

# 女子水泳選手におけるクロール泳の速度出力調整と動作との関係

合屋十四秋・野村照夫・杉浦加枝子

スポーツ方法学研究 第18巻 第1号 抜刷

2005年3月10日 発行

## 女子水泳選手におけるクロール泳の速度出力調整と動作との関係

The relationship between stroke motion and output intensity for  
velocity during 50 m crawl swimming in female

合 屋 十四秋 (愛知教育大学保健体育講座)

野 村 照 夫 (京都工芸繊維大学繊維学部)

杉 浦 加枝子 (江戸川区立江戸川小学校)

Toshiaki Goya \*

Teruo Nomura \*\*

Kaeko Sugiura \*\*\*

### Abstract

This study examined the relationship between stroke motion and subjective output intensity for velocity during 50 m crawl stroke swimming. Thirty nine female subjects, including from elementary school to varsity swimming competitors, performed 20, 40, 60, 80 and 100 % for relative perceived exertion of swimming velocity. Kinematics and temporal characteristics of selected stroke phases were identified to describe key elements of output intensity for velocity. Results were obtained as follows; The subjective output intensity modified for water resistance was significantly correlated with objective intensity at given conditions ( $r=0.986$   $p<0.01$   $Y=0.87X+9.08$ ). Increasing and decreasing for swimming velocity during 50 m crawl stroke, it depends upon SR remarkably even with maximum and sub-maximum effort. Two stroking patterns revealed in ascending the swimming velocity, SR showed higher values according with less SL or nothing change. Therefore, the changes of SL could be determined by the percentage of glide phase time, stroke velocity, and sculling technique during underwater stroking.

Key words: 50 m crawl swimming, female competitive swimmer, subjective, objective, output intensity for velocity, stroking technique, image analysis  
クロール泳, 女子水泳選手, 主観の努力度, 客観的出力, ストローク調整, 動作解析

---

\* Aichi University of Education Department of Health and Physical Education

\*\* Kyoto Institute of Technology Faculty of Textile Science

\*\*\* Tokyo Edogawa elementary School

## I. はじめに

競技でよい成績を修めるためには、レースペースは非常に重要である。従って、適切かつ自分に合ったストラテジーでのレースペースで泳ぐためには、出力の調整が必要となる。その調整の仕方如何によってレース結果は大きく左右される。水泳のインターバルトレーニング、特に短い距離では、設定されたタイムに計ったように泳いで帰ってくるのが経験的に知られている。「何割の強度で」、「何%のスピードで」といった具体的な主観的努力度がトレーニング場面で頻繁に用いられ、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(村木ら1999)。スポーツ運動学の分野では自分の動きを知ることは指導、学習にとって重要であり、意識性、意図性の認識はスポーツパフォーマンスを左右するともいわれている。特に運動の量的分析のみならず、質的分析などの視点(Knudson and Morrison 1997)をもって指導、実践すべきとの指摘もある。さらに、スポーツ心理学分野では、高次の認知過程を形成する「記憶」の構造は、感覚的で短期間のレベルから系統的かつ組織的な運動プログラムレベルまでと考えられている(工藤1989)。しかし、感覚的情報は論理的、包括的に枠組みがモデリングされているようであるが、各運動種目ごとに体系的に例示、蓄積された研究は見あたらないようである。

これまで走、跳、投などのグレーディング能力の検討が数多くなされている(定本ら(1977)、阿江ら(1990)、村木ら(1996)、伊藤ら(1997)、金子ら(1999)、村木ら(1999))。また、意志による運動の制御(大築1986)、力発揮のグレーディング(大築1989)、タイミング動作と予測の制御(大築1998)についても報告されている。しかしながら、水泳によるこのような研究はまったく皆無に近い。わずかに、宮下ら(1978)の生理学的アプローチによる主観的努力度の測定、高橋ら(1984)のチェックリストを用いた動きの評価、村川ら(1987)の速く泳ぐための感覚用語のアン

ケート調査、Nomura et al.(1995)の異なる泳速度と生理学的、主観的努力度の検討などが報告されているにすぎない。また、経験則による泳速度の主観的努力度の指標として末光(1989)の提唱式がコーチングの場に提示されているだけである。いずれもアンケート調査や生理学的な視点および経験則にとどまっておき、これらの感覚的な指標を動きと合わせたスポーツ方法的観点からの研究はほとんど見受けられない。すなわち、コーチングやスポーツの指導場面では主観的努力度と客観的出力の手がかりが、トレーニングや運動実践において日常的に用いられ、よりよい動きの獲得に貢献できる可能性が大きい。水中運動は陸上運動に比べ、年齢による経年的パフォーマンスの向上(泳速度など)は学習経験量に左右される要素が強いことから、性差や被験者の年齢が広がっていてもそれらへの影響度はさほど大きくないと考えられる。

そこで、本研究では小学生から大学生の女子水泳選手を対象とし、クロール泳において「自分の感覚だけでどれぐらい出力を調整できるのか?」というグレーディングの様相を明らかにするために、50mクロール泳の主観的努力度(20%~100%までの5段階)と客観的出力との対応関係を明らかにするとともに、それらの調整がどのようなストロークメカニズムによってなされているのかを検討することとした。

## II. 研究方法

### 1. 被検者

被検者は競泳のトレーニングをしている小学生から大学生までの女子39名(日本選手権出場1名、インカレ出場3名、インターハイ出場2名、全国中学出場2名、全国ジュニアオリンピック出場9名を含む)であった。平均年齢 $14.1 \pm 2.6$ years、平均身長 $155.5 \pm 8.3$ cm、平均体重 $47.3 \pm 8.2$ kg、水泳経験年数 $9.1 \pm 2.5$ yearsであった。

なお、本実験に当たり被験者の同意および実験の趣旨や個人情報の保護を事前に通知し、承諾を得た。

## 2. 実験の手順

泳動作は最も一般的な種目としてクロール泳を用いた。スタートの影響を取り除くため、スタート台からの飛び込みではなく、水中の壁からけり出すスタート（以下、水中壁けりスタート）とした。泳ぐ距離は50mとし、競技経験のある3人の検者による手動ストップウォッチで測定した。計測タイムの採用は、1/100を切り捨て、1/10秒までとし、3人の測定タイムの中間を採用した。ストローク数は同一検者によって1ストロークサイクル（左右1回ずつ）を2回としてカウントした。

試技は5段階の主観的努力度を乱数表の順序によって行わせ、試技の前後の影響が出ないように、計2セット行なった。努力度の幅は、先行研究（定本ら1977、阿江ら1990、村木ら1996、伊藤ら1997、村木ら1999、金子ら1999）の報告をもとに20%から100%までの5段階とした。これらは陸上での走、跳、投、打運動を対象としており、泳運動の報告がみられないため、比較、検討する上でも同じ条件の5段階とした。被検者には、出力に関する結果のフィードバック情報は一切与えず、各自の感覚のみを頼りに、出力を段階づけさせた。

## 3. 撮影および分析

VTR画像は、被写体から10m離れた、左側方より高速度ビデオカメラ（Nac社製HSV-400: 200fps）で撮影し、A/D変換した画像はMathmatica 2.2.2を用いて身体各部の座標を求めた。デジタイズは左手の指先と腰の2点とし、その範囲は、左手の指先の入水から同指先が出水するまでの1ストロークサイクルとした。

平均ストローク長（以下SL）は、50mを総ストローク数で除して算出した。平均ストローク頻度（以下SR）は、泳タイムを総ストローク数で除し、逆数にして60を掛け、回/分とした。すなわち単位時間あたりのストローク数として定義した。平均ストローク速度（以下SV）は、SLを1ストローク所要時間で除して算出した。平均泳速度は50mを泳タイムで除した速度（AV）とした。

ストロークの局面分けはOhgi and Ichikawa

（2003）の報告をもとに次のように行った。左手の指先が入水後、その水平成分の速度がマイナスからプラスに変わるまでをグライド局面、同様に、水平成分の速度がプラスからマイナスになった後、指先が水中から出るまでをリカバリー局面とした。

手および腰の速度は、指先および大転子の水平成分の速度を求め、1ストロークの水中部分のプル・プッシュ局面の速度を算出した。

## 4. 泳強度の決定

水中では、泳者が一定の速度で泳いている場合の推進力はそれと相応の抵抗に等しく、その時の人体に働く水抵抗は、主要因である圧力抵抗を考える場合、泳ぐ速度の二乗にほぼ比例する（Karpovich 1933）。

従って、水中での主観的努力度（泳強度）は泳速度の調節に対応する（荻田、2004）ので、 $R=KV^2$ の式より $V=K'\sqrt{R}$ となる。Kは定数であるので任意と考えると、主観的努力度は抵抗の平方根として求めることができる。このことから末光（1989）は以下の提唱式を提示したが、実証されたデータは存在せず、理論値に留まっている。

$$\text{提唱式 } X\% \text{ Time} = \frac{\text{Best (100\%) Time (sec)}}{\sqrt{\frac{X\%}{100}}}$$

（末光、1989）

本研究では、この提唱式によって補正された主観的努力度と客観的出力を用いて評価することにした。

## 5. 統計処理

測定値はすべて平均値±標準偏差とし、各変数の関係をみるためにピアソンの相関係数を算出した。これらの有意水準はすべて5%以下とした。

## Ⅲ. 結 果

### 1. 泳タイムと泳速度

図1に、各主観的努力度によって実際に計測された50M泳タイムと泳速度の対応関係を示した。

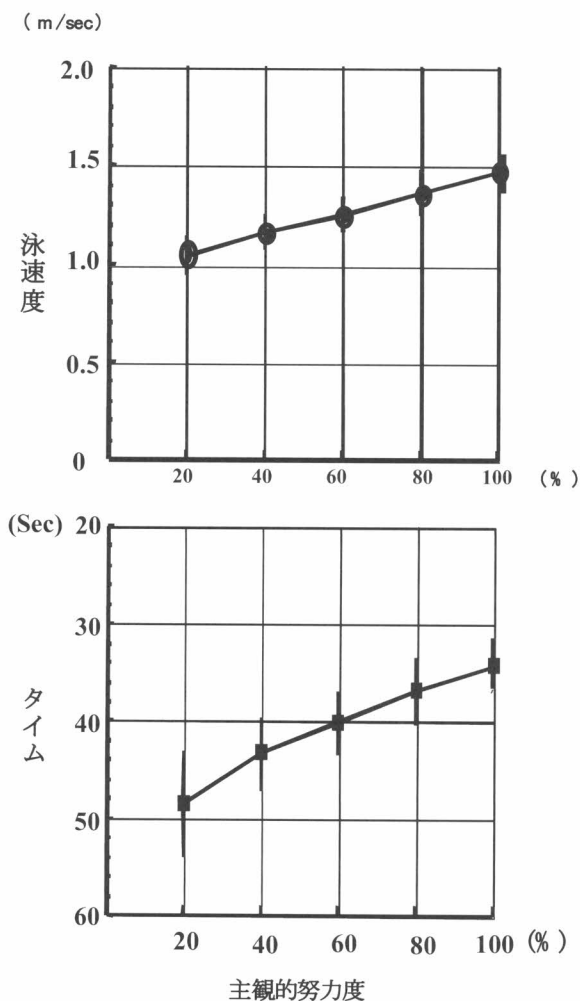


図1 各主観的努力度による泳タイムと泳速度

泳タイムは、約48秒から34秒、泳速度は約1.0m/sから1.5m/sの間に収束した。それぞれ、主観的努力度が高くなるにつれて、泳タイムが速くなり、泳速度も上昇した。

## 2. 泳強度

水中での主観的努力度(泳強度)は泳速度の調節に対応することから、本研究では客観的出力を泳速度(SV)に対応することとした。補正前の主観的努力度とSVとの間には有意な( $p < 0.01$ )相関( $r = 0.999$ ,  $Y = 0.36X + 64.09$ )が認められた。次に、末光(1989)の提唱式によって補正され

表1 補正後の主観的努力度と客観的出力(%)

主観的努力度	補正後の主観的努力度	補正後の客観的出力
20	44.7	48.1
40	63.2	64.2
60	77.5	76.6
80	89.4	87.4
85	92.2	89.5
90	94.9	91.8
95	97.5	94.1

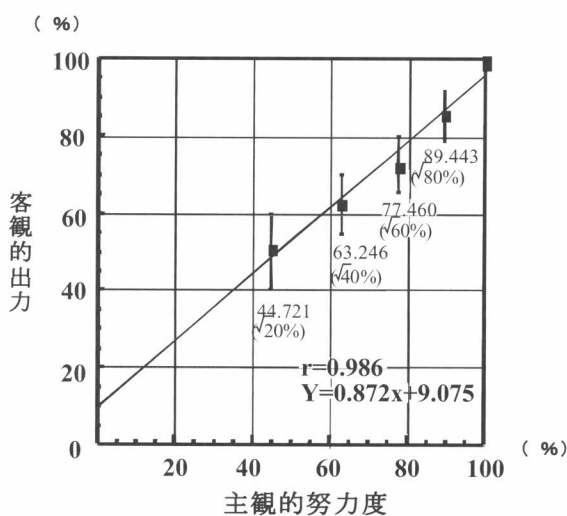


図2 補正した各主観的努力度と客観的出力

た主観的努力度と客観的出力(SV)の関係を図2に示した。その結果、有意な( $p < 0.01$ )相関( $r = 0.986$ ,  $Y = 0.87X + 9.08$ )が認められた。

補正後の対応関係は、主観的努力度20%、40%、60%および80%に対して、客観的出力はそれぞれ、44.7%、63.2%、77.5%および89.4%となった。また、得られた回帰式より、主観的努力度20、40、60、80、85、90および95%のそれぞれに対応する主観的努力度と客観的出力を求めた。(表1)

### 3. SL, SR および SV の変化

1 ストローク・サイクルを 2 回として、総ストローク数を求め、SL, SR および SV を算出した。

#### 1) ストローク長 (SL)

各主観的努力度に対応する SL との間には有意な ( $p < 0.01$ ) 相関が認められた ( $r = -0.992, Y = -0.18X + 119.16$ )。SL は、主観的努力度が高くなると短くなり、主観的努力度が低いと長くなることが認められた。しかし、主観的努力度が変化しても、SL の値が変化しない被験者もみられた。

#### 2) ストローク頻度 (SR)

各主観的努力度と SR との間には有意な ( $p < 0.01$ ) 相関が認められた ( $r = 0.996, Y = 0.46X + 52.79$ )。SR は主観的努力度が高くなると上がり、主観的努力度が低くなると下がるということが認められた。

#### 3) ストローク速度 (SV)

各主観的努力度と SV との間には有意な ( $p < 0.01$ ) 相関が認められた ( $r = 0.999, Y = 0.36X + 64.18$ ) また、SV と平均泳速度 (AV) との間に有意な ( $r = 0.999, p < 0.01$ ) 相関が得られた。

#### 4) SL, SR および SV の関係

SV と SL との間には、負の相関が得られた ( $r = -0.987, p < 0.01$ )。SV と SR との間には、正の相関関係が得られた ( $r = 0.996, p < 0.01$ )。また、SL と SR との間にも、負の相関が得られた ( $r = -0.997, p < 0.01$ )。

### 4. 泳速度のグレーディングによる動作の変化

SV, SL および SR の関係から SV の値が上がると SR の値が上がるという結果が得られた。しかし、被験者を個別にみても SV が大きくなると SR の値が高くなり、SL が変化する被験者とあまり変化しない被験者がみられた。変化しない被験者は全体の 4 分の 1 程度であった。そこで、それぞれの代表的な被験者、S.T と M.I の主観的努力度の違いによる動作の変化を図 3 (被験者 S.T) および図 4 (被験者 M.I) に示した。局面分けは、グライド局面、プル・プッシュ局面、リカバリー局面の 3 局面である。手先の入水から出水までの所要時間を 100% とし、それぞれの局面ごとの比

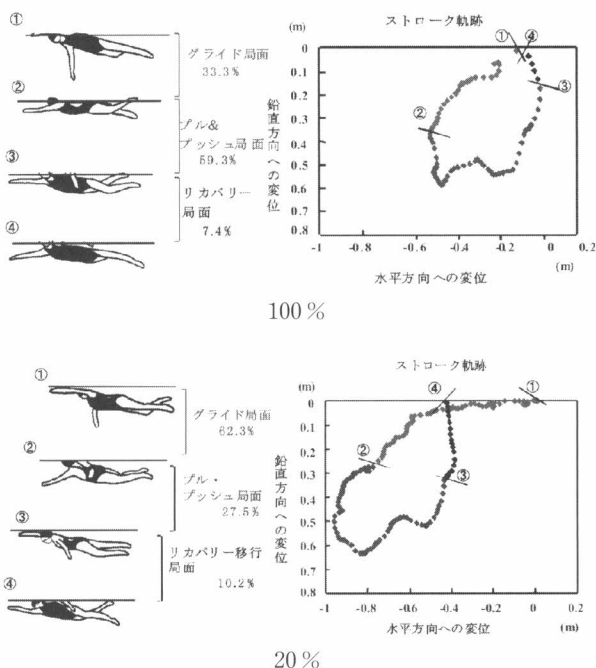


図 3 被験者 S.T の 20% および 100% 時のストロークパターン

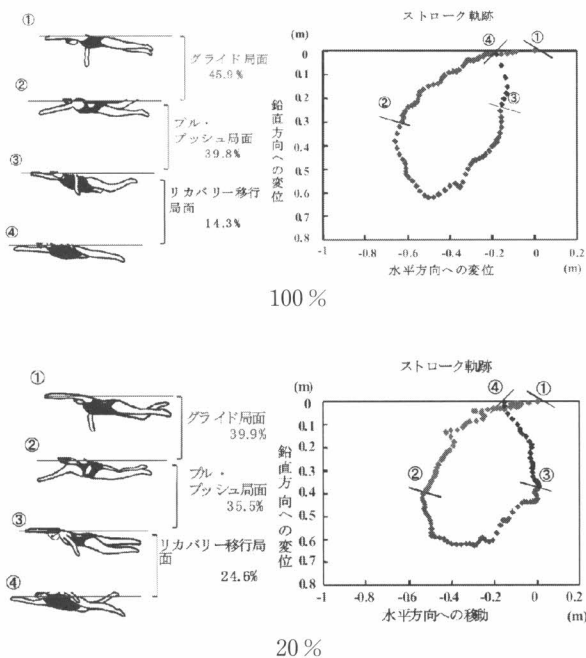


図 4 被験者 M.I の 20% および 100% 時のストロークパターン

表2 各主観的努力度に対応する1ストローク中の各局面の割合の変化(%)

被験者%	グライド	プル&プッシュ	リカバリー
S.T			
20	62.3	27.5	10.2
40	47.2	48.1	4.7
60	51.2	40.5	8.3
80	42.2	52.9	4.7
100	33.3	59.3	7.4
	グライド	プル&プッシュ	リカバリー
M.I			
20	39.9	35.5	24.6
40	34.3	35.0	30.7
60	51.9	35.6	12.6
80	41.9	36.2	21.9
100	45.9	39.8	14.3

率を示した。

#### 1) ストロークパターンと各局面の時間比率

図4に示したように被験者M.Iは、20%および100%時の主観的努力度のストローク軌跡がほぼ同様のパターンを示し、各局面の時間比率も同程度の割合であった。主観的努力度60%時に水中の1ストロークにおけるグライド局面の比率の値が最も高く、主観的努力度40%時に最も低かった。また、各主観的努力度のプル・プッシュ局面の比率は、35%前後を示した。リカバリー移行局面では、主観的努力度40%時に比率が最も高く、主観的努力度60%時に最も低かった(表2)。

一方、被験者S.Tは、20%時の主観的主努力度のストローク軌跡およびグライド局面の時間比率は、100%時のそれに比べて移動軌跡が長く、時間比率も大きな差が見られた(図3)。主観的努力度20%時に水中の1ストロークにおけるグライド局面の比率が最も高く、主観的努力度100%時に最も低かった。また、プル・プッシュ局面は、主観的努力度100%時に最も比率が高く、主観的努力度20%時に最も比率が低かった。リカバリー移行局面は、主観的努力度20%の時に比率が最も高く、主観的努力度80%時に最も低かった(表2)。

## IV. 考 察

### 1. 水中での主観的努力度と客観的出力との対応

陸上運動での主観的努力度と客観的出力の対応関係については、村木ら(1983, 1999)によるスプリント走、定本ら(1977)、加藤ら(1995)および村木ら(1996)による跳躍動作、伊藤ら(1997)の走・跳・投動作、大築ら(1989)の力のグレーディング等の検討がなされている。これらの報告によれば、主観による出力調整は数段階に分けて段階付けができることがほぼ認められている。しかし、一定の対応関係が認められるものの、いくらかのずれがあることや動作の質的な変化が努力度80%付近およびそれ以上の高強度領域に出現することも指摘されている(村木ら, 1999)。

本研究では、主観的努力度をランダムに並べた試技順序とした。すなわち、各被験者間および各主観的努力度の試技順序も異なるため、本被験者は全力を基準とした出力ではなく、自己の蓄積された経験に基づく、感覚のみによる出力を決定したと考えられる。その結果、主観的努力度と客観的出力との間に高い相関関係が認められた。このことは、人は環境の違い、すなわち水中の運動であっても、自己の感覚のみで出力を一定の間隔で調節が可能であることを示唆している。しかし、水中では陸上運動と異なり、人体が水中を進む時、抵抗は速度のほぼ2乗に比例する。このような理由から、本研究では水中での主観的努力度は抵抗を考慮した提唱式(末光, 1989)によって補正した客観的出力として用いた。その結果、主観的努力度と客観的出力との間に有意な相関( $r=0.986$   $p<0.01$ )が認められ、回帰係数は0.87であった。この傾きの係数に注目すると、補正前では主観的努力度と客観的出力との回帰直線の傾きは0.36であった。伊藤ら(1997)によれば、走動作0.45、跳動作0.57、投動作0.50と報告されている。これらの対応関係は低い努力度(20~60%)ではかなりのずれが認められ、80%以上の高い努力度のみ実用性があると指摘されている(村木ら, 1999)。本研究では表1に示されるように、補正後の主観的強度とそれに対応する客観的

出力はどの段階においてもかなりの精度で一致することがわかった。従って、限定された条件下ではあるが、実際の水泳のコーチングや指導場面において、選手や学習者に感覚的な強度で伝える有効な指標として適用可能な範囲と考えられた。また、得られた回帰直線式によって求めた高強度領域85%、90%、95%の主観的および客観的出力はそれぞれ、92.2%、94.9%、97.5%および89.5%、91.8%、94.1%となり、簡便で利便性の高い結果が得られることも確認された。

## 2. 泳速度の調節とストローク変数との関係

泳速度とストローク変数は、競泳のレース内容や選手の競技力を評価するためのパラメーターとして用いられ、泳速度 =  $SL \times SR$ 、すなわちストローク長とストローク頻度の積で構成される (Kennedy et al., 1990)。従って、泳速度を高めるためにはSLとSRのいずれかまたは双方を大きくする必要性が指摘されている (Wakayoshi et al., 1990)。国内トップレベルの200m自由形のレースでは、男子はSLを、女子はSRを増大することが競技成績の向上につながると推察されている (松井ら, 1998)。また、生田ら (1999) は短距離の泳速度の変化パターンはSLよりもSRの変化パターンに類似していることから、泳速度はSRの操作によってコントロールされること、またトレーニング効果によって現れる変化は、最大泳速度と最大下泳速度の2つの変化パターンに収束することを確認している。同様に、100mでは、男子予選敗退群はSRの、同女子ではSLのそれぞれを増大させることがパフォーマンスの向上につながることを指摘している (若吉ら, 2001)。50m自由形男女のレースでは、SLとSRは有意な負の相関関係がみられたことが報告されている (奥野ら, 1999)。また、若吉ら (2000) は、50m自由形レースの5m毎のストローク分析から、性別、競技レベル別に関係なく、泳速度の低下傾向とSRの低下傾向は有意な関係にあることを明らかにしている。

以上のことから、レースペースの戦術要素を除外すれば、短距離自由形での泳速度調節は、最大

努力および最大下のいずれにおいてもほとんどがストローク変数のSRによって行われていることがわかった。

## 3. ストローク頻度 (SR) と水中ストローク動作との関係

前節において泳速度調節は、最大下の主観的努力度ではストローク変数のSRによって行われていることが確認された。本研究でもSRとSLの間には高い負の相関が認められた。しかし、その中には、SLの値が短くなる被検者と変わらない被検者がみられた。そこで、SLが変化する代表的な被検者S.Tと、SLが変化しない代表的な被検者M.Iを抽出し、両被検者の主観的努力度の違いによる水中ストローク動作の変化をそれぞれ図3 (被検者S.T) および図4 (被検者M.I) に示した。その結果、被検者S.Tがグライド局面の割合を減少させている (62.3% → 33.3%) のに対し、被検者M.Iはほぼ変化がみられなかった (39.9% → 45.9%) (表2)。従って、被検者S.Tはゆっくりした速度で泳ぐ場合は、グライド局面の割合を大きくすると同時に、プル・プッシュ局面の割合を少なくして調整していることがわかる。また、速く泳ぐ場合は、全く逆のストローク動作の調整が行われている。このことから、本研究の被検者のほとんどがグライドとプル・プッシュ局面を相反する比率で調整していることが伺える。Ohgi and Ichikawa (2003) によれば、本研究のクロール泳のグライド局面に相当するエントリーとストレッチ局面はほぼ30%、プル・プッシュ局面に相当するダウンスウィープ、インスウィープ、アップスウィープ局面はほぼ40%以上であることが報告されている。これは、SLが変化するパターンの代表例 (被検者S.T) の100%努力度におけるグライド局面の割合とほぼ一致した (表2)。一方、被検者M.Iはどの速度においてもグライド局面およびプル・プッシュ局面の割合が変わらないことから (表2)、水中でのストロークの速さやスクーリング動作によって調整していると考えられる。

以上のことから、水中でのストロークの調節は



指先が入水してからかき始めまでの「グライド局面」の割合の増減と「プル・プッシュ局面」でのストロークの速さおよびスカーリング動作でほとんどなされていると思われる。実際、手先のストローク軌跡はプル・プッシュ局面において大きく内側にカーブを描くように動いていることが推察されるが、このような軌跡は、3次元解析におけるストローク動作におけるZ軸方向（奥行き）の評価が行われ、解明されていくことが期待される（高木，2000）。また、性差、技術レベル、他の3種目への適用、および100m、200mの泳距離についてもSV、SLおよびSRと水中ストローク動作との関連を明らかにする課題も残されている。

## V. まとめ

本研究は、50mクロール泳の主観的努力度と客観的出力との対応関係を明らかにするとともに、それらの調整がどのような水中ストローク動作によってなされているのかを検討することであった。結果は以下の通りであった。

- 1) 抵抗を考慮し、補正した主観的努力度と客観的出力との間に有意な相関 ( $r=0.986$   $p<0.01$ ,  $Y=0.872X+9.08$ ) が認められ、5段階の主観的努力度は、かなりの確度でそれぞれの客観的強度に近づき、簡便で利便性の高い結果が得られた。
- 2) 50m自由形での泳速度調節は、最大努力および最大下のいずれにおいてもストローク変数のSRによって行われていることが確認された。
- 3) 水中のストローク動作分析より、泳速度が大きくなるとSRの値が高くなり、SLが変化するストロークパターンと変化しないパターンがみられた。
- 4) この場合、SLの変化するパターンの要因として、水中ストロークにおけるグライド局面の割合の増減、プル・プッシュ局面でのストロークの速さおよびスカーリング動作などによるものと考えられた。

以上のことから、水の抵抗を考慮した補正後の主観的強度と、それに対応する客観的出力はどの段階においてもかなりの精度で一致し、限定され

た条件下ではあるが、実際の水泳のコーチングや指導場面において、選手や学習者に感覚的な強度で伝える有効な指標として適用可能な範囲と考えられた。

## 文 献

- 阿江通良(1990) 垂直跳びの踏切における努力度が下肢各部の貢献度に及ぼす影響。ジャンプ研究, 日本バイオメカニクス学会編, メディカルプレス: 40-45.
- 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.
- 生田泰志・奥野景介・松井 健・寺田晶裕・本部洋介・石川昌紀・若吉浩二・野村照夫(1999) 泳速度のコントロールとストローク頻度の関係 - 100mおよび200m自由形のレース分析結果より -。スポーツ方法学研究, 12(1): 1-8.
- 金子元彦(1999) 打動作における主観的努力度と客観的達成度の対応関係。スポーツ方法学研究, 12(1): 25-32.
- 加藤史夫・小山祐三・濱松亜紀・小倉幸雄・五十嵐聡・澤井 博(1995) スポーツ競技者の跳躍運動における主観的努力度と客観的達成度の対応性に関する一考察。陸上競技研究, 23(4): 19-24.
- Karpovich, P. V. (1933) Water Resistance in Swimming, Res. Quart. 4, 21-28.
- Kennedy, P. K., Brown, P. L., Chengalur, S. N. and Nelson, R. C. (1990) Analysis of male and female Olympic swimmers in the 100-meter events. International Journal of Sport Biomechanics, 6: 187-197.
- 工藤考幾(1989) 発達と運動反応スキーマの形成。体育の科学, 39: 621-626.
- 松井 健・寺田晶裕・立貞栄司・本部洋介・生田泰志・若吉浩二・野村照夫(1998) 競泳レースにおける5m毎の泳速度とストローク変数の変化 - 日本選手権200m自由形種目における泳力別比較 -。スポーツ方法学研究, 11(1): 88-93.
- 宮下充正・小野寺孝一(1978) 水泳における Rating of Perceived Exertion. 体育科学, 6: 96-99.
- 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6」, 杏林書院, 東京, 76-83.
- 村木征人・稲岡純史(1996) 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.
- 村川俊彦・今村義正・山田秀樹・新出昌明(1987) 水泳指導における感覚的言語に関する研究 - 「速く泳ぐ」た

- めに。東海大学体育学部紀要, 17:37-49.
- 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) :59-67.
- Nomura, T and Shono, T (1995) The relationship between rating of perceived exertion and physiological exertion at different swimming speeds. Bull Inst. Sport Sci Univ. of Tsukuba, 18: 99-107.
- Ohgi, Y and Ichikawa, H (2003) Fatigue evaluation by using Microcomputer-based acceleration data logger for swimming research. Biomechanics and Medicine in Swimming IX, 463-468. 2003.
- 荻田 太・田巻弘之・前田 明・我妻 玲 (2004) 競泳パフォーマンスの限界要因に関する検討 - MADシステムを用いた力学的・代謝的解析より-. デサントスポーツ科学, 23:122-130.
- 奥野景介・若吉浩二・生田泰志・松井 健・野村照夫 (1998) 1996年度および1997年度日本選手権大会50m自由形における競泳のレース分析. スポーツ方法学研究, 11 (1) :123-130.
- 奥野景介・生田泰志・本部洋介・石川昌紀・若吉浩二・野村照夫 (1999) :男子50m自由形におけるストロークパラメーターの変動に関する研究 - 1997年度日本選手権大会において-. スポーツ方法学研究, 12:17-24.
- 大築立志 (1986) :スパーシング・グレーディング・タイミング -意志による運動の制御-. 体育の科学, 36:104-109.
- 大築立志 (1989) 力のグレーディング. J. J. Sports Sci.8 (10) :663-667.
- 大築立志 (1998) 予測とタイミングからみたヒトの随意運動制御. 体育学研究, 43:137-149.
- 定本朋子・大築立志 (1977) :跳躍動作における出力制御の正確性 -距離のgradingおよび再現の特性-. 体育学研究, 22 (4) :215-229.
- 末光智宏 (1989) How to swim faster. 実戦で生きるスイミング・テクニク, 72-76, 別冊Swimming & Water polo Magazine. ベースボールマガジン社.
- 高木英樹 (2000) 流体力学的視点からみた水泳に関する諸問題. 三重大学教育学部研究紀要51, 自然科学:33-44.
- 高橋伍郎 (1984) ベストスイミング. 古橋廣之進編著, 日本放送出版協会, 東京, 34-105.
- Wakayoshi, K., Nomura, Te., Takahashi, G., Sakata, I., Nomura, Ta., and Tsubakimoto, S., (1990) Swimming techniques of Japanese elite swimmers. 1988 Seoul Olympic Scientific Congress Proceedings: 521-530.
- 若吉浩二・劉 華・森 弘暢・若宮知子・小野桂一 (2000) 競泳短距離自由形レースにおける泳速度とストローク変数の変化について. スポーツ方法学研究, 13:31-41.
- 若吉浩二・劉 華・森 弘暢・福本隆行・小野桂一 (2001) 日本選手権における競泳100m自由形レースにおける泳速度とストローク変数の変化に関する研究. スポーツ方法学研究, 14:31-40.