

松 山 大 学 論 集
第 30 卷 第 5 - 2 号 抜 刷
2 0 1 8 年 12 月 発 行

競技力の違いによるレース速度，ピッチ
およびストライド長の特徴

酒 井 達 郎

競技力の違いによるレース速度，ピッチ およびストライド長の特徴

酒 井 達 郎

要 約

本研究の目的は、① 110.30 秒から 119.67 秒の間で 1,500 m 競技を滑走した選手を対象に、レース速度の特徴を調べること、② 競技レベル(ゴールタイム)を 4 段階のグループに分け、レース速度、ピッチおよびストライドの違いからそれぞれのレベルに合わせた競技力向上の要素を明らかにすることである。分析対象は、全日本レベルのスピードスケート大会 1,500 m に参加した男子選手 51 名である。2 台のデジタルビデオカメラを用いてスタートピストルの閃光を写した後、インおよびアウトコースの選手をそれぞれのカメラで追従撮影した。全被験者は、4 段階の競技レベルにゴールタイムからグルーピングした。1st グループはゴールタイムが 110.30 秒から 112.49 秒間、2nd グループは 112.50 秒から 114.99 秒間、3rd グループは 115.00 秒から 117.49 秒間、4th グループは 117.50 秒から 119.67 秒間の選手である。一周あたり 2 カーブ、4 ストレートに分け、1,500 m 区間を全 25 区間に分割した。スピードスケート 1,500 m 競技の競技成績は、最大速度を高めることが重要であり、減速傾斜が及ぼす影響が小さいことが示唆された。また、2nd から 1st への競技レベル向上に関しては、最高速度とその維持能力の向上を目標においたカーブでのピッチの増加と無酸素性能力の改善が必要だろうし、3rd から 2nd への向上には、速度低下の減少と速度維持能力を目標においた持久性能力を改善するトレーニングが必要であることが示唆できる。

The purpose of this study was to examine the element of performance level the matched from the difference among the race velocity, the pitch, and the stride to each performance level in 1,500 m speed skate race. The fifty-one elite male skaters who participated the 1,500 m race in All Japan Single Distance Speed Skating Championships were analyzed. The each skater was recorded using panning digital video cameras (30 fps). In the analysis the 1,500 m course was divided to twenty-three sections. The performance level of each skater was divided into four group on based to goal time (1st; 110.30-112.49s, 2nd; 112.50-114.99s, 3rd; 115.00-117.49s, 4th; 117.50-119.67s). The results from race analysis indicate that the 1,500 m race was important to improve maximal velocity more than to keep the decrease of velocity. In the four group, it suggested that 2nd must improve the velocity in the first half, 3rd must improve the velocity in the latter half. Additionally, it seems to be important that an increase at this velocity in the section where the difference appeared at the velocity produce by an increase in the pitch.

諸 言

定められた距離を移動しその時間を競い合う競技の中で、その運動時間に対して要求されるペース配分は異なってくる。スピードスケートの国内競技では、2001年から2002年の500 m競技におけるランキング100位以内の記録は、34~38秒であり、エネルギー供給系からすれば、非乳酸系および乳酸性の能力が主として要求される。1,500 m競技になると106秒から122秒になり、この能力に加え有酸素性の能力も重要になってくる。短距離種目に比べ、乳酸性および有酸素性能力が加わる中距離種目において、ペース配分は競技成績に強く影響を及ぼすであろう。

結城(1999)は、中距離種目におけるスラップスケートの効果として、レース前半をハイペースで入っても後半あるレベルでスピード維持できるのではな

いかと推察している。多くのレース分析の報告は、一流選手に焦点を当てていることが多い。競技パフォーマンスを向上させるためには一流選手の情報は欠かすことのできないものであるが、計画的に長期トレーニング内容を検討する場合、一般選手から一流選手までの幅広い中での競技特性を理解し、競技レベルに合わせたトレーニングの内容が求められる。

そこで、本研究の目的は、①スピードスケート 1,500 m 競技を 110.30 から 119.67 秒の間で滑走した選手を対象に、レース速度の特徴を調べること、②競技レベル（ゴールタイム）を 4 段階のグループに分け、レース速度、ピッチおよびストライド長の違いからそれぞれのレベルに合わせた競技力向上の要素を明らかにすることである。

方 法

分析対象

対象レースは、長野市オリンピック記念アリーナにて開催された全日本スピードスケート距離別選手権大会 1,500 m 競技に参加した男子選手 51 名が分析対象である。この分析対象選手は前年の 1,500 m 競技で国内ランキング 20 位内の記録を出し、日本スケート連盟が選抜競技会出場有資格者と認めた選手である。競技開始時の気象条件は、湿度 56%、室温 13.6℃、水温 -2.6℃ であった。

測定方法

撮影位置は、ゴール側観客席の最上段中央であった。2 台のデジタルビデオカメラ（DCR-TRV900, SONY 社製）を用いてスタートピストルの閃光を写した後、インおよびアウトコースの選手をそれぞれのカメラで追従撮影した。撮影速度は 30 frames/s、露出時間は 1/1000s であった。追従撮影中、滑走時間を求めるために、公認コース上に設置されているマーカーを同時に撮影した。

分析項目

全被験者は、4 段階の競技レベルにゴールタイムから分別した。1st グループ

はゴールタイムが110.30から112.49秒間、2ndグループは112.50から114.99秒間、3rdグループは115.00から117.49秒間、4thグループは117.50から119.67秒間の選手である。

本研究では、一周あたり2カーブ、4ストレート(直線)に分け、1,500m区間を全25区間に分割した。測定地点となるカーブの出口には、公認コース上に設置してあるコースポイントを用いた^{2,6,7,8)}各ストレートを前半と後半に分けるためにスタート側は、1,000m競技アウトスタートライン、ゴール側は1,000m競技ゴールラインを用い、ストレート部分を2等分した。VTR画像からスケートブレード先端が各計測地点を通過する時間を読み取り、測定区間の通過所要時間を求めた。区間平均速度は、その測定区間距離を所要時間で除して算出した。区間距離は、コース規格に基づいた距離とした。最高速度は、全区間速度を算出した後、滑走区間にかかわらず、算出された速度の最大値とした。減速傾斜は、最高速度が出現した区間から最終区間までの滑走距離と速度の間で、回帰直線を求め、その傾斜とした。滑走中のピッチは区間内で2歩目にスケートブレードが着氷した時点からの区間内の最後に着氷する時点までの時間と歩数により、算出した。ストレートとカーブの切り替え局面にて、一歩あたりの所要時間が長くなることが確認されたので、ここでの一歩は分析対象から除外した(図1)。カーブにおいては、左右脚の歩数が同じになるようにした。滑走中の各区間のストライド長は速度をピッチで除して求めた⁶⁾。企画コース上におけるブレード角は考慮せず、直進方向への移動距離をストライド長とした。

統 計 処 理

競技レベル間の有意差には、t-testを用いた。また2変数間関係を検定するために、ピアソンの相関分析を用いた。統計的な有意性は危険率0.05、0.01以下とした。

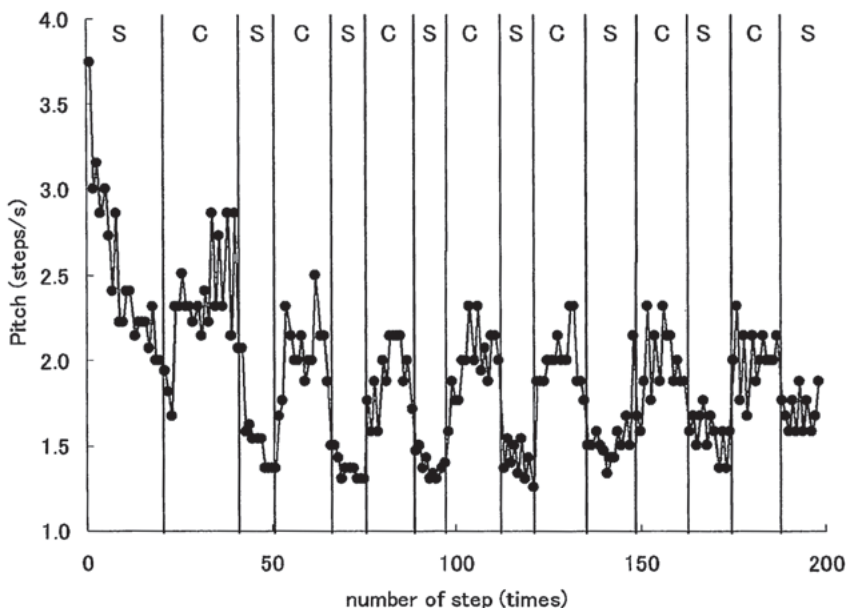


図1 1,500m 競技中のピッチ変化の典型例
S; Straight section, C; Curve section, Subject is 1st group.

結 果

スタートコースによる競技レベル内でのゴールタイム，最高速度，最高速度出現区間，減速傾斜に有意差は認められなかった（表1）。

ゴールタイムは，最高速度との間に相関関係が認められた（表1，図3）。

一方，減速速度との間には相関関係が認められなかったが，1st-2nd 間に有意差が認められた（表1，図3）。

スピードスケート1,500m 競技におけるレースの特徴を図2に示した。レース速度（図2A）は，スタート後，すべての選手が225m 付近のストレート前半から550m 付近のカーブ地点の間で最高速度に達し，その後，ほぼ一定の速度低下を示した。各区間での競技レベルごとのレース速度を比較してみると，

表1 各競技レベルにおけるゴールタイム, 最高速度, 最高速度出現区間, 減速傾斜

	ゴールタイム(秒)	最高速度 (m/s)	最高速度出現区間 (m)	減速傾斜
全部 (N=51)	115.09±2.22	14.34±0.38	357±99	-0.0016±0.0006
(N=25)	114.85±2.13	14.39±0.37	348±108	-0.0018±0.0005
(N=26)	115.31±2.33	14.29±0.39	365±90	-0.0014±0.0007
1st (N=8)	111.61±0.83	14.87±0.22	369±120	-0.0020±0.0006
(N=6)	111.92±0.68	14.84±0.22	383±123	-0.0020±0.0006
(N=2)	110.70±0.57	14.97±0.26	325-	-0.0018±0.0008
2nd (N=14)	113.67±0.51 **	14.41±0.24 **	354±110	-0.0014±0.0006*
(N=6)	113.94±0.40	14.41±0.29	325±117	-0.0017±0.0006
(N=8)	113.48±0.51	14.41±0.21	375±106	-0.0012±0.0004
3rd (N=21)	116.17±0.71 **	14.22±0.27 *	357±99	-0.0016±0.0006
(N=11)	116.43±0.74	14.23±0.19	341±112	-0.0018±0.0003
(N=10)	115.88±0.56	14.20±0.35	375±86	-0.0014±0.0008
4th (N=8)	118.19±0.67 **	14.00±0.40	350±67	-0.0015±0.0007
(N=2)	117.70±0.02	13.82±0.30	350-	-0.0012±0.0003
(N=6)	118.35±0.71	14.06±0.43	350±79	-0.0016±0.0008

The value is mean ±SD. The * indicate the significant difference for upper group

** ; p<0.01, * ; p<0.05

1st-2ndはスタートから875m区間まで, 2nd-3rdは550m付近から1,425m区間, さらに3rd-4thは, 550m付近から1,375m付近に有意な速度差を示した(p<0.05)。次に滑走中のピッチ(図2B)は, カーブにおいてストレートよりピッチが多く, 後半になるにしたがって, カーブでのピッチは減少し, ストレートでのピッチは増加する傾向を示した(図2B)。また, どの競技レベルもはじめのカーブ以降, 低下を始めるが, 1stと2ndは550m付近のカーブ以降でピッチの減少をやや抑える傾向にあった。ストライド長(図2C)は, 425mから475m付近でのストレート区間で最大となり, その後ほぼ一定で425mから475m付近のストレート区間で最大となり, その後ほぼ一定で減少するが, カーブでのストライド長はレース中ほぼ一定の長さを維持した。

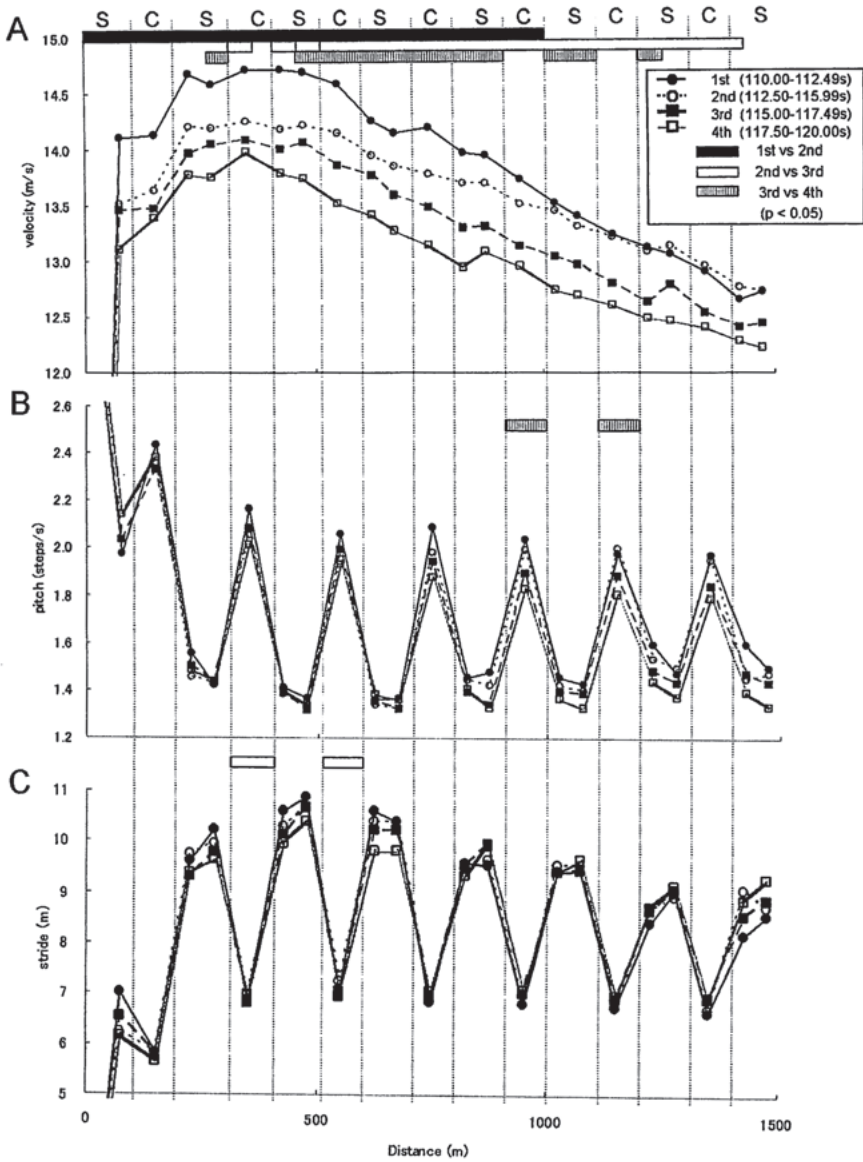


図2 1,500m 競技中の滑走速度、ピッチおよびストライド長の変化
S; Straight section, C; Curve section, n=51

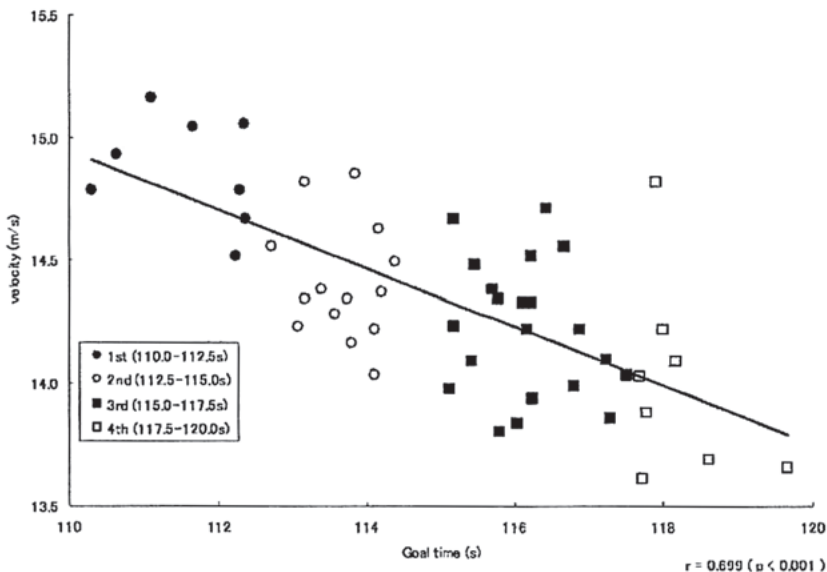


図3 1,500m 競技中のゴールタイムと最高速度の関係

考 察

本研究の目的は、① 110.30 から 119.67 秒の間で 1,500 m を滑走した国内ランキング 100 位以内の選手を対象に、レース速度の特徴を調べること、② 競技レベル（ゴールタイム）から 4 段階のグループに分け、レース速度、ピッチおよびストライド長の違いからそれぞれのレベルに合わせた競技力向上の要素を明らかにすることであった。この競技の現在の世界最高記録は 101.02 秒であり、国内最高は 101.99 秒である。本研究の分析対象は、国内において最高レベルに近い選手たちが 1st グループを形成したものであることがうかがえる。したがって、国内レベルにおけるレース特徴を明らかにするためには有用なものになるであろう。測定データの実際へのトレーニングへの応用について考えていくとすると、同じタイム競技である競泳ではレース分析について様々な先

行研究がある。

動作形態は異なるが、競泳の競技時間をエネルギー系からカテゴライズすると、スケートには同じ乳酸系の種目が存在し、同じ動作を繰り返す動作パターンとしても同様であろう。そこで、ここからは競泳についてのレースペース、ストロークおよびピッチとトレーニングを考えていく。そこには競泳レースのペース配分が間違っ理解され、トレーニングにおいても無視されがちであり、競技力向上にはその重要性を理解することがレース結果に影響を与えることになるかとされている。その理由として、的確なレースペースでレースをおこなえば、間違っペースのときよりも100 yd/mで約0.5秒は速くなることが可能とされ、競技力向上には欠かせない。ここでのペースの配分はレースの最初の半分が4分の3よりも残りの部分を、いかに早く泳ぐようにするかということになるであろう。試合の最中、選手が的確なレースペースで泳ぐことができなければ、レースの早い時期において過剰の乳酸が蓄積することになり、筋収縮への影響を受けることが予測されている。そして、その後、身体に起こるアシドーシスによってエネルギー代謝の割合が低下していき、その結果、選手はストロークパワー・調整力・スピードを失ってしまうであろう。結果的に、その後のタイムが遅くなり、前半を速いタイムで泳いだとしても、結局はレース記録が遅くなってくるのである。レース中のペース配分は、400 mかそれ以上の距離で多く実施されている。100 mや200 mの種目はスプリントとして考えられているが、この種目にもペースによるレースメイキングは存在すると考えられている。例えば、トレーニングされた選手は、40~45秒くらい全力運動をおこなわないと、著しいアシドーシスが起らないという事実はあるが、100や200の種目でもペース配分は必要とされるであろう。これは、体内のアシドーシスが顕著になる前にスピードの低下が始まるからである。実際に、アシドーシスが進むと、無酸素代謝の割合を減少させはじめるので、約15秒の全力運動後でも泳速度が減少するとされている。すなわち、レースの前半をゆっくりと泳ぐことは、無酸素代謝の割合を減少させ、その結果、選手

はレースの前半よりも後半のほうが早く泳げることに気づくのであろう。レース最後の局面でのスピード上昇は、前半のタイムロスをも十分に補うことができ、結果としてレースのトータルタイムはより速くなると考えられる。ここで、選手が一般的に使うペース配分には3種類の方法がある。イーブンペース、ファーストスローペース、スローファーストペースである。これまでの研究結果からは、ファーストスローペースが3種類の中で最も効率が悪いが、他の2つの方法はどちらが優れているという結論を導き出すことはできないとされている。他の研究者が世界選手権や国内選手権のレース分析結果からも、ほとんどの選手が、イーブンペースを計画しているが、近年ネガティブスピリットといわれるようなペース配分で泳ぐものが増えている。ファーストスローペースで泳ぐことは、大きな試合ではほとんどない。現在の世界記録や国内記録のスピリットタイムは、ほとんどがイーブンペースかネガティブペースである。イーブンペースであれネガティブペースにしても、そのペース計画はどの距離も似ている。選手は、そのレースにぴったり合うパターンを実際に示しているであろう。男女の違い、世界各地そして年代を経ても一流選手のレースペースは変わらない。世界トップレベルの選手のほとんどは、イーブンペースで泳いでいると報告されている。競泳のレースペースを考える上で、多くの要因があるが、運動生理学的見地や選手個々の特性、泳法の特徴を実際のレースペースに反映する必要がある。選手は、的確なペースで泳がなければ、レース早期に過剰の乳酸が蓄積することになる。そして、その後におきるアシドーシスによってエネルギー代謝の割合が低下し、その結果、選手はストロークパワー・調整力・スピードを失う。トレーニングされた選手は40~45秒くらい全力運動をしなければ、著しいアシドーシスは起こらないという事実がある。しかし、アシドーシスが顕著になる以前にスピードの低下ははじまる。実際に、アシドーシスが進むと、無酸素代謝からのエネルギー供給が減少しはじめるので、約15秒の全力運動でも泳速度が減少する。スピードスケートと競泳は、異なった競技である。競泳の場合、長水路のレースは50mのプールを使用する。そ

ここではスタートの飛び込み、各泳法での泳ぎ、各泳法のターンといったスケートにはない局面が存在する。前述した、エネルギー系の特徴はスケート競技と変わりはないが、一定のスピードを維持する場面は競泳の場合、スタートとターンの間で行われている。スタートは一回だけだが、ターンの回数が距離によって変わって来ることは競泳の特徴だといえる。それゆえに、身体活動とその時間から比較することはできないと考えられるが、トータルの競技時間としてとらえていけば大まかな一致があると思われる。したがって、それぞれのレースにおけるペースの重要性は変わらないであろう。今回の両レース比較において、スピードの重要さが証明されている。種目を含む選手個人の特性によりスピードは異なるが、エネルギー系を無視した展開はレースを不利にする可能性が高い。これらを勘案すれば、タイム競技の場合、スピードを考えたトレーニングの重要性が示唆されるのではなかろうか。スタートとターンという競泳の特徴からその影響を考えていく必要がある。これはスタート時の飛び込みとターン動作による速度の獲得によるものである。これらはスタート時は約2～3秒、ターン時で約1～2秒となるといわれている。このアドバンテージだけではなく競泳には次の動作による速度の獲得もある。ファイナルスプリントといわれる水泳の局面は、レースの最後の50か100yd/mの最後のスプリントに関してである。良いペースでは、普通、最初のスプリントよりわずかに速い。これはグッド・フィニッシング・キックとして知られている。レースの最後のタイムが、初期の部分より速いという事実は、選手がネガティブ・スプリントペースプランを使ったことを必ずしも意味しない。もしレースのすべての他の部分が一定の速度で泳いでいたとしたならば、オープンペースプランが使われたということになる。また、出だしのペースは一般的に、レース最初の4分の1から半分程度の速さをテーキングレースアウトという。出だしの理想的ペースは、勝つためのポジションで、かつ目標タイムで泳ぐことのできる最も遅い速度であろう。あるレースのために適当な出だしのペースを予測する方法は、最初のスプリントタイムとその同じ距離に対する選手のベストタイム

を比較することである。これらのことから、ある程度のペースを決定することが可能となるとしている。

一方、日本での研究では、中距離型、長距離型における前後半区間泳速度比において、有意な差が認められた。400 mの全体を200 m地点で2区間に分割して分析した場合、中距離型、長距離型は有意に異なるペース配分で泳いでいることが示された。中距離型は前後半泳速度比が長距離型より高いペース配分でありイーブン型に近く、長距離型は中距離型より先行型のペース配分であることを示している。中距離型、長距離型の50 mにおいて、いずれの区間においても各群間の有意な差は認められなかった。しかしながら、各群内における区間ごとの比較ではそれぞれの群においていくつかの区間で有意な差を認めている。そこでは、中距離型、長距離型共に、苦手とする能力を補うペース配分を行っている可能性を示唆している。また、全日本選手権での分析結果によると、100 mが相対的に速い選手と200 mが速い選手とで比較をおこなっている。200 m競技において4種目男女で分析した場合、男子は100 m型選手が多くみられ、自由形は他の3泳法に比べバラつきが少なく、選手の特徴に応じた種目選択をおこなっていると指摘している、また、男子背泳ぎにおいては様々なレースパターンが存在すること、男子背泳ぎを除いて、100 m型の選手はスタート後最初の50 mを速く泳ぐ傾向にあると報告した。これまでの競泳における先行研究では、自由形、背泳ぎ、平泳ぎ、バタフライの4泳法について、それぞれ男女別で解析をおこなってきている。各泳法にはそれぞれ特徴があり、その特性がルールによって決められている。すなわち同じ泳ぐということではあるが、動作について考えていくとそれぞれ別の動きをしていると考えても良い。しかしながら、筋活動として泳ぎを捉えていけば、その運動時間や筋出力の強弱は同じであるともいえるのではないだろうか。そこには、もちろんストローク長やピッチといった問題を含む技術的な解釈を無視することは出来ないであろう。また、50 mプールでの各局面の定義づけなどスケート競技とは異なることも多い。ただし、筋活動としての時間や強度といった観点では、

特に、エネルギー系の解釈は同等と思われる。身体のエネルギー系を利用した技術として代表されるストロークについては次のようにとらえることができる。

スケート競技のストライドである泳ぎのストロークは、スピードを上げることに加えて、ストローク頻度もペースを理解するのに利用できる。実際に、ストローク頻度をコントロールする方法を学ぶことが、最も早く簡単にペースを理解する方法であろう。選手は、スピードを上げるときはストローク頻度を増やし、下げるときは減らしている。したがって、ストローク頻度を一定に保つことによって、イーブンペースを保つことを簡単に練習することができるとされている。もちろんこの理論には、あるストローク頻度ではストローク長が最適で常に一定である、という絶対的な仮説が必要である。いつもこの説が成り立つわけではなく、特にレース後半になり選手が拾う困憊になると変化する。疲労したときには、たいていストローク長が短くなり、その代わりにストローク頻度が上がる。その結果として一定ペースを維持することが可能となる。Paiら(1984)はレースの後半にストローク頻度が平均で6.3%増加したと報告している。これは1分間あたり2ストロークか3ストロークの増加である。これらを考慮すると、ペースワークの最初の段階は、レースのために、最適なストローク頻度とストローク長の組み合わせを決定することである。このことは、選手ができるだけ少ないストローク頻度で、できるだけ長いストローク長で泳ぐべきであるということを、常に意味するわけではない。ストローク頻度・ストローク長・泳速の関係は、複雑なものである。最も速いスピードというのは、ストローク頻度とストローク長がある最適な組み合わせになったときに起こるとされている。ストローク頻度とストローク長の関係は、どちらかが最大や最小になるとタイムが遅くなり、もっと速い泳速になるのは両方が最適になったときである。長いストローク長は、ストローク頻度を遅くするだけである。逆に、ストローク長を短くするとストローク頻度が増加する。最も少ないエネルギー消費で、目標とする泳速を達成するため、選手に最適な組み合わ

せを発見させる手伝いをするのは、コーチの仕事である。同じ種目であっても、ストローク頻度とストローク長の最適な組み合わせは、それぞれの選手によって異なってくる。しかしながらその違いの幅というのは、その種目に対して最も良いストローク頻度を一般化することによってストローク長が狭くなっていく。どの種目においても、背の高い選手は常にストロークが長くなる。キックの優れた選手や手の大きな選手もまたストローク長が長くなり、キックが苦手な背の低い選手はストローク頻度が短くなり、ストローク長が増加するという傾向がある。あるスピードで泳ぐのに必要な範囲内であれば、ストローク長を長くするか頻度を少なくすることによって、常に減少させることができる。しかしながら、ストローク長を長くしすぎると、より多くの筋力を使うことになり、エネルギー量が異常に高くなる可能性がある。これはストローク頻度を少なくしても同じである。逆に、力を少なくしてストロークを早くすることによって、エネルギー消費を減少させることも可能である。こうした事実から、長距離選手はスプリンターよりも少ないストローク頻度と短いストローク長で泳ぐ傾向にある。逆に、スプリントでは最大筋力の利用が必要となる。なぜなら、エネルギーの保存が長距離選手のように重要な課題ではないからである。これが、スプリンターがより長いストローク、より高い頻度を用いる理由である。このように競泳のストローク特性は、スプリンターと長距離選手とは違いが存在し、その差はエネルギー系によるものであろうと推察される。こうした筋出力に大きく関係するエネルギー系の選手個人の特徴によりストロークのパターンが決められているのかもしれない。しかしながら、ストロークの至適な頻度については試合の結果から推察されるものが多いようである。選手は、レースの中間局面において最も効率的なストローク頻度になる前に、大抵始めの4分の1から3分の1を平均より速いストローク頻度で泳ぐ。中間局面のストローク頻度は、およそ、そのレース距離に最適なストローク長と頻度の関係になる。そして、最後にはレートは再び増加し、平均よりも多くなる。おそらく、このことは中間局面の効率の良いストローク頻度を維持するよりも、

エネルギー消費の面でより効率がよいのであろう。レース前半での速いストローク頻度は、おそらくはじめの50mで余分なエネルギー増加になり、その結果として、はやい段階でのアシドーシスへの移行やレース後半でのスピードの低下を引き起こす乳酸の生成が増大する。エネルギーを温存するには、ストローク頻度を調整することで可能になるにもかかわらず、緊張している選手にとっては非常に難しい。コーチングとしては、もし選手が最初から最後まで一定のストロークで泳ぐことができたなら、選手はもっと速いタイムで泳ぐことが可能である。その時は、1分あたり2から3ストローク増加するように指示する。この際に選手が陥りやすい過ちは、維持できないストロークでレースをはじめ、最後に極端にストローク頻度が上がることである。最も一般的な過ちは、はじめのテンポが速すぎて最後までそのテンポを維持できないことである。その結果、テンポもスピードも徐々に遅くなっていく。このパターンは選手がはじめからオーバーペースでレースをすると簡単におこり、最後までスピードを維持できなくなる。最終のラップで極端にストローク頻度が上がるという失敗をする場合は、スピードを低下させるほどストローク長を短くしてしまう。こうしたペースで泳いだ選手は、たいてい最初や中間のレースペースがゆっくりすぎて、最終局面ではそれほど疲労しないが、急激にストローク長が短くなるという結果になる。速すぎるストローク頻度でストローク長が減少するのを、無理に補おうとしさらに遅くなる。極端にストローク頻度が上がる理由としては、選手の中にできるだけ腕を速く動かすことによって、速く泳ぐことができると考えているからであろう。彼らのストローク頻度が速くなったとしても、ストローク長が犠牲となり、たとえ疲労していなくてもレース後半を遅いスピードで泳ぐことになる。こうしたことを踏まえて、ペースワークに加えてレースに対する戦略も必要となるであろう。

ここでスピードスケート1,500m競技の場合は、スタートコースの違いによって、同時にスタートした選手は同時期に別々のカーブを迎えるという競技場の特性がある。また、それぞれのカーブの回数も違ってくるのでスタートコ

ースを考慮しなければならない。しかし、本研究での全選手および各グループ内におけるスタートコースによるゴールタイム、最高速度、最高速度出現区間、区間ごとの平均ピッチおよびストライド長に有意な差は認められなかった(表1)。したがって、1,500 m レースにおいて、スタートコースがレースパターンに与える影響は小さいものであることがうかがえたので、本研究ではイン・アウトコースを合わせてグループ分けをおこない、検討した。

競技レベルによるレースパターンの特徴を見てみると、1st グループはレース前半から高速で滑走し、後半の減速が大きかったが、2nd グループは半々のスピードが低く、後半の減速も小さかった。2nd から 1st グループへのレベルアップには減速を抑えるよりも最高速度を求めて、最初から高速で滑走することが有効であると考えられる。そして、この最高速度を向上させる手段としての増加が望まれるであろう。しかし見方を変えれば、レース前半で 2nd は 1st に比較してピッチを高められなかったことが、後半のピッチ低下をおこさせず、滑走速度における有意な違いが見受けられなかったことにもつながるのかもしれない⁶⁾。全体的にみると、上位グループへレベルアップするためには速度差が現れたカーブ区間でのピッチの増加が必要であることが示唆できる。

Van Ingen Schenau ら(1990)は、最大下自転車漕ぎ運動中に発揮されたパワーをもとに、スピードスケート競技中の発揮パワーをシュミレーションした。その中で、彼らは1,500 m 競技において、すべての外的仕事における無酸素性および有酸素性エネルギー供給の割合がトップ選手の場合、それぞれ54%、46%であると報告している。先行研究⁴⁾のなかで、私たちは1,500 m 競技でのレース速度と自転車エルゴメーターを用いた90秒間パワー発揮曲線の間から、スピードスケート1,500 m 競技の競技成績は、最高速度を高めることが重要であり、減速傾斜が及ぼす影響は小さいことが示唆された。また、2nd から 1st への競技レベル向上に関しては、カーブでのピッチの増加による最高速度とその速度維持能力の向上を目標においた無酸素性能力の増加による速度低下の減少と速度維持能力を目標においた持久性能力を改善するトレーニングが必要で

あることが示唆できる。競泳競技からもレーススペースのトレーニングが重要であり、競技成績を左右するものであることがわかった。特に、身体のエネルギー系を基本としたトレーニングの重要性が示唆されたものであろう。本研究の測定にあたり、日本体育大学の佐藤孝之先生のご尽力に深く謝意を表します。また、2007年10月から2008年9月までの松山大学国内研究助成制度の一部を利用したものである。

参 考 文 献

- 1) 河合季信, 宮坂雅昭, 田崎健太郎, 高松薫: スピード・スケート競技の1500 m滑走におけるペース配分に関する研究, 筑波大学体育学系紀要, 17: 155-163, 1994.
- 2) 根本勇: ペース配分が血中の乳酸電解質濃度およびパフォーマンスに及ぼす影響, 平成元年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No II, 競技種目別競技力向上に関する研究, 第13報, 302-309, 1989.
- 3) 西山哲成, 佐藤孝之, 伊藤雅充, 野明弘幸, 田中邦雄: スピードスケート選手の無酸素性パワー発揮能力と500.1000m レースタイムの関係, 日本体育大学体育研究所雑誌, 28(2): 149-158, 2003.
- 4) 佐藤孝之, 西山哲成, 大石健二, 林恭介, 田中邦雄: 大学スピードスケート選手の無酸素性および有酸素性能力と競技成績, 日本体育大学紀要, 33(2): 63-70, 2004.
- 5) Van Ingen Schenau GJ, de Koning JJ and de Groot G: A simulation of speed skating performances based on a power equation. *Med. Sci Sports Exerc.*, 22(5): 718-728, 1990.
- 6) 湯田淳, 結城匡啓, 伊藤静夫, 河合季信, 高松薫, 阿良道良: スピードスケート1000 m競技における滑走スピードおよびサイクル頻度の変化と血中乳酸濃度からみた合理的ペース, トレーニング科学, 13(2): 93-102, 2001.
- 7) 湯田淳, 結城匡啓, 藤井範久, 阿良道良: スピードスケート5000 m競技における世界一流長距離選手のレーススペースの分析, *Jap. J. Biomech. SportsExerc.*, 9(2): 116-124, 2002.
- 8) 湯田淳, 結城匡啓, 青柳徹, 藤井範久, 阿良道良: スピードスケート長距離種目におけるカーブ滑走の下肢キネティクスの変化, *Jap. J. Biomech. SportsExerc.*, 9(2): 56-68, 2005.
- 9) 結城匡啓: 長野オリンピックのメダル獲得に向けたバイオメカニクスのサポート活動ー日本スピードスケートチームのスラップスケート対策ー, 体育学研究, 44(1): 33-41, 1999.
- 10) 結城匡啓, 平野敬靖, 森丘保典, 阿良道良: スピードスケート1000 m競技における世界一流選手のレースパターンの分析, *Jap. J. Biomech. SportsExerc.*, 3(4): 270-276, 1999.
- 11) 若吉浩二: 競泳のレース分析ーレース分析とその現場への応用ー, バイオメカニズム学

会誌, Vol. 16, No. 2, 93-100, 1992.

- 12) 萬久博俊, 下山好充, 椿本昇三, 野村武男: 競泳の200m種目におけるレースペースの分析, 筑波大学運動学研究, 15: 53-61, 1999.