

競泳平泳ぎスタート局面の「ひとかきひとけり」のタイミング

浅見俊雄*・吉田 努**・岩原文彦*・野口智博***・伊藤雅充*

(平成 12 年 10 月 23 日受付, 平成 13 年 1 月 16 日受理)

Timing of One Underwater Arm Stroke during Start Phase in Breaststroke

Toshio ASAMI, Tsutomu YOSHIDA, Fumihiko IWAHARA,
Tomohiro NOGUCHI and Masamitsu ITO

In order to test two hypotheses, 1) there is an optimal timing for one underwater arm stroke (OUAS) of the breaststroke, and 2) those who exhibit better 15 m time initiate OUAS later, six male university swimmers participated as subjects in the present study. They performed starts in which the timing of OUAS was altered (6.0-9.5 m: every 0.5 m) and the 15 m time was measured. The relationship between the 15 m times and the timings of OUAS could be well fitted using second order polynomial equations, from which the optimal timing for each subject was calculated. The less the difference between the arbitrary timing and the optimal timing of OUAS was, the better the 15 m time was ($r = -0.82$). And also, the later the initiation of OUAS was, the better the 15 m time was. To be concluded, the two hypotheses were validated through these results. These results will be able to contribute to improvements of the start phase performance for the breaststroke.

Key words: Breaststroke, One underwater arm stroke, Timing

キーワード: 平泳ぎ, ひとかきひとけり, タイミング

緒 論

競泳のレースは一般にスタート, ストローク, ターン, フィニッシュの 4 局面に分けられる。(財)日本水泳連盟医・科学委員会ではスタート局面をスタート台から 15 m (自由形とバタフライは 10 m) まで, ターン局面はターン前 5 m からターン後 10 m (自由形とバタフライは 7.5 m) まで, フィニッシュ局面はラスト 5 m, ストロークはスタート, ターン, フィニッシュ局面以外と定義している⁵⁾。スタート局面は他の 3 局面とは異なり, 陸上から水中へと運動の場を転換する移動系動作である。スタート局面はさらに次の 4 期に分けて考えられている¹⁾。

- 1) ブロック期: 号砲からスタート台を離れるまで,
- 2) フライト期: スタート台を離れてから体の一部分が着水するまで,
- 3) エントリー期: 体の一部が入水してから全身が入

水するまで,

- 4) グライド期: 全身が入水してから水面に浮かび上がるまで。

競泳の短距離レース (50 m, 100 m) では, スタート局面終了までに要する時間の割合が, 総レースタイムの 5~10% をも占め, 記録の近接したレースでは, スタート局面の巧拙が勝敗を左右する場合もある⁴⁾。日本水泳連盟医・科学委員会の 1998 年日本選手権競泳レース分析表⁵⁾にある, 男子 100 m 平泳ぎのレース分析の結果をもとに, 予選と決勝の平均 15 m 通過タイムを算出するとそれぞれ 7.66 秒, 7.30 秒 (差は 0.36 秒) で, これらの間には有意な差が認められた。野村³⁾は競技記録からレース各局面の所要時間を推定しており, 男子 100 m 平泳ぎのスタート局面の推定式は $(0.1594 \times \text{競技記録} - 2.830)$ と報告している。この推定式によると, 世界記録となる 1 分 00 秒で泳ぐためには, スタート局面を 6 秒 73 で通過することが必要となる。1998 年日本選手権男

* 大学院 (後期) トレーニング科学系, ** エイブルスポーツ企画, *** (有) SSS

子100 m平泳ぎの優勝タイムは1分2秒90であったが、このときの15 m通過タイムは7秒28であり、推定式から求めた推定通過タイム7秒20とほぼ同じであったが、1分00秒で100 mを泳ぐためには15 mを0.55秒早く通過しなくてはならず、スタート局面の短縮がひとつの重要な要因であるといえる。

平泳ぎは、他の泳法に比べて動作上の規制が多い種目である。身体はうつ伏せで、両肩は水面に対して平行に保っていること、腕のかきは腰の位置までであること、両足を垂直面に上下してはならないこと、などがルールで規定されている。ただし、スタートとターン時の最初の「ひとかきひとけり」に関しては水中で腕のかきを腰の位置より後ろまでかいてよいという特例がある。

レース中最も泳速の速いのはスタート直後である。野村ら²⁾は、浮き上がり時のスピードがストローク局面に大きく影響していることを報告している。このことから、スタート直後のスピードをいかに効率よくグライド期に移行し、ストローク局面につなげるかが重要であり、このためには、水中での「ひとかきひとけり」のタイミングが重要な意味を持つと考えられる。そこで本研究では「ひとかきひとけり」のタイミングに焦点をあてて研究を行った。この際に、「ひとかきひとけり」のタイミングに関して2つの仮説をたてた。まず第一に、ひとかきひとけりには15 mタイムを最小にする至適なタイミングがあるとの仮説をたてた。第二に、飛び込みによって得られたエネルギーを、入水後の推進方向のエネルギーとして利用する能力の高いものほど、グライド期の減速が小さく、「ひとかきひとけり」を行うタイミングが遅い(スタートから遠い位置でかき始めを行う)との仮説をたてた。

方 法

被験者は、全国大会出場レベルの大学水泳選手6名であった。6名のうち4名が平泳ぎ選手、残りの2名は個人メドレーの選手で、平均(±標準偏差)競技年数は12±2年であった。被験者の平均身長、体重はそれぞれ175.7±6.2 cm、67.7±2.1 kgであった。被験者にはあらかじめ実験の目的、方法、ならびに本実験に伴うリスクファクター等の十分な説明を行い、本実験への参加に対する同意を得た。

実験に使用したプールは短水路プールで、水温は27.6°C、室温28.0°Cであった。被験者には通常自分が行っている飛び込みを行わせた。スタート位置から6.0~9.5 mの間に、50 cm間隔でプールの底8カ所にマーキングをした。被験者にはこのマークを自分の頭頂

点付近に目視したときに「ひとかきひとけり」を行うように指示した。かき始めのタイミングを失敗した場合には再度試技を行わせた。また、かき始め位置を指定しないで、任意の位置でかき始めを行う試技も行った。被験者には25 mの全力泳を行うように指示した。これらの試技を2階席部分に設置した8mmビデオ(CCD-VX1, ソニー)を用いて撮影した。このとき、カメラは15 m位置で水路に対して垂直な延長線上に設置し、スターターの光源が撮影されるようにした。スタートの合図から頭頂が15 mに到達するのに要した時間をタイムコードより読みとった。また、25 cm刻みで配置されたプール底のタイルを参考に、任意のかき始め位置を検者がプールサイドから目視により25 cm刻みで測定した。これら一連の測定は、3~4試技を1セットとし、1日2セットで5日間行った(それぞれの試技は4回ずつ)。指定したかき始め位置8点と任意の位置の試行はランダムな順で行った。

それぞれのかき始め位置での4試技の15 mタイムを平均し、その代表値とした。そして15 mタイムとかき始め位置の関係を散布図に描き、2次多項式で回帰を行った。さらにその回帰式からかき始めの至適位置を推定した。

結 果

8名の被験者のうち、任意の試技で15 mタイムが最も速かった被験者(YD)と最も遅かった被験者(NM)の15 mタイムとかき始め位置の関係を図1に示した。15 mタイムとかき始め位置の関数は2次多項式を用いて非常によく回帰できた($r=0.90\sim 0.99$)。この2次多項式から15 mタイムが最も速くなるかき始め位置、すなわち、曲線の最下点のX座標値を算出した。平均では任意のかき始め位置は6.63±0.38 mだったが、推定至適位置は6.15±0.67 mで、その差は0.65±0.45 mであった。また、推定された至適かき始め位置はおおよそ5~7 mに存在していたのに対し、任意では6~7 mでかき始めを行っていた。

任意のかき始め位置と至適かき始め位置の差を算出し、15 mタイムとの関係をみたのが図2である。この差と15 mタイムの間には有意な正の相関関係($r=0.82$, $p<0.05$)が認められ、至適かき始め位置に近い位置でかき始めを行っているものほど15 mタイムが速いことがわかった。

15 mタイムと任意のかき始め位置の関係を図3に示した。この両変数の間には有意な負の相関関係($r=-0.93$, $p<0.01$)が認められ、任意のかき始め位置が遅

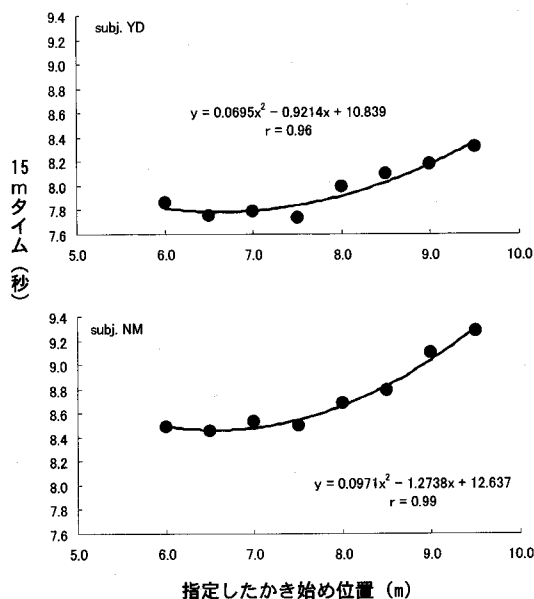


図1 指定かき始め位置と15mタイムとの関係
上段は任意での15mタイムが最も速かった被験者YD, 下段は最も遅かった被験者NMのもの。両変数の関係を2次多項式を用いて回帰し、その曲線の最下点のX座標値を至適かき始め位置として算出した。

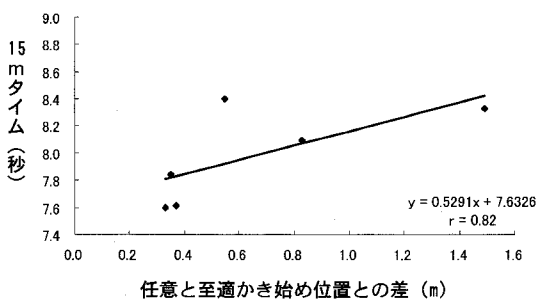


図2 任意と至適かき始め位置との差と15mタイムとの関係
両者の間には正の相関関係が認められ(p<0.05), 差が小さいほど15mタイムが速かった。

いものほど15m通過タイムが速いことがわかった。

論 議

本研究では、競泳平泳ぎスタート局面について、1) 「ひとかきひとけり」には至適なタイミングが存在する、2) 15mタイムが速いものほど「ひとかきひとけり」を遅いタイミングで始めている、という2つの仮説をたて、実験を通してこれらの仮説の検証を試みた。

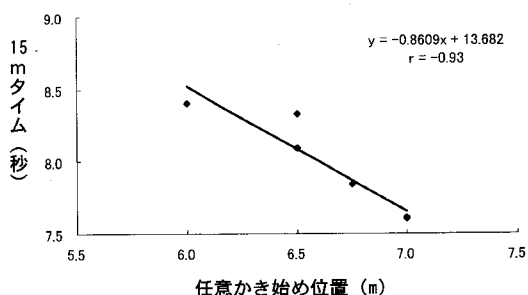


図3 15mタイムと任意かき始め位置との関係
両者の間には負の相関関係が認められ(p<0.01), 任意かき始め位置が遠いほど15mタイムが速かった。

図1にみられたように、15mタイムと指定かき始め位置の関係は2次多項式を用いて、よく回帰することができた。これにより、15mタイムが最短となるかき始めのタイミングが存在することが示された。すなわち、かき始めが至適位置よりも遅すぎても早すぎても15mタイムは遅くなるといえる。実際に、推定された至適かき始め位置と任意のかき始め位置の差と15mタイムとの関係を見てみると(図2)、至適位置により近い位置でかき始めを行っている選手の方が15mタイムが速いことがわかった。ただし、この関係をみるうえで注意しなくてはならないのが競技レベルの問題である。本研究の被験者は全国大会出場レベルの大学水泳選手であり、比較的競技レベルが均一であるといえる。例えば、これらの被験者群よりも競技レベルがかなり低い群であれば、至適かき始め位置と任意かき始め位置の差が小さくても15mタイムは遅くなるだろう。すなわち、ここで示した図は、至適かき始め位置と任意かき始め位置の差、15mタイムの2軸のほか、競技レベルの軸を付加した3次元的关系のうち、ある競技レベルで得られる至適かき始め位置と任意かき始め位置の差-15mタイム平面を表している。

競泳レース中に最も移動速度が速いのはスタート直後である。これが入水することにより、フライト期に比べて身体が受ける抵抗が大幅に増加し、かなりの減速が起こる。減速の程度は、水の抵抗を受ける面の面積と、身体の形が深くかかわっており、当然個人差がかなりあると考えられる。できるだけ面積が小さく、ストリームライン(流線型)に近い形をとることができれば、抵抗を減少させることができる。おそらく、スタート技術の高い選手の方が、飛び込みによって得たエネルギーを効率よく前方向の推進力として移行させることができ、減速もより少なくて済むと考えられる。「ひとかきひとけり」

は水面にあがり、ストローク局面にはいるまで、できるだけ速く遠くまで移動しておくために行うと考えると、水中での減速の少ない選手はより遠くで「ひとかきひとけり」を行い、結果として15 m タイムも速くなるのではないかと考えた。15 m タイムと任意のかき始め位置との関係を見ると(図3), 15 m タイムが速いものほど、遠くでかき始めを行っていることが明らかとなった。これはおそらく、先に考察したようなことによって出てきた現象ではないだろうか。いいかえれば、スタートで得たエネルギーを効率よく前方向の推進力に移行させられない選手は、速く減速してしまうので、「ひとかきひとけり」のかき始めも早くなってしまうのだろう。

本研究の結果については、それぞれの選手の水中での泳速度曲線が描けていれば、それぞれの水中での減速の程度がわかり、より詳細な考察が可能であったろうが、残念ながら、今回は泳速度の測定を行っていなかった。今後はスタート後の各個人の泳速度曲線を描き、それと「ひとかきひとけり」のタイミングとの関係について研究を進めていく必要があるだろう。

今回の結果から、スタート局面の技術が高いものほど、遠くで「ひとかきひとけり」のかき始めを行っており、そのタイミングも至適なかき始め位置付近で行っているという考察を行ってきた。また、個人個人にかき始めの至適な位置が存在するので、できるだけ、それに近い位置でかき始められるようにするべきだろう。実際、かき始めの位置については、現場ではほとんど指示せず、選手本人の主観で行っている場合が多い。選手の任

意の位置がはたして至適な位置なのか、それとも異なるのかについて、いくつかの距離を設定して、そこでかき始めを行わせ、15 m タイムを測定することによって、チェックすることが可能であろう。平泳ぎのスタート局面については、入水後できるだけ減速が少なくなるような技術を身につけ、「ひとかきひとけり」のタイミングを意識してトレーニングを行っていくべきだろう。

参考文献

- 1) 本間正信, 生田泰志, 宮地 力: 競泳スタートの水中動作の分析. 身体運動のバイオメカニクス, pp. 379-384, 1997.
- 2) 野村照夫, 合屋十四秋, 椿本昇三, 松井敦典, 高木英樹, 小堀優子: 水泳における未熟練者のスタート動作パターンの分析. 京都体育学研究, 9, 11-19 (1993).
- 3) 野村照夫: 平泳ぎの科学—スタート, ターン, フィニッシュについて—. 平泳ぎに関する調査研究報告書, pp. 31-37, 1996.
- 4) 若吉浩二, 宮下充正, 河合正治, 野村照夫, 奥野景介, 小粥由美子: 競泳におけるスタートの分析. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, pp. 83-90, 1987.
- 5) (財)日本水泳連盟医・科学委員会: 平成10年度(財)日本オリンピック委員会国際競技力向上事業—競技種目別競技力向上に関する研究事業(水泳競技)—資料集—第74回日本選手権水泳競技大会兼アジア大会代表選手選考会競技レース分析表, pp. 71-76, 1998.