

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

The influence of changes in subjective effort at the high-intensity range upon the sprint performance.

村 木 征 人 (筑波大学体育科学系)

伊 藤 浩 志 (筑波大学体育科学研究科)

半 田 佳 之 (仙台第二高等学校)

金 子 元 彦 (順天堂医療短期大学)

成 万 祥 (上海体育学院)

Yukito Muraki*

Koji Ito*

Yoshiyuki Handa**

Motohiko Kaneko***

Sheng Wangshang****

Abstract

The purpose of this study was to find out the influences of changes in subjective effort at the high-intensity range upon sprint performance. Seventeen well-trained male athletes were employed as the subjects. Each subject performed 50-meter sprints at four different efforts of 90, 95, 97.5 and 100% maximum in both ascending and descending order. Sprint time, running velocity, step frequency and step length were measured using a high-speed video camera and electric photocell timer.

The results are summarized as follows:

- 1) There are significant differences in running velocity and initial heart rate prior to sprinting among all subjective efforts, respectively.
- 2) Step frequency and step length at 90% effort differed from those at other efforts.
- 3) Cognition to step length is different from actual movement.
- 4) The appearance rate of maximal sprint performance during sub-maximal effort was 23.5% and 3.9% in the ascending and descending trials, respectively.
- 5) Three different types of change (i. e. symmetry, intermediate and overshoot type,) of sprint performance corresponding to the change of subjective efforts are recognized. In the overshoot-type, sprint performance reached the highest limit at the sub-maximal effort, and the subjects were characterized by the dominance of high step frequency.

Keywords ; subjective effort, high-range of intensity, sprint performance, reaching the speed limit

* University of Tsukuba

** Sendai Dai-Ni High School

*** Juntendo Medical College of Nursing

**** Shanghai Institute of Physical Education

1. 緒言

人が運動を行う場合、その意志によって身体のバランスや筋の出力を調節し、合目的性や経済性を追求する。複雑な運動は感覚、特に主導的役割が与えられた運動覚に基づき成り立ち、言語による思考過程を経ることで人間特有の高度に開発された正確な運動が可能になる⁷⁾のである。つまり、思想的に捉えられた運動課題に対して感覚的な捉えを統合的に利用しながら運動を形成していくと言える。こうしたことから、スポーツ研究の分野において、現象の空時的・力学的変化の分析に加え、運動者の感覚といった主観と客観的な出力との対応関係を検討することは非常に意義深いと考えられる。

能動的に運動を制御するための主観的、感覚情報は、実践面では運動遂行時の努力度合として度々用いられる。スポーツ・トレーニングの場面では主観的努力度（以下、努力度とする）に基づいて運動の強度が決定されることがしばしばある。特に、陸上競技のスプリント系トレーニングにおいては、強度の指示に関して「軽く」というような抽象的な表現よりも、「何割の強度で」、「何%のスピードで」といったような具体的な努力度合の表現が頻繁に使用される。

こうした努力度による運動の調節は、トレーニング負荷の強度的管理に有効であるだけでなく、動作の改善をねらった技術トレーニングや心的リラクゼーションを引き出すためといった利用方法も考えられる。技術トレーニングにおける「最大速度に近いがそれよりやや低い速度（9/10の力によって得られる速度）では、最大速度とほとんど変わらないスピード—筋力機構が現出されると同時に、技術習得に気を配る余裕がある」といった指摘¹⁵⁾や、全力マイナス数%の余裕が緊張の汎化と運動抑制現象を防止するとの示唆^{11,12)}がこうした実践的利用方法に対する理論的根拠を与えている。

こうした実践的な有効性から、これまでスプリントに関する努力度と客観的出力（パフォーマンス）との対応関係についてはいくつか検討されている。

伊藤ら⁶⁾は、大学生を対象として、ベキ法則関係および誤差の観点から主観的努力度と走速度の対応関係を検討している。伊藤ら⁴⁾は、各種動作に関するパフォーマンスのグレーディング能力の相互関係を検討する中で主観的努力度と走速度の対応関係を報告している。また、太田ら¹⁴⁾は、小学生から大学生の男女を対象に主観的強度と客観的強度の対応関係を報告している。さらに、村木¹⁰⁾は、大学陸上競技選手を対象として、主観的努力度と客観的計測値の対応関係を走速度、ピッチ、ストライドの変化という観点から検討し、主観的努力度の違いによる動作の変容に関して示唆を与えている。また、この傾向は小倉ら¹³⁾によって中学生においても確認されている。

これらの研究では、一様に主観的な情報と客観的計測値の間には一定の対応関係が認められること、いくらかの‘ずれ’があることを明らかにしている。

しかし、これまでの報告では、比較的、低い努力度から高い努力度までといった広い範囲で努力度を変化させており、また、その間隔も10%~20%と幅を持つものであった。動作の質的な変化が努力度80%付近に現れることがいくつかの研究で報告されている^{10,13,14)}ことから、スプリントとしての動作の特徴を維持できる範囲で努力度を変化させ、その中で努力度とパフォーマンスとの対応関係を検討する必要がある。さらに、全力マイナス数%の余裕が最高のパフォーマンスを生む可能性があるとの指摘を踏まえると、比較的高強度での努力度の変化と小さな変化幅による設定で関係を検討しなければならない。

そこで本研究では、スプリントの中間疾走局面において、高強度域において主観的努力度を変化させることで、疾走速度および疾走動作の結果としてのピッチ、ストライドがどのような影響を受けるかについて、努力度との対応関係から明らかにすることを目的とする。

また、そこで得られた基礎的な知見から、運動の抑制現象の防止、リラクゼーションの導出による最高パフォーマンス発揮の可能性に関する方法論上の提言を試みようとするものである。

2. 研究の方法

(1) 被験者

被験者は、日常的なトレーニング手段としてスプリントを用いている大学陸上競技男子選手（跳躍および短距離）17名を対象とした。なお、被験者の年齢は 20.5 ± 1.6 歳、身長は 177.1 ± 7.8 cm、体重は 67.8 ± 7.2 kgであった。

(2) 試技

実験試技は、全力に相応する努力度合を100%、最大下に相応する努力度合を97.5%、95%、90%とし、それぞれの意識付けによる50mのスプリントを行った。この際の努力度合変化は Fig. 1 に示す、全力試技を挟んだ一連の漸増および漸減変化とした。なお、本研究では、前半の30mを加速区間、残りの20mを測定区間とし、データ分析には最大疾走速度の得られた後半10m（40m～50m区間）のデータを用いた。なお、いずれの場合も被験者に対する結果のフィードバックは行わなかった。また、被験者は実験前に十分なウォーミングアップを行い、疲労による影響を避けるために試技間には十分な休憩を挟んだ。

(3) 測定法および測定項目

10mごとに光電管を設置し、10m区間の平均速度を算出した。また、同時に側方よりハイスピードビデオカメラ（200fps）により高速度映画撮影を行い、得られた画像からピッチ、ストライドを算出した。データ分析には、疾走速度、ピッチ、ストライドのすべてにおいて、全力時を100%と

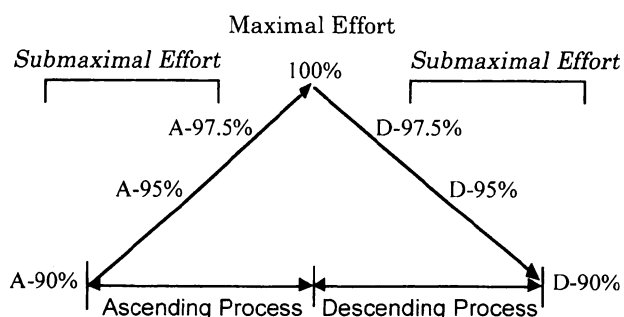


Fig. 1 Experimental Protocol.

した相対値を用いた。また、ハートレートモニター（POLAR 社製バンテージXL）を用いて、安静時（ウォームアップ終了から20分後）、各試技直前の心拍数を測定した。なお、心拍数には、各試技直前の値を安静時に対する相対値として用いた。

各スプリント試技直後に以下の質問を調査用紙方式によって行った。なお、項目3、4は、「5」を最高とする1から5までの5段階評価とした。

- ① 走った感覚として何%のピッチで走ったと思うか（全力試技を100%として）。
- ② 走った感覚として何%のストライドで走ったと思うか（同上）。
- ③ 試技中に全身や局所的な「硬直感」（固さ、こわばり、過度の緊張等）を感じたか。
- ④ 疲労を感じたか。

(4) 統計処理

実験から得られた客観的出力は、全力試技時の値を100%とした相対値によって表し、値を平均値化することによって主観的強度との対応を検証した。統計的な有意差の検定には、二元配置分散分析を用いた。そこで有意差が認められたものに対しては、交互作用のある、ないの場合に分けてチューキーの方法による多重比較を行った。

3. 結果および考察

(1) 全体傾向としての努力度とパフォーマンスの対応関係

Fig. 2 は、各努力度ごとの疾走速度、ピッチ、ストライドおよび疾走速度に関する被験者間の変動係数（CV）の変化を示している。また、Table 1 は各努力度ごとの疾走速度を示している。努力度の変化に対応する形で、出力面としての疾走速度は漸増過程で増加し、漸減過程では減少した。また、被験者間の変動係数も若干ではあるが、漸増、漸減過程ともに努力度が低くなるにつれ大きくなる傾向を示した。両過程それぞれにおける変化の仕方には違いが認められ、漸増過程の方が漸減過程に比べ、同強度の努力度に対する相対的疾走速度が高くなった。この違いは統計的

Table 1 Changes in running velocity at each subjective effort.

(m/sec)	90%	95%	97.5%	100%
Ascending	9.13 ± 0.37	9.29 ± 0.40	9.42 ± 0.41	9.48 ± 0.48
Descending	8.97 ± 0.42	9.10 ± 0.45	9.26 ± 0.47	

に有意 ($p < 0.01$) なものであった。また、漸増過程、漸減過程ともにすべての努力度間で相対的疾走速度に有意な差が認められた。よって、高強度領域の努力度においても、全力時の出力に対比させた形で、疾走速度を段階付けることが可能であったと考えられる。

本研究において、努力度90%で発揮された相対的疾走速度の値は、約95% (漸増過程で96.4%, 漸減過程で94.7%) であった。これは努力度の変化幅が大きく設定された先行研究^{4,5,10,14)}と比較しても、ほぼ同程度の相対的疾走速度の発揮であった。こうしたことから、スプリントにおいては、相対的数値での努力度による運動の出力調節が一般性を持つものと考えられる。

一方、動作面に関係するピッチ、ストライドも努力度ごとに变化した。ピッチは、疾走速度の変化に対応するかのよう、努力度の変化とともに

漸増過程で増加し、漸減過程で減少した。ストライドは、努力度ごとにそれほど大きくは変化しなかったが、漸増過程で減少し、漸減過程で増加した。ピッチに関しては過程間で違いがみられ、疾走速度同様、漸増過程の方が漸減過程よりも同強度の努力度に対して有意に ($p < 0.05$) 大きな相対ピッチを示した。ストライドは、両過程で違いが認められなかった。また、各努力度間での違いは、ピッチで90%と他の全ての努力度、95%と100% (全て $p < 0.01$)、ストライドでは、90%と97.5% ($p < 0.05$) および100% ($p < 0.01$) の間で有意な差が認められた。つまり、ピッチの方がより広い努力度の範囲で差が認められたと言える。疾走速度は全ての努力度間で有意な差が認められていることから、高強度領域における疾走速度の調節は、ストライドよりもピッチの変化の方が重要であると考えられる。また、疾走速度との対応性 (ピッチ、ストライドを独立変数、疾走速度を従属変数とし相関係数を算出) ではそれぞれ、ピッチ; $r = 0.967$, ストライド; $r = -0.884$ とピッチの方が高い値を示すことから、ピッチの変化が疾走速度に与える影響が強いと考えられる。

Fig. 3 は、各努力度ごとの内省報告によるピッチ、ストライドに関する知覚の変化を示している。ピッチ、ストライドに関する知覚は、指示された努力度とほぼ同じ値を示していた。よって、努力度の変化にともなう実際の動作と知覚の増減関係は、ピッチでは同じであったが、ストライドでは正反対であったことになる。つまり、高強度領域にあるスプリントにおいては、ストライド変化に対する知覚が困難であることを示唆している。

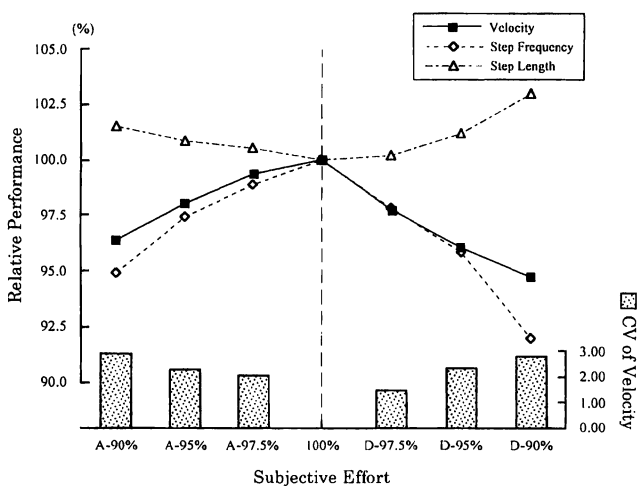


Fig. 2 Changes in relative running velocity, step frequency and step length to maximum effort and coefficient of variation (CV) among subjects for running velocity.

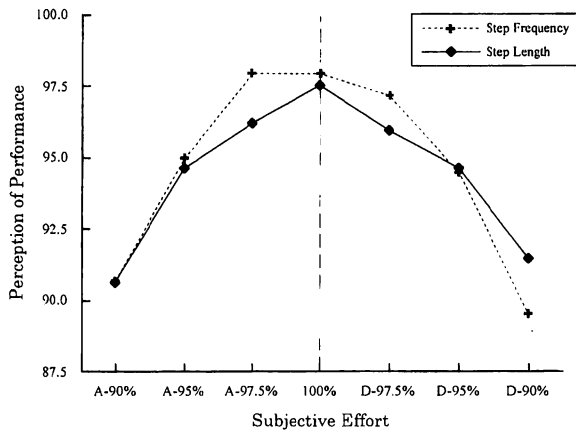


Fig. 3 Changes in perception of step frequency and step length during sprinting with changing subjective effort.

Fig. 4 は、各努力度ごとの安静時に対する相対的な心拍数、内省報告による各試技中に感じた「硬直感」、「疲労感」の得点の変化を示している。全体的な傾向としては、努力度が高くなるにつれて、それぞれの項目も高い値を示していた。特に心拍数の相対値に関しては100%試技時に突出した変化を示した。心的な興奮や緊張などの精神的な覚醒は心拍が速くなるなど生理的变化に顕著に反映される³⁾ことから、全力発揮の意識が緊張を著しく高める可能性があることを示している。また、固さ・こわばりといった硬直感、疲労感も全力発揮時あるいは、それに近い努力度でピークを迎えており、そうした強度でのスプリントでは心理的な負荷が高いと言える。逆に、最大下努力度でのスプリントでは、心理的により余裕を持った走りが可能になる。また、そのことによって、適正なリラクゼーションが生まれ、全力時に近い（もしくはそれを上回る）パフォーマンスを得ることが可能であると考えられる。しかし、その際には、ストライドの認識に関して錯覚が生じる可能性があることから、最大下努力度でのピッチ・ストライド関係の客観的な把握が適宜必要であろう。

(2) 疾走速度の変化様相の特徴によるタイプ分け
全力試技ではなく最大下努力度において疾走速度が最高値となる、いわゆる全力時の疾走速度の

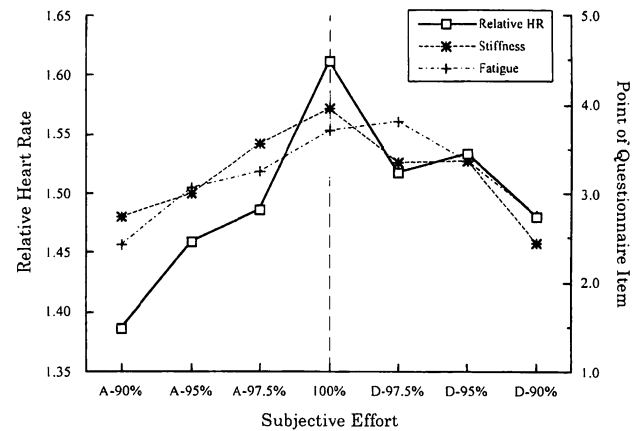


Fig. 4 Changes in relative HR prior to sprinting and perception of stiffness and fatigue during sprinting with changing subjective effort.

“頭打ち現象”が確認された。この現象は出力過剰であった（相対的な客観的出力が努力度の値（%）を大幅に上回った）漸増過程において顕著であり、漸減過程の3.9%に対して23.5%の出現率を示していた。そこで、被験者ごとに、漸増・漸減過程での最大下試技による超最大出力の出現率と最大下試技での相対的出力の平均値を検討したところ、被験者を3つのタイプに類型化することができた。そして、それぞれのタイプにおける最大下試技での相対的出力の推移パターンの特徴から、3つのタイプをそれぞれ「対称型（Symmetry）」、「中間型（Intermediate）」、「突出型（Overshoot）」と名付けた。なお、各タイプに属する被験者数はそれぞれ5名であった。

Table 2 は、漸増過程におけるタイプごとの、最大下試技による超最大出力の出現率、最大下試技での相対的出力の平均値、最大疾走速度を示している。最大出力の出現率および相対的出力の漸増過程での平均値は突出型、中間型、対称型の順で大きく、最大疾走速度はその逆の順序を示していた。出現率、平均値ともに突出型と中間型、対称型との間に統計的に有意な差が認められた。また、最大疾走速度に関しては、それぞれのタイプ間で有意な差が認められた。

それぞれのタイプによって最高疾走速度に有意な差が認められたわけだが、これは必ずしも高い疾走能力を持っている者が対称型に当てはまると

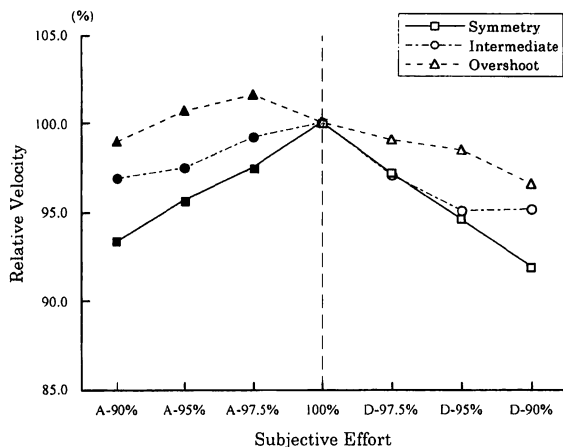


Fig. 5 Changes in relative running velocity classified as type of variation on performance with changing subjective effort.

いうことを意味するものではない。というのは、中間型、突出型に該当する被験者（選手）であっても高い競技能力を有している者がおり、逆に対称型に該当する被験者（選手）の中にも特に秀でた競技パフォーマンスを持っているとは言えない者もあった。換言すれば、このような疾走速度の変化様相の違いを見せた理由は、本来持っている疾走能力の違いではなく、緊張の汎化等での“頭打ち現象”による違いとすることが妥当であると考えられる。よって、ここで行ったタイプ分けに基づき、それぞれのタイプが持つ特徴を明らかにすることで、全力時の運動抑制現象（パフォーマンスの頭打ち）に対する方策が見つけられるであろう。

(3) タイプ別にみた対応関係およびその特徴

Fig. 5 は相対的疾走速度の努力度ごとの変化をタイプ別に示したものである。対称型では、漸増過程、漸減過程の違いに関わらず、一つの努力度に対してほぼ同程度の疾走速度が得られていた。中間型では、全体傾向と同様に漸増過程において出力過剰となる傾向が認められた。突出型においては、漸増過程における出力過剰が認められだけでなく、他のタイプに比べて全体的な出力が高かった。さらに、突出型では特徴的に、漸増過程の95%で全力時の疾走速度を上回り、97.5%で相対的疾走速度がピークを迎えるといった“頭打ち現象”が認められた。

Fig. 6 および 7 は、それぞれ相対的ピッチ、相対的ストライドの努力度ごとの変化をタイプ別に示したものである。対称型では、努力度（疾走速度）の増加にともなって、ピッチが増加し、若干ではあるがストライドが減少するといった傾向を示していた。これは、疾走速度の増加にともなうピッチ、ストライドの変化を示した先行研究による知見^{2),8),10)}と合致するものである。中間型では、漸増過程において、漸減過程に比べ相対的にストライドが小さく、ピッチが高い傾向が認められ、このことが漸増過程における出力過剰の原因と考えられる。突出型では、ピッチが全力努力度付近において全力時と変わらないかそれ以上となっていた。またストライドも漸増過程においては全力時よりも高くなる傾向があった。突出型における頭打ち現象は、ピッチの高い水準での推移にみられるように、疾走速度の増加にともなってピッチ・ストライド関係のスムーズな移行が行えなかったためと考えられる。

Table 2 Differences among classified groups.

	Overshoot	Intermediate	Symmetry	ANOVA
Appearance Rate (%)	33.3 ± 11.8	3.3 ± 7.5	0.0 ± 0.0	O > I, S (p < 0.01)
Average of Relative Velocity (%)	100.4 ± 0.7	97.8 ± 0.9	95.5 ± 1.4	O > I > S (p < 0.01)
Maximum Velocity (m/sec)	9.24 ± 0.37	9.43 ± 0.34	9.86 ± 0.52	O < S (p < 0.05)

* O; overshoot, I; Intermediate, S; Symmetry

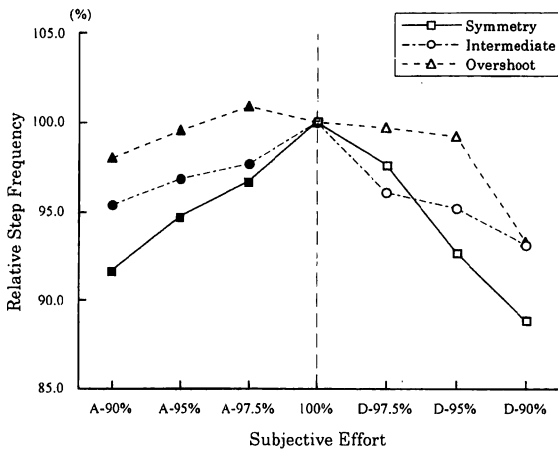


Fig. 6 Changes in relative step frequency classified as type of variation on performance with changing subjective effort.

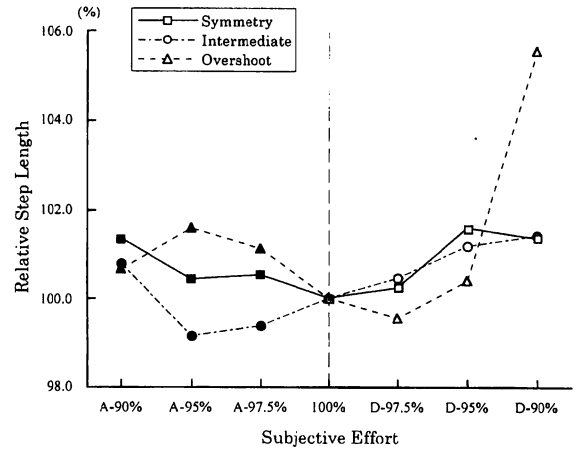


Fig. 7 Changes in relative step length classified as type of variation on performance with changing subjective effort.

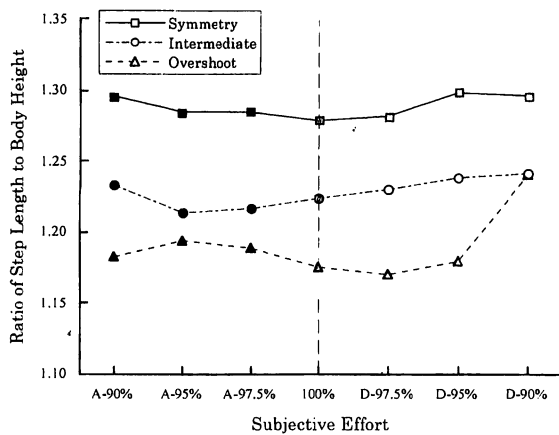


Fig. 8 Changes in ratio of step length to body height classified as type of variation on performance with changing subjective effort.

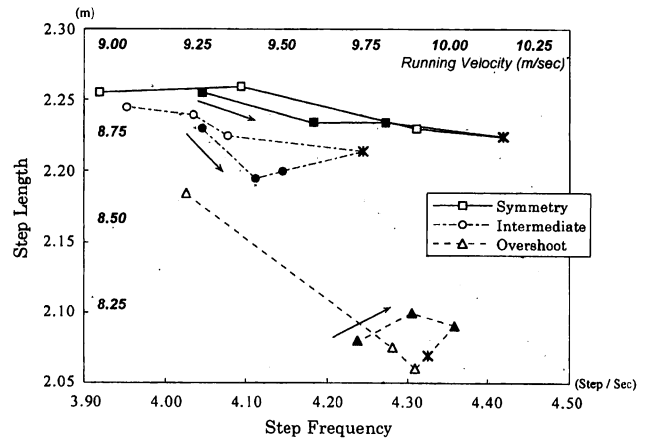


Fig. 9 Relationship between step frequency and step length, illustrating level of running velocity (shown with the dotted-line); the arrow indicates the first trial of the protocol.

そこでよりはっきりとした知見を得るために、実際のピッチ・ストライド関係はタイプ別にどのような特徴を持っていたのかについて分析を行った。Fig. 8 は、各努力度ごとのストライド・身長比（ストライドを身長で除した値）の変化を示したものである。努力度の変化に伴って若干の変動を示していたものの、各タイプごとに、ほぼ一様な傾向を認めることができ、対称型、中間型、突出型の順で高い値を示していた。ストライドの大きさは身長の1.3倍が限度^{1,9)}とされていることから、対称型に属する選手は最大限利用可能なストライドでスプリントを行っていたと考えら

れる。一方、中間型、突出型に属する選手は、ストライド・身長比の水準が1.2倍前後にあることから、ストライドの限界値には達していなかったと言える。

Fig. 9 は、タイプ別のピッチ・ストライド関係を各種の疾走速度に対応させた形で示したものである。ここでは、一つの疾走速度を示す破線上で、右下に行くほどピッチ型、左上に行くほどストライド型のスプリントとなっていることを意味している。

タイプ別の特徴としては、対称型、突出型が両極端な傾向を示し、中間型は2つのタイプの間

に位置したが、やや対称型に近い傾向を示していた。対称型では、両過程ともほぼ同様に、努力度の変化に応じて横方向に変化しており比較的低い努力度ではストライド型で、高い努力度になるにつれややピッチ型に移行した。換言すれば、ピッチの貢献が高くなったと考えられる。一方、突出型では、漸減過程での90%試技を除き全てが極端なピッチ型を示していた。この傾向は、前述のストライド・身長比が1.2倍以下という低い値を示していた結果からも裏づけられる。また、努力度の変化に対してほとんどピッチ・ストライド関係が変化していないことから、ある種のステレオタイプ化されたスプリント動作で疾走速度を高めようとしたために“頭打ち現象”を引き起こしたものと考えられる。逆に対称型に属する選手は可能な限りのストライドを利用しながら、努力度の増加にともない、ピッチを増加させることで頭打ち現象を引き起こさず疾走速度を高めることができたのではないかと考えられる。

以上のことから、最大下努力度における疾走速度の頭打ち現象を示した原因は、ストライドが短く押さえられ、過剰にピッチが高まったという不適切なピッチ・ストライド関係にあったと考えられる。しかしながら、突出型でも漸減過程の努力度90%におけるピッチ・ストライド関係は、他の努力度とは異なり、比較的中間型および対称型に近い関係を示していた。よって、全力スプリントを対照試技として、その後最大下努力度によるスプリントを実施することで適切なピッチ・ストライド関係に近い動きが引き出せる可能性を示していると考えられる。ただし、これはあくまでピッチ・ストライド関係に示されるような動きのテンポ面の改善をねらいとするものであり、疾走速度の低下は必然的に生じるものであることを念頭に置く必要があるだろう。つまり、この方法はスプリント・トレーニングにおける一つのバリエーションとして提唱されるものである。

4. まとめ（実践面への示唆）

本研究においては、以下のことが明らかになった。

- 1) 高強度領域においても努力度に対応したパフォーマンスの調節が可能であった。
- 2) 努力度90%でのピッチ、ストライドの値は、他のレベルのものとは異なった。
- 3) 努力度の漸増、漸減過程では、疾走速度の変化様相がそれぞれ異なった。
- 4) その変化の様相には3つの異なるタイプ（対称型、中間型、突出型）が存在し、突出型では疾走速度の“頭打ち現象”が現れ、ピッチへの高い依存という特徴が認められた。

また、これらの知見は、トレーニングの実践面に対して、以下のような示唆を提起するものと思われる。

- 1) 最大疾走スピードの向上を目的とするトレーニングでは、負荷の反復性および技術面（緊張の汎化防止、ダイナミックステレオタイプの形成防止等）の観点から、高強度領域での最大下努力による試技の利用価値が高いであろう。
- 2) 最大下努力と全力では心的な緊張状態が異なっており、高速疾走でのリラクゼーションは両者が対比（対照試技）関係に置かれることによって認識され易くなると思われる。従って、実際のトレーニングでは、セット内での両者の対比関係を考慮すべきであろう。また、その場合の最大下努力は、本研究で用いられた高強度領域での利用が望ましい。
- 3) 全力発揮時にいわゆる“頭打ち現象”が見られるような選手（過剰なピッチ型を示す、ストライド身長比が小さい等）では、その是正のために上記の対照試技関係をより重視すべきであろう。

引用および参考文献

- 1) Hoffman K: Stature, leg length and stride frequency. *Track Technique* 46: 1463-1469, 1971.
- 2) 星川 保, 宮下充正, 松井秀治: 歩及び走における歩幅と歩数に関する研究—各種速度における歩幅と歩数の関係. *体育学研究*16 (3): 157-162, 1971.
- 3) 市村操一, タイペル D: 「アスリーツのためのスポーツ心理学」, pp49-76, 同文書院, 1993.
- 4) 伊藤浩志, 村木征人: 走・跳・投動作のグレーディング

- グ能力に関する研究. スポーツ方法学研究10 (1) : 17-24, 1997.
- 5) 伊藤浩志, 村木征人, 金子元彦: スプリントの加速および中間疾走局面における主観的努力度が疾走動作に与える影響. 日本体育学会第49回大会号: 545, 1998.
 - 6) 伊藤政展, 三條俊彦: 力量と疾走時間の表出における期待強度と表出強度の関係, 体育学研究29 (4) : 307-314, 1985.
 - 7) マイネル K 著, 金子明友訳: 「マイネル・スポーツ運動学」, pp260-296, 大修館書店, 1981.
 - 8) Mero A and PV Komi: Force-, EMG-, and elasticity-velocity relationships at submaximal, maximal and supramaximal running speeds in sprinters. Eur J Appl Physiol 55 : 553-561, 1986.
 - 9) 宮丸凱史, 宮丸郁子: 短距離疾走. 金原 勇 (編著) 「陸上競技のコーチング (1)」, pp215-219, 大修館書店, 1976.
 - 10) 村木征人: 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速度と主観速度および歩幅との関係—. 日本バイオメカニクス学会 (編) 「身体運動の科学V」, pp76-83, 杏林書院, 1983.
 - 11) 村木征人: 助走跳躍における運動抑制現象の運動方法論的解釈とコーチング. スポーツ方法学研究8 (1) : 129-138, 1995.
 - 12) 村木征人, 稲岡純史: 跳躍運動における主観的強度 (努力度合) と客観的出力との対応関係. スポーツ方法学研究 9 (1) : 73-79, 1996.
 - 13) 小倉幸雄, 清水茂幸, 尾縣 貢, 関岡康雄, 永井純, 宮下 憲: 短距離走における主観的強度と客観的強度の対応性—中学生男子を対象にして—. スポーツ教育学研究17 (1) : 29-36, 1997.
 - 14) 太田 涼, 有川秀之: 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 (1) : 2-14, 1998.
 - 15) ザチオルスキー VM 著, 渡辺 謙訳: 「スポーツマンと体力」, pp129-130, ベースボールマガジン社, 1972.