を行った。分析対象は疾走動作1サイクル（連続した2歩）とし、コンピュータに取り込んだ映像を元に、1サイクル分とその前後10コマ分の映像について身体23測定点のデジタイズを行った。これらの座標値から2次元DLT法により、実平面座標における身体各部の位置座標を算出した。

表1 被験者の身長、体重、競技経験および100m走公認最高記録

| | 上位群 (n = 7) | 下位群 (n = 8) | 有意差 |
|-----------------|----------------|----------------|------|
| 身長 (m) | 1.73 ± 5.8 | 1.74 ± 4.3 | N.S. |
| 体重 (kg) | 65.7 ± 5.7 | 62.3 ± 4.7 | N.S. |
| 競技経験 (year) | 8.3 ± 1.1 | 7.9 ± 1.7 | N.S. |
| 100m走公認最高記録 (s) | 10.85 ± 0.19 | 11.35 ± 0.20 | ** |

N.S. : 有意差なし, ** : $p < 0.01$

3. 分析項目

1 サイクルに要した時間からピッチ, 1 サイクルでのつま先の進行方向への位置変位からストライド, 1 サイクル中の接地期および滞空期のコマ数から接地時間および滞空時間をそれぞれ求めた。疾走速度は, ピッチとストライドの積により求めた。また, 以下に示す動作変量を求めた(図1)。これらの分析項目を算出するにあたり, データはバターワース型ローパスデジタルフィルタにより6Hzで平滑化した。なお, 各分析項目の変量はすべて右脚を対象とした。

1) 接地期

・接地・離地時の各関節角度：接地, 離地の瞬間の股関節 (θ_1, θ_4), 膝関節 (θ_2, θ_5) および足関節 (θ_3, θ_6) の角度；なお, 股関節は膝と大転子を結んだ線分と大転子と胸骨上縁を結んだ線分のなす角度, 膝関節は足首と膝を結んだ線分と膝と大転子を結んだ線分のなす角度, 足関節はつま先と足首を結んだ線分と足首と膝を結んだ線分のなす角度とした

- ・膝関節屈曲量 (θ_{k_f})：接地時の膝関節角度 (θ_2) と接地期における膝関節角度の最小値 ($\theta_{k_{min}}$) との差
- ・膝関節伸展量 ($\theta_{k_{ex}}$)：離地時の膝関節角度 (θ_5) と接地期における膝関節角度の最小値 ($\theta_{k_{min}}$) との差
- ・膝関節変化量 (θ_k)：膝関節屈曲量 (θ_{k_f}) と膝関節伸展量 ($\theta_{k_{ex}}$) との和
- ・各関節の伸展角速度：接地期における股関節 (ω_1), 膝関節 (ω_2), および足関節 (ω_3) の伸展角速度の最大値；なお, 伸展方向を正とした
- ・脚の後方スイング速度：接地期における脚全体(大転子と足首を結んだ線)の伸展角速度の最大値 (ω_4)

2) 滞空期

- ・腿上げ角度・角速度：大腿と鉛直線のなす角度の最大値 (θ_7) および角度の角速度の最大値 (ω_5)；なお, 屈曲方向を正とした
- ・引き付け角度・角速度：離地後の膝関節の最小値 (θ_8) および屈曲角速度の最大値 (ω_6)；なお, 屈曲方向を正とした

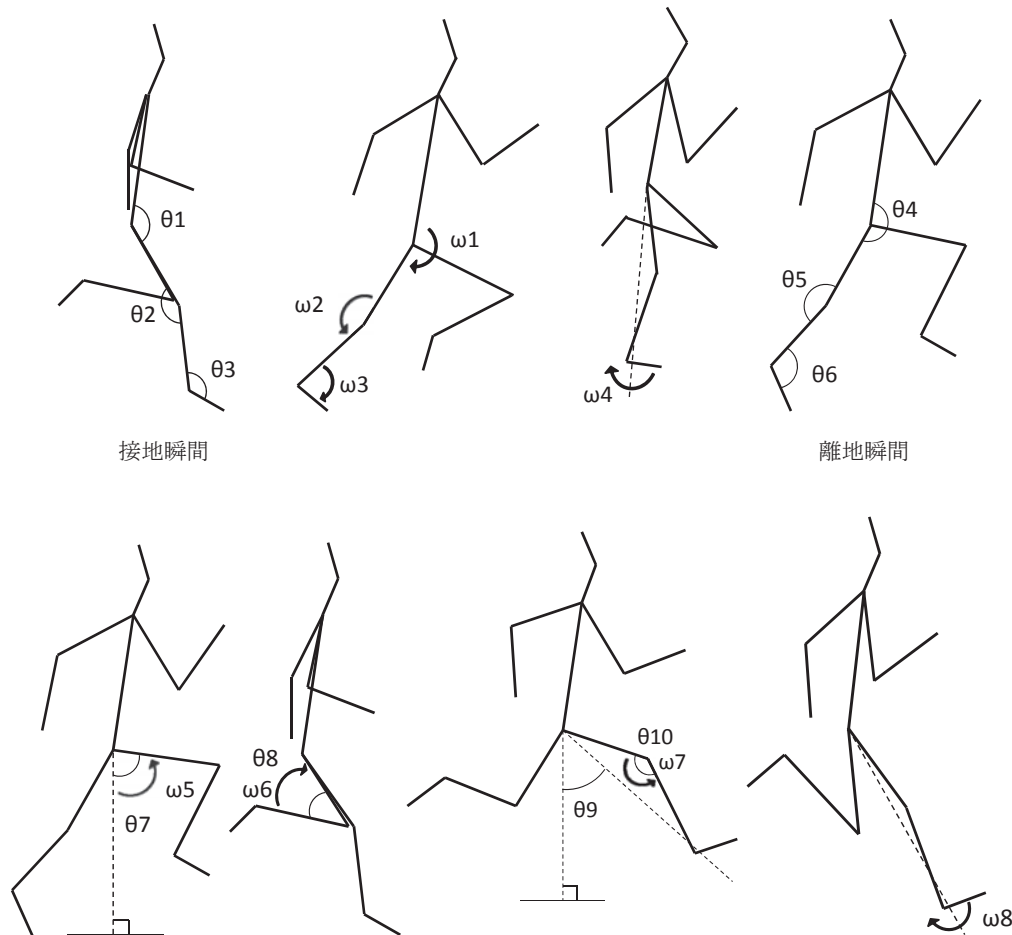


図1 角度および角速度の定義

- ・脚の振り出し角度：振り出し動作中の脚全体と鉛直線のなす角度の最大値 (θ_9)
- ・下腿の振り出し角度・角速度：脚の振り出し角度時の膝関節角度 (θ_{10}) および膝関節の伸展角速度の最大値 (ω_7)；なお、伸展方向を正とした
- ・脚の振り戻し角速度：接地直前の脚全体の伸展角速度 (ω_8)；なお、伸展方向を正とした

本研究では、各変量ごとに努力度とパフォーマンスレベルを要因とした繰り返しのない二元配置分散分析を用いた。主効果が認められた要因の水準間の平均値の差の検定にはTukey-Kramerの方法による多重比較検定を行った。

なお、本研究における統計処理の有意水準はすべて5%とした。

Ⅲ. 結果

努力度と疾走速度、ピッチおよびストライドの関係を図2にそれぞれ示す。疾走速度は、上位群では全力

疾走と70%以下の努力度および努力度90%と努力度60%との間に、下位群では全力疾走と80%以下の努力度、努力度90%と70%以下の努力度、努力度80%および努力度70%と努力度60%との間にそれぞれ有意差が認められた。また、疾走速度は全ての努力度で上位群が下位群よりも有意に速かった。ピッチは、上位群では全力疾走と80%以下の努力度、努力度90%と70%以下の努力度および努力度80%と努力度60%との間に、下位群では全力疾走および努力度90%と80%以下の努力度、努力度80%および70%と努力度60%との間にそれぞれ有意差が認められた。また、ピッチは80%以下の努力度で上位群が下位群よりも有意に高い値を示した。ストライドは下位群では全力疾走と努力度70%との間に有意差が認められ、努力度60%時に上位群が下位群よりも有意に高い値を示した。

努力度と接地時間および滞空時間の関係を図3に示す。接地時間は、下位群では全力疾走と70%以下の努力度、努力度90%、80%および70%と努力度60%との間にそれぞれ有意差が認められた。また、努力度60%時に上位群が下位群よりも有意に高かった。滞空時間は、両群とも全力疾走と80%以下の努力度、努力度90%と70%以下の努力度および努力度80%と努力度60%との間にそれぞれ有意差が認められた。

努力度と股関節伸展角速度、膝関節伸展角速度および足関節伸展角速度の関係を図4に、脚の後方スイン

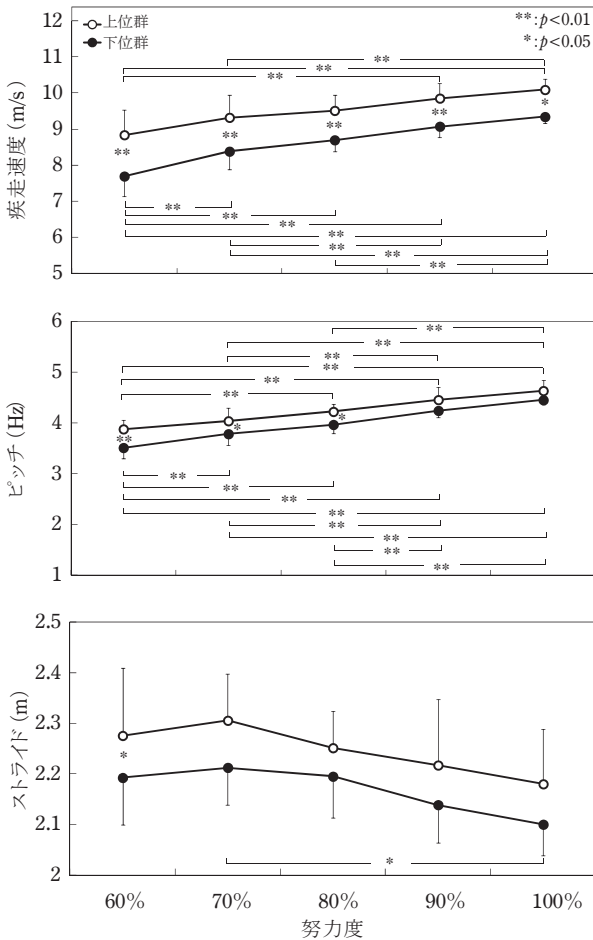


図2 努力度と疾走速度、ピッチおよびストライドの関係

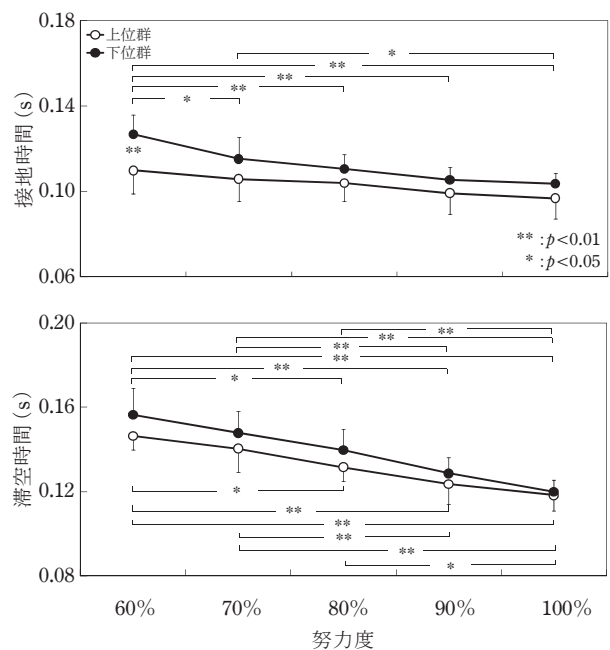


図3 努力度と接地時間および滞空時間の関係

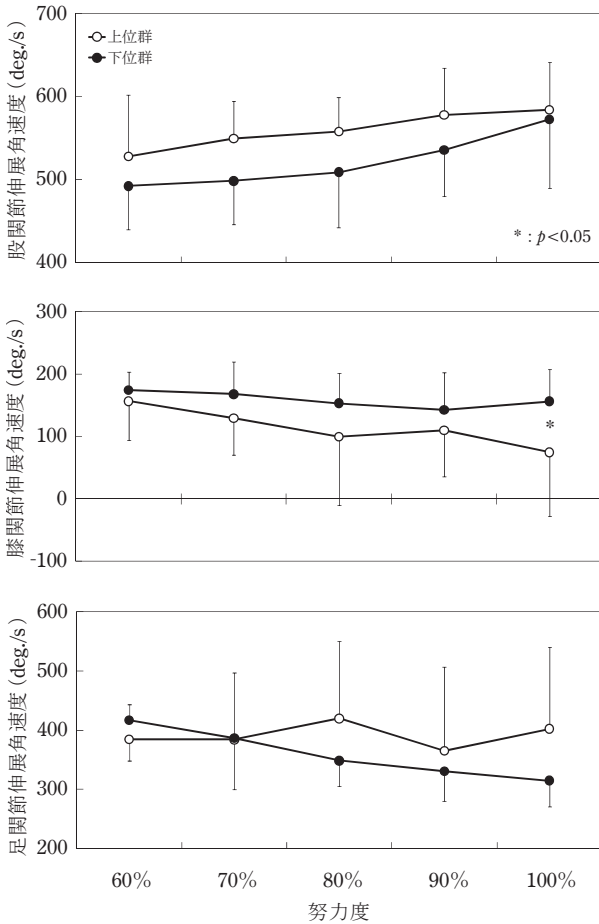


図4 努力度と股関節角速度、膝関節角速度および足関節角速度の関係

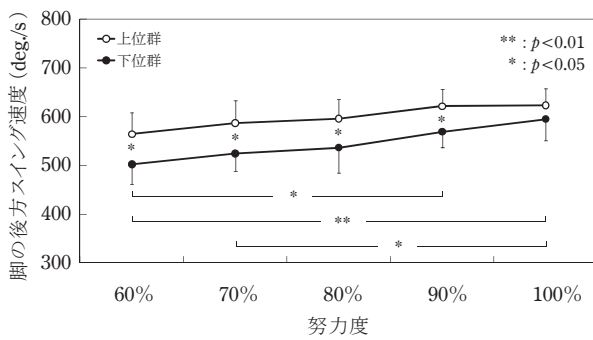


図5 努力度と脚の後方スイング速度の関係

グ速度との関係を図5にそれぞれ示す。脚の後方スイング速度は、下位群では全力疾走と70%以下の努力度および努力度90%と努力度60%との間にそれぞれ有意差が認められた。また、脚の後方スイング速度は90%以下の努力度で上位群が下位群よりも有意に速かった。膝関節伸展角速度は全力疾走時に下位群が上位群よりも有意に速かった。

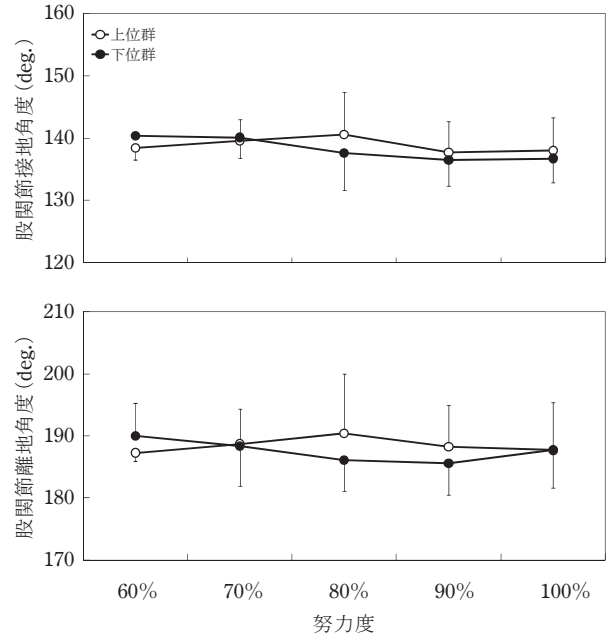


図6 努力度と接地時および離地時の股関節角度の関係

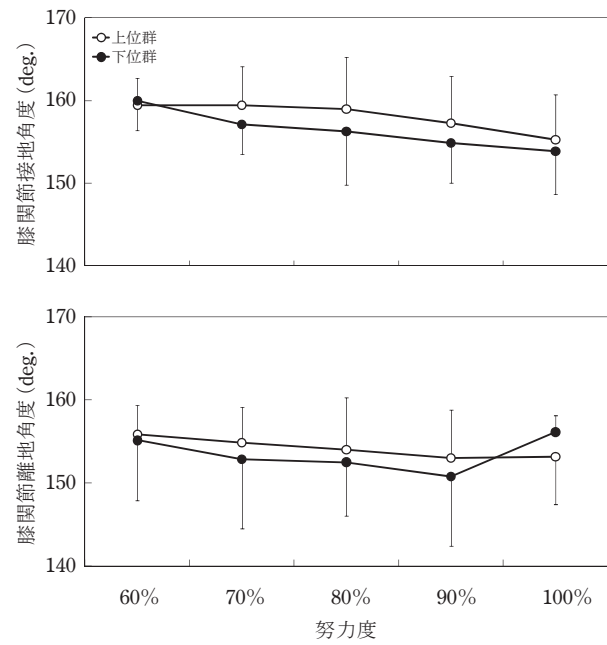


図7 努力度と接地時および離地時の膝関節角度の関係

努力度と接地および離地時の股関節、膝関節および足関節角度の関係を図6、図7、および図8に示す。離地時の足関節角度は、全力疾走時と努力度80%および70%で上位群が下位群よりも有意に高かった。

努力度と腿上げ角度、引き付け角度、脚の振り出し角度および下腿の振り出し角度の関係を図9に示す。腿上げ角度は、全力疾走時に上位群が下位群よりも有

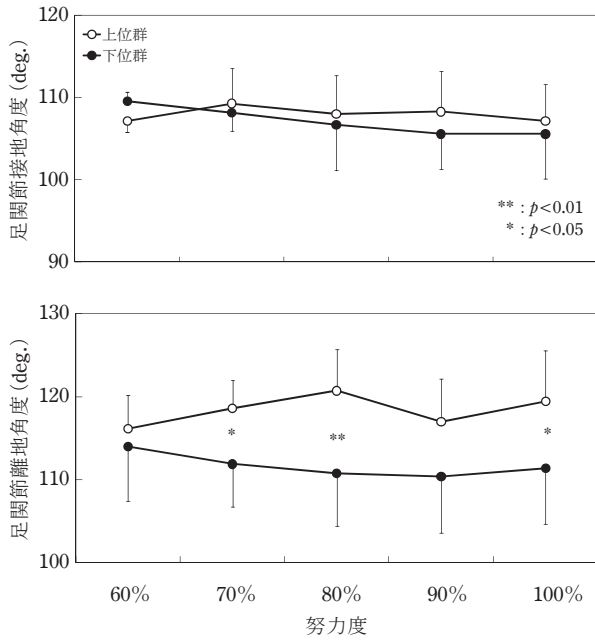


図8 努力度と接地時および離地時の足関節角度の関係

意に高かった。脚の振り出し角度は、上位群では努力度70%と全力疾走との間に有意差が認められた。また脚の振り出し角度は、努力度60%時に上位群が下位群よりも有意に高かった。下腿の振り出し角度は、上位群では全力疾走と70%以下の努力度との間に、下位群では全力疾走および努力度90%と努力度60%との間にそれぞれ有意差が認められた。

努力度と腿上げ角速度、引き付け角速度、下腿の振り出し角速度および脚の振り戻し角速度の関係を図10に示す。腿上げ角速度は、下位群では努力度90%と努力度60%との間に有意差が認められた。引き付け角速度は、上位群では全力疾走と努力度70%以下との間に、下位群では全力疾走、努力度90および80%と努力度60%との間にそれぞれ有意差が認められた。下腿の振り出し角速度は、下位群では全力疾走、努力度90および80%と努力度60%との間にそれぞれ有意差が認められた。また下腿の振り出し角速度は、努力度60%時に上位群が下位群よりも有意に高かった。脚の振り戻し速度は、80%以下の努力度で上位群が下位群よりも有意に高かった。

努力度と接地期における膝関節の屈曲量、伸展量および変化量との関係を図11に示す。膝関節伸展量は、全力疾走時に下位群が上位群よりも有意に高かった。膝関節変化量は下位群では全力疾走と努力度60%との間に有意差が認められた。また膝関節変化量は、努力度70%時に下位群が上位群よりも有意に高かった。

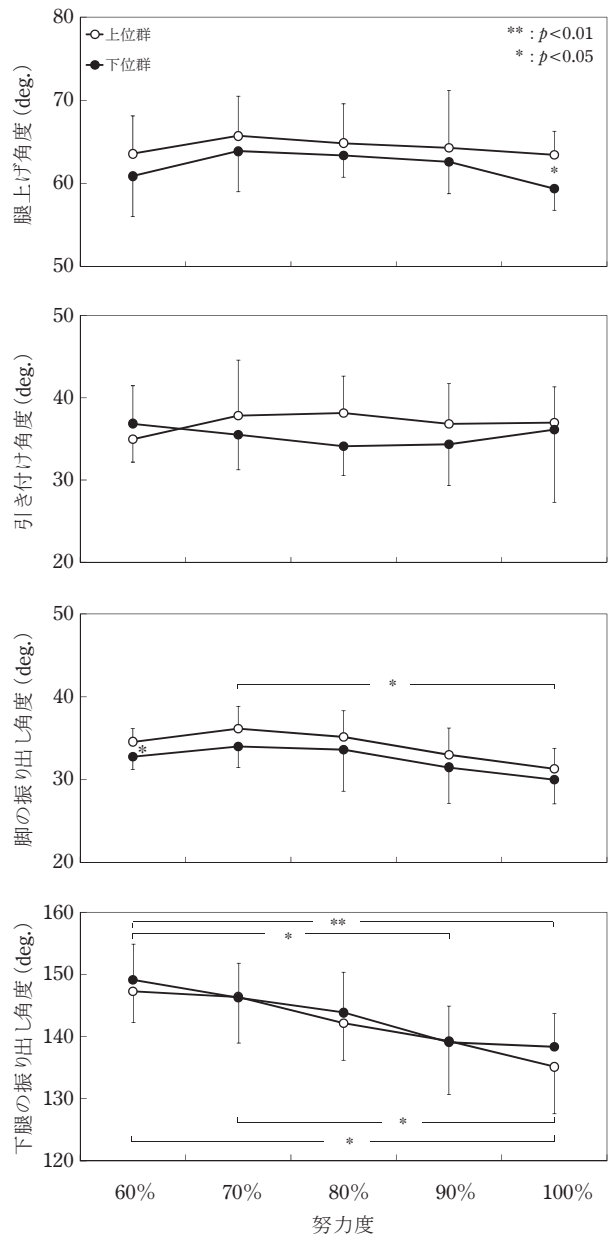


図9 努力度と腿上げ角度、引き付け角度、脚の振り出し角度および下腿の振り出し角度の関係

IV. 考察

1. 努力度と疾走動作の関連性

本研究において上位群および下位群とも努力度の変化にともなう疾走速度の変化は、ストライドの変化も関わるが、主にピッチにより調整されていたことがわかる。下肢の疾走動作について見ると、引き付け角速度および下腿の振り出し角度は上位群、下位群とも70%以下の努力度もしくは努力度60%時で全力疾走との間に有意差が認められた。このことからパフォーマンスレベルによらず、努力度を大きく低下させる

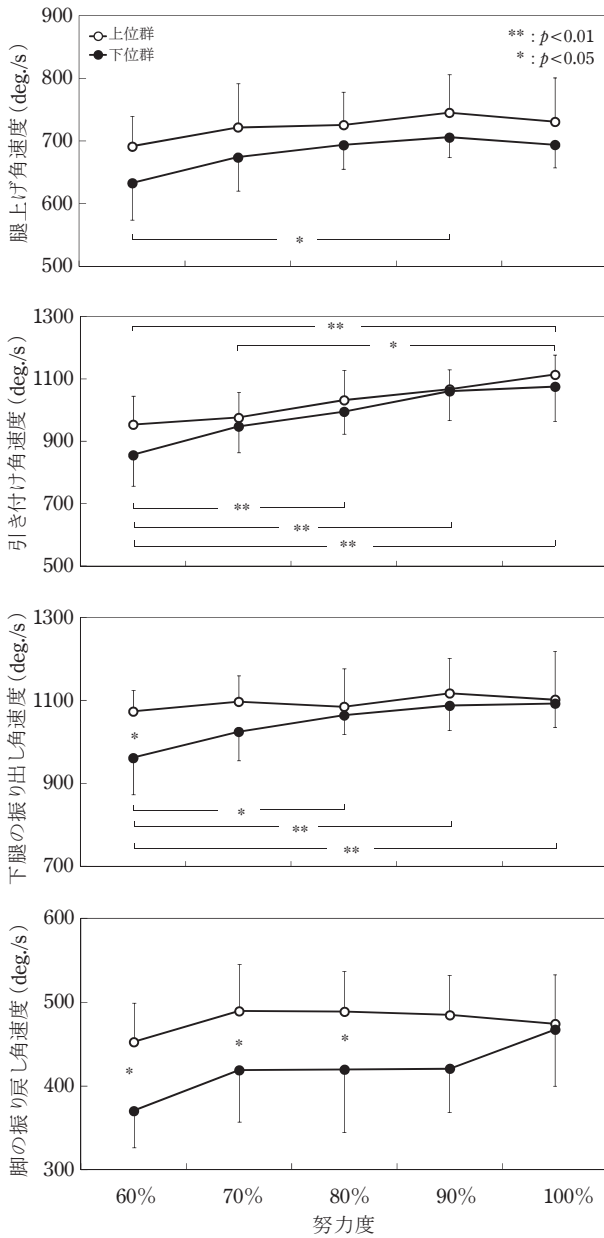


図10 努力度と腿上げ角速度、引き付け角速度、下腿の振り出し角速度および振り戻し角速度の関係

と、離地後の引き付け動作が著しく遅くなるとともに接地前の下腿の振り出しが著しく大きくなっていくと考えられる。また引き付け角速度の著しい低下は、ピッチ、さらには疾走速度の低下となって表れていると考えられる。

このように、努力度の変化に伴って上位群および下位群に共通した疾走動作の変容が認められたが、他方で、下位群にのみ特徴的な疾走動作の変容も認められた。

疾走速度は、上位群および下位群で努力度の変化に合わせて増減していた。しかし、全力疾走時の値を

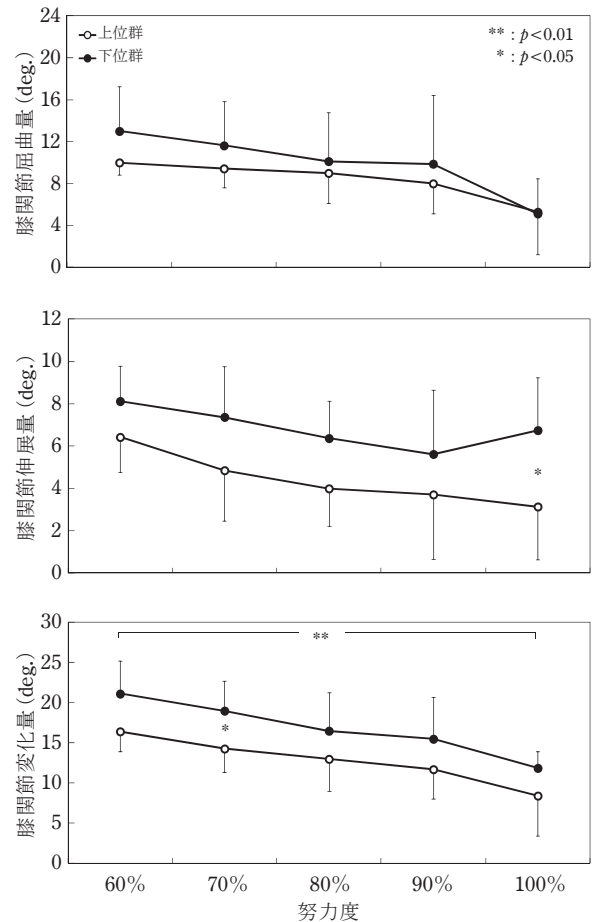


図11 努力度と接地期における膝関節の屈曲量、伸展量および変化量との関係

100%とした時の努力度60%、70%、80%および90%時における疾走速度の相対値をみると、上位群では87.5%、92.3%、94.3%および97.6%、下位群では82.4%、89.8%、93.1%および97.1%となり、下位群は上位群に比べて努力度が低いほど同等の努力度に対して速度の相対値が小さい傾向であった。下位群では、脚の後方スイング速度が全力疾走および努力度90%時と70%以下の努力度との間で有意差が認められた。伊藤ほか(1998)は、脚の後方スイング速度が疾走速度の獲得に重要であると報告していることから、脚の後方スイング速度の著しい低下が疾走速度の低下につながったと考えられる。また、腿上げ角速度も下位群のみ努力度90%時と60%時に有意差が認められた。伊藤ほか(1998)が、腿上げ角速度は反対側の脚の後方スイング速度に対応したものであり、脚の後方スイング速度が速い選手ほど腿上げ角速度が速いと報告していることから、下位群のみ腿上げ角速度に著しい低下が認められたのは、脚の後方スイング

速度の著しい低下に対応したものであると考えられる。また、股関節伸展角速度は下位群でも全力疾走時と最大下努力度間で有意差が認められておらず、下位群の膝関節変化量は、全力疾走時と努力度60%時に有意差が認められていた。接地期の膝関節角度の変化量を少なくすることは、股関節伸展角速度を脚の後方スイング速度に転換するうえで重要である(伊藤ほか, 1998)ことから、下位群の努力度60%時の脚の後方スイング速度が著しく低下したのは、接地期の膝関節角度の変化量が著しく大きくなったことによるものと考えられる。また下位群では、努力度70%時でも股関節伸展角速度は全力疾走時と有意差が認められなかったのに対し、脚の後方スイング速度は有意に低下していることから、下位群では努力度70%時でも接地期の膝関節角度の変化量が大きい疾走動作になっていた可能性がある。全力疾走時の値を100%とした時の努力度60%、70%、80%および90%時における滞空時間の相対値は、上位群では124.1%、118.8%、111.5%および104.5%、下位群では130.6%、123.5%、116.6%および107.4%となり、下位群は上位群に比べて努力度が低いほど同等の努力度に対して滞空時間の相対値が大きい傾向であった。したがって、下位群は努力度を低下させると膝関節角度の変化量が著しく大きくなるとともに、上位群よりも滞空時間の増加が大きくなっていた可能性がある。

またストライドは、下位群のみ努力度70%時に全力疾走と比較して有意に増加していた。これは努力度を低下させると接地期の膝関節角度の変化量が著しく大きくなり、滞空時間が大きく増加したことが要因であると考えられる。さらに接地時間も、下位群のみ70%以下の努力度で全力疾走と比較して有意に増加していた。この接地時間の増加は、脚の後方スイング速度が著しく低下したことに対応したものであると言える。

以上のように、下位群では努力度を大きく低下させると、膝関節の屈伸動作により疾走動作が変容し、上位群よりも大きな疾走速度の低下が認められた。さらに下位群では、最大下努力度から全力疾走にかけて努力度を増加させた時に特徴的な疾走動作の変容がみられた。下位群では、努力度間での有意差は認められないものの、努力度90%から全力疾走にかけての膝関節伸展角速度および膝関節伸展量は増加し、脚の振り戻し速度も同様の変化を示した。すなわち、下位群では努力度90%から全力疾走時にかけて接地直前の振り戻しを速くし、さらに接地期の膝関節の伸展が大き

くなっていた可能性がある。また全力疾走時には下位群での膝関節伸展角速度および膝関節伸展量は上位群よりも著しく大きくなっていた。下位群の脚の振り戻し速度は全力疾走時には上位群とほぼ同じ値であり、また股関節伸展角速度もほぼ同じ値となっていた。さらに、脚の後方スイング速度は全力疾走時には最大下努力度時とは異なり、上位群と下位群で有意差はなかった。脚の振り戻し動作は、続く接地期での脚全体のスイング速度を予め高めておくために重要であると報告されている(伊藤ほか, 1998)ことから、下位群の股関節伸展角速度および脚の後方スイング速度が、全力疾走時に上位群と大きく変わらなかったのは、振り戻し動作を速くしたことによるものと考えられる。しかし下位群は、疾走速度獲得に重要である股関節伸展角速度および脚の後方スイング速度は上位群と大きく変わらない値を示しながらも、疾走速度は上位群よりも有意に低かった。これは、全力疾走時の接地期の膝関節の伸展が上位群よりも著しく大きくなり、上位群のように股関節伸展角速度を脚の後方スイング速度、さらには疾走速度に転換できなかったことによるものと考えられる。つまり、下位群の努力度90%から全力疾走にかけての疾走速度の増加は、接地期の膝関節の伸展が大きいキック動作になっていたことによるものであり、合理的な動作によるものでなかったと言える。

以上のことから、下位群は70%以下の努力度では接地期の膝関節の屈伸動作が大きくなっており、そのことが脚の後方スイング速度の著しい低下による疾走速度の変化、さらには接地時間およびストライドの著しい増加に影響していたと考えられる。また下位群では、努力度90%から全力疾走にかけては、振り下ろし動作を速くすることで、上位群と大きく変わらない股関節伸展角速度ならびに脚の後方スイング速度を得ていた。しかし、同時に接地期での膝関節の伸展も小さくなっており、疾走速度の増加は、股関節伸展角速度を脚の後方スイング速度ならびに疾走速度に有効に転換できていないという点で合理的なキック動作によるものでなかったと言える。

2. 最大下努力度でのスプリントトレーニング

伊藤・村木(2005)は、努力度が低下して接地時間が増加した動作は高い疾走速度を得る動きとは質的に異なる可能性があるとし、その疾走動作の質が保たれるのは疾走速度、ピッチ、接地時間および滞空時間の全力時に対する相対値の変化量が5%以内の範囲であ

ると述べている。本研究の上位群では80%以下の努力度、下位群では90%以下の努力度で、伊藤・村木(2005)の質的変化が起こると定義した全力時に対する相対値の変化量を越えていた。伊藤・村木(2005)の定義に従うならば、本研究の上位群は80%以下の努力度で、下位群は90%以下の努力度で、疾走動作の質的変化が起こっている可能性がある。しかし、接地期の疾走動作についてみると、下位群は70%以下の努力度では全力疾走と比較して脚の後方スイング速度の著しい低下ならびに接地時間の著しい増加が認められ、さらに努力度60%時には接地期の膝関節の屈伸動作が著しく大きくなっていった。他方、上位群ではこれらの動作変量に関して努力度を低下させても大きな変化はみられなかった。疾走速度は主に接地期のスイング動作によって獲得されることから(伊藤ほか, 1998)、努力度を低下させたスプリントトレーニングにおいても、接地期の疾走動作は特に留意すべきことであると考えられる。本研究の結果からは、パフォーマンスレベルの低い選手では、努力度を80%まで低下させたスプリント走が、脚の後方スイング速度および接地時間が著しく変化せず、全力疾走時の疾走動作を維持しながらトレーニングを行うことができる下限であると考えられる。しかし、70%以下の努力度、とりわけ努力度60%時では、接地期の膝関節角度の変化量が著しく大きい疾走動作となり、全力疾走時のものとは大きく異なってしまう可能性がある。したがって、パフォーマンスレベルの低い選手が70%以下の努力度でスプリントトレーニングを行う際は、接地期の膝関節の屈伸動作が大きくなるよう留意する必要があると考えられる。他方、パフォーマンスレベルの高い選手は、努力度を60%まで低下させても、接地期に関しては全力疾走時の疾走動作を維持しながらトレーニングを遂行できると考えられる。また下位群では、努力度90%から全力疾走にかけては、接地期の膝関節の伸展が大きくなり、そのために疾走速度の増加は合理的なキック動作によるものではなかった。つまり、下位群の疾走動作は、全力疾走時よりも努力度90%時の方が膝関節の伸展が抑えられ、疾走速度獲得には合理的となっている可能性がある。したがって下位群では、90%の努力度でのスプリントトレーニングが合理的なキック動作を身につけ、パフォーマンスを向上させる有効なトレーニング方法となる可能性が示唆された。

本研究で得られたスプリントトレーニングへの示唆は、上位群では100mの自己最高記録が10秒8前後、下位群では11秒3前後(表1参照)のパフォーマンス

レベルの選手に適用できるものである。したがって、本研究の被験者のパフォーマンスレベルを上回るもしくは下回る選手の場合には当てはまらない可能性があり、本研究の被験者とは異なるパフォーマンスレベルの選手における努力度と疾走動作の関連性には今後さらなる検討が必要であろう。

V. まとめ

本研究の目的は、男子大学生陸上競技選手を対象に、異なるパフォーマンスレベルでの努力度に対応した疾走動作を明らかにし、また、そこからパフォーマンスレベルに応じたトレーニング設定に関する基礎的な知見を得ることであった。実験試技として、被験者に60%から100%までの10%刻みで5種類の努力度によるスプリントを行わせ、それらの疾走動作を分析した。その結果、以下のことが明らかになった。

- ①努力度を低下させた時の疾走速度の低下率は下位群が上位群よりも大きかった。これは、70%以下の努力度における、接地期の膝関節角度の変化量の増加にともなう脚の後方スイング速度の著しい低下によるものと考えられた。
- ②下位群では努力度90%から全力疾走にかけては、振り下ろし動作を速くすることで接地期での股関節伸展速度および脚の後方スイング速度を高めていた。しかし、同時に接地期での膝関節の伸展動作も大きくなっており、疾走速度の増加は、股関節伸展角速度を脚の後方スイング速度ならびに疾走速度に有効に転換できていないという点で合理的なキック動作によるものではなかったと考えられた。
- ③疾走速度獲得に重要である接地期の疾走動作についてみると、下位群では努力度80%までのスプリント走が全力疾走時の疾走動作を維持してトレーニングを遂行できる下限であると考えられた。他方、上位群では60%まで努力度を低下させても全力疾走時の疾走動作を維持してトレーニングを遂行できると考えられた。

文献

- 伊藤 章・市川博啓・斎藤昌久・佐川和則・伊藤道郎・小林寛道(1998) 100m中間疾走局面における疾走動作と速度の関係。体育学研究, 16(3): 157-162.
- 伊藤浩志・村木征人(1997) 走・跳・投動作のグレーディング能力に関する研究。スポーツ方法学研究, 10(1): 17-24.
- 伊藤浩志・村木征人・金子元彦(2001) スプリント走加速局面における主観的努力度の変化がパフォーマンスに及ぼす影

- 響. スポーツ方法学研究, 14 (1) : 65-76.
- 伊藤浩志・村木征人 (2005) スプリント走における主観的努力度の違いが疾走速度, ピッチ・ストライド, 下肢動作に及ぼす影響. スポーツ方法学研究, 18 (1) : 61-73.
- 村木征人 (1983) スプリント走における速度強度および歩幅と歩数に関する研究 —スプリント走の各種客観的速度および主観的および歩幅との関係—. 「身体運動の科学V」日本バイオメカニクス学会編, 杏林書院, 東京. pp.75-83.
- 村木征人・伊藤浩志・半田佳之・金子元彦・成万 祥 (1999) 高強度領域での主観的努力度の変化がスプリント・パフォーマンスに与える影響. スポーツ方法学研究, 12 (1) : 59-69.
- 小倉幸雄・清水茂幸・尾縣 貢・関岡康雄・永井 純・宮下 憲 (1997) 短距離走における主観的強度と客観的強度の対応性 —中学生を対象にして—. スポーツ教育学研究, 17 (1) : 29-36.
- 太田 涼・有川秀之 (1998) 短距離走における主観的強度と客観的強度の対応関係に関する研究 —小学生から大学生を対象に—. 陸上競技研究, (32) : 2-14.
- 佐川和則・伊藤 章・斎藤昌久・加藤謙一 (1992) 日本人トップスプリンターの疾走フォーム; C. ルイス, R. バレル, M. ジョンソン選手との比較. 日本体育学会第43回大会号 A : 426.

平成23年8月13日受付

平成24年7月30日受理