

## フィンスイミング競技におけるスタート技術の評価

谷川哲朗<sup>1)</sup> 神谷将志<sup>1)</sup> 川西英里香<sup>2)</sup> 来田宣幸<sup>3)</sup> 野村照夫<sup>3)</sup>

### I. はじめに

フィンスイミング競技は、モノフィンまたはビーフィンを着用し、定められた距離の記録を競う競技である。フィンスイミング競技における50mアブニア(潜行)の世界記録は13秒85(平成26年8月2日現在)である(World Underwater Federation, 2015)。この記録は、競泳競技における50m自由形の世界記録(20秒91, 平成26年12月20日現在)よりも7秒06速い(International Swimming Federation, 2015)。このように、フィンスイミング競技は競泳競技よりも速く遊泳できるため、競泳経験者がフィンスイミング競技に興味を持ち、挑戦する場合も多い。ところが、谷川ら(2014)によると、モノフィン着用歴のない競泳選手は、泳がずに水中または陸上を移動する等の水泳周辺スキルに難しさを感じる事が報告されている。なかでも、モノフィン着用時は、スタート台前方を足指で把持できないため、スタート着水前までの水平速度が遅くなる可能性があると考えられる。

以上のことから、フィンスイミング競技は、競泳競技と比較して、スタート着水前までの水平速度は遅く、スタート着水後の遊泳速度は速いと推察される。もし、遊泳速度がスタート着水前までの速度を上回れば、競技者はスタート合図後直ちに入水し、遊泳を開始した方が良くと考えられる。しかしながら、このようなスタート動作の有効性は、未だ明らかにされていない。これが明らかとなれば、競泳経験者に対してフィンスイミング競技を指導する際の有益な資料となる。そこで、本研究の目的は、フィンスイミング競技のスタート技術を評価し、指導を行う際の資料を得ることとした。

### II. 方法

#### 1. 実験参加者

実験参加者は、年間を通じて競泳の練習を行っており、モノフィン着用歴のない高等学校女子競泳選手(以下、女子競泳選手)10名(身長:1.60±0.04m, 体重:51.3±4.3kg, 水泳歴12.0±4.2年, FINA Point:568±128ポイント, 都道府県大会出場レベルから近畿大会出場レベル)および、男子フィンスイミング日本代表選手(以下、代表選手)1名(身長:1.67m, 体重:68.0kg, 元アジア記録保持者)とした。本研究の遂行にあたり、京都工芸繊維大学のヒトを対象とする研究倫理審査委員会の承認を得た。

#### 2. 練習内容

モノフィンは、初心者が主に使用するモノフィン(StarFins社製, シンプルモノフィン, 1.3kg)を使用した。実験参加者はモノフィン着用経験がないため、谷川ら(2014)の方法を参考に、モノフィンを着用して泳ぐ練習を2時間行った。後日、スタート動作に関する指導を2時間実施した(表1)。

#### 3. 実験試技

実験試技は、スタート光電管(NISHI社製, JESTER II)の合図とともに、スタート台上から飛び込み、25m地点まで最大努力で行う水中ドルフィンキック泳とした。試技条件はモノフィン着用の有無とし、モノフィンを着用するFin試行と着用しないBare Foot試行を各1回実施した。

1) 京都工芸繊維大学大学院  
Kyoto Institute of Technology, Graduate School of Science and Technology  
2) 夙川学院中学校・高等学校  
Shukugawa Gakuin Junior high school & High school  
3) 京都工芸繊維大学  
Kyoto Institute of Technology

表1 スタート動作に関する指導内容

指導内容
スタートから入水時まで
スタート合図後、すぐに身体を動かす
身体を倒してから、前方へ飛ぶ
跳び出す瞬間は、指先を水平に向ける
遠くへ飛ぶようにスタート台を蹴る
ストリームラインの姿勢をつくる
入水角度を小さくする
一点に入水する
入水後
深く潜らないようにする
モノフィンが横に傾かないようにする
すぐにキックをする

#### 4. 実験システム

##### (1) 撮影方法

スタートから手部指尖点の着水時までの動作は、ビデオカメラ(CASIO社製, EX-F1, 撮影速度29.97Hz)を用い、手部指尖点着水後の動作は、水中カメラ(SONY社製, HXR-MC1, 撮影速度29.97Hz)を用いた。これらのカメラは、動作平面とビデオカメラの光軸が直交するように、実験参加者の進行方向に対して右側方から撮影した。ビデオカメラの撮影範囲はスタート台後方から5m地点までに設定し、水中カメラの撮影範囲は1m地点から6m地点までに設定した。

##### (2) モノフィンの角速度

モノフィンの角速度の計測は、モノフィン先端にモーションセンサ(ロジカルプロダクト社製, 防水型9軸ワイヤレスモーションセンサ)を使用した。モ-

ーションセンサの貼り付け位置および各成分のベクトルは、図1に示した。スタート合図から試技終了までのデータを200Hzで計測した。

#### 5. データ処理

##### (1) ビデオカメラおよび水中カメラ

ビデオカメラおよび水中カメラで撮影されたビデオ画像は、パーソナルコンピュータに取り込み、ビデオ動作解析システム(DKH社製, Frame DIAS-IV)を用いて画像上の3点(右側の手部指尖点, 大転子点, 足部指尖点)をスタート合図から6m地点通過までデジタイズした。得られた二次元座標は、二次元DLT法を用いて実長換算した。最適遮断周波数は、Butterworth Low-Pass Digital Filterを用いて、6Hzの範囲で平滑化した。

##### (2) モノフィンの角速度

モーションセンサからx成分の角速度を出力した。図2に、ID\_04におけるx成分の角速度を示した。モ

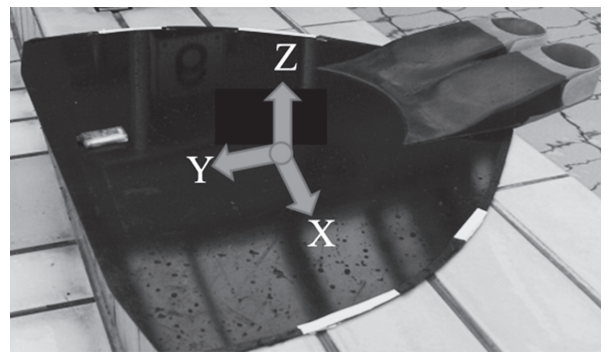


図1 モーションセンサの貼り付け位置と各成分のベクトル

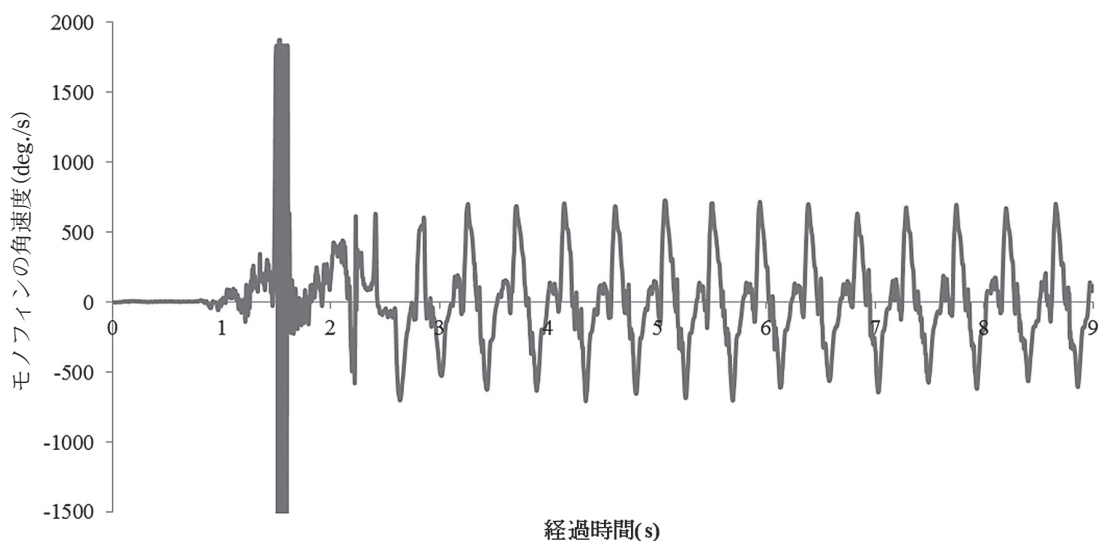


図2 最も遊泳速度が高かったID\_04のx成分の角速度

ノフィンを着用してスタート動作を行う場合、足部指尖部が離台する瞬間にモノフィンがスタート台と衝突する。このことから、離台の瞬間は、x成分の角速度が最も大きな値を示す時点モノフィンがスタート台に接触し、泳者の足がスタート台から離れる時点と定義した。離台の1秒後には、遊泳を開始していると考えられるため、離台から1秒後以降を遊泳区間とした。

## 6. 算出項目

スタート着水前のパフォーマンスを評価するため、スタート合図から手部指尖部着水時までの大転子点の平均水平速度を空中速度 (m/s) として算出した。スタート着水後のパフォーマンスを評価するため、大転子点の着水時からキック開始時までの大転子点の平均水平速度として、グライド速度 (m/s) を算出した。さらに、遊泳区間を評価するため、キック開始時から6m地点到達時までの大転子点の平均水平泳速度として、遊泳速度 (m/s) を算出した。なお、キックの開始時は、膝関節が最大屈曲した後、足部指尖部が下方へ移動する時点とした。

遊泳区間中におけるx成分の角速度の最高値と最低値を算出した。最低値はダウンキック角速度 (deg/s) として、正の値で示し、最高値はアップキック角速度 (deg/s) とした。

## 7. 統計処理

スタート着水前におけるFin試行とBare Foot試行を比較するため、対応のある1要因2水準の分散分析を行った。また、スタート着水前後の速度変化を比較するため、対応のある1要因3水準の分散分析を行った。なお、有意差水準は5%とした。

## Ⅲ. 結果および考察

### 1. モノフィン着用による、スタート着水前のパフォーマンス変化

図3に、女子競泳選手におけるFin試行とBear Foot試行の空中速度を示した。Fin試行 ( $4.09 \pm 0.23$ m/s) は、Bear Foot試行 ( $4.41 \pm 0.38$ m/s) と比較して、有意に遅かった ( $F(1,9) = 27.533, p = .001$ )。本研究の結果、モノフィンを着用することで、空中速度が遅くなることが示された。その要因として、次の3点の可能性が考えられる。

(1) スタート台前方を足指で把持できない点

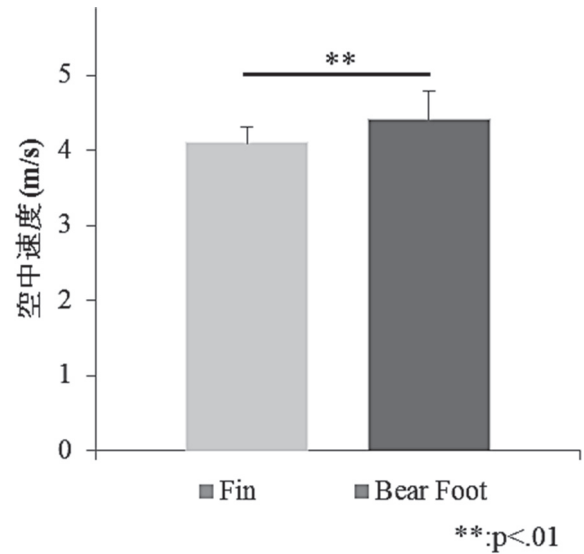


図3 空中速度におけるFin試行とBear Foot試行の比較

競泳競技規則 (日本水泳連盟, 2015) では、「出発合図員の号令によって、競技者はスタート台前方に少なくとも一方の足の指を掛け、速やかにスタートの姿勢をとる。(SW4-1-2)」と記載されている。そのため、女子競泳選手は日頃から、スタート台前方を足指で把持し、スタート動作を行っていたと考えられる。ところが、モノフィン着用時のスタート動作では、スタート台前方を足指で把持することができない。そのため、女子競泳選手は、モノフィンを着用してのスタート動作が不慣れであったと考えられる。相馬ら (2012) は、足指の把持力の向上とともに、最大1歩幅が大きくなることを示した。このことから、女子競泳選手は足指でスタート台を把持することができないため筋発揮ができず、前方へ素早く移動することができなかつたと推察される。

(2) 左右の足幅が肩幅よりも小さくなる点

モノフィンを着用する場合、モノフィンの形状により、足幅は肩幅より狭く、足を揃えなければならない。Escamilla. et al. (2001) は、広いスタンスのレッグプレスは狭いスタンスのレッグプレスと比較して、ハムストリングスの活動がより高いことが報告した。このことから、モノフィン着用時のスタートの姿勢は、スタート動作に必要な筋力を発揮しにくいと考えられる。

(3) モノフィンの重量による影響

一般的に、モノフィン着用により重量が増加するため、空中速度が遅くなる。ところが、金子ら (2005) は、1kg, 3kg, 5kgの重りのうち、3kgの重りを手に

持って垂直跳びを行った場合、動作中の股関節伸展の角速度が低下し、股関節、膝関節、足関節による鉛直方向の力発揮が高まったことを報告した。手に適度な重りを持つことによって、跳躍距離が高まることがわかる。しかし、本研究で使用したモノフィンの重量は1.3kgであり、足部に着用している。このことから、先行研究でみられたようなパフォーマンスの向上はないと考えられる。

以上のことから、モノフィン着用歴のない女子競泳選手がモノフィンを着用することによって、スタート着水前のパフォーマンスは低下することが示された。その要因として、筋力を発揮しにくく、足部に重量が増える状況があると考えられた。

## 2. モノフィン着用時におけるスタート着水前後の速度変化

武田ら(2006)によると、競泳競技のスタート動作のパフォーマンスは、水中の局面において、水上で得られた速度の減速を小さくする必要がある。しかしながら、フィンスイミング競技の場合、空中速度は遊泳速度よりも遅い可能性が考えられた。図4に、女子競泳選手のFin試行における空中速度、グライド速度および遊泳速度の変化を示した。1要因分散分析の結果、主効果が認められた( $F(2,8) = 149.091, p = .000$ )。多重比較検定の結果、遊泳速度( $2.50 \pm 0.19\text{m/s}$ )は、空中速度と比較して、有意に遅いことが示された( $p = .000$ )。モノフィン着用時は空中速度が遅く、遊泳速度が速いと考えられたが、予想を裏切る結果であっ

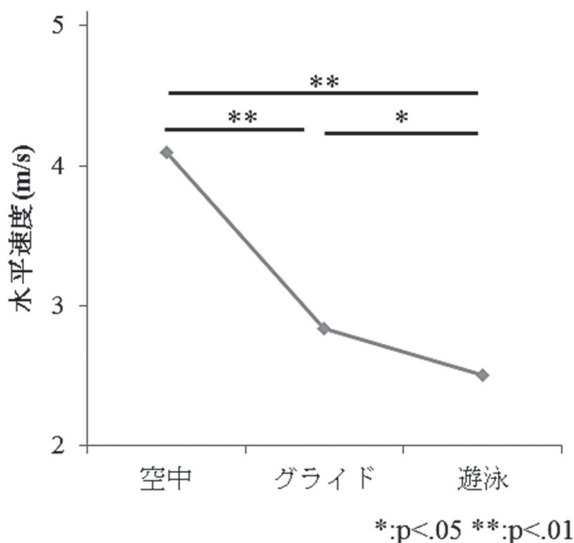


図4 Fin試技におけるスタート着水前後の速度変化

た。フィンスイミング競技におけるスタート着水前の動作は、筋発揮がしにくく、モノフィンが重い状況であっても、より遠くへ跳躍し、高い水平速度を得る必要があると考えられる。

一方、代表選手において、遊泳速度(3.66m/s)は、空中速度(5.09m/s)と比較して、遅い傾向であった。ところが、代表選手の遊泳速度は、グライド速度(3.44m/s)と比較して、速い傾向であった。これは、競泳女子選手にはみられなかった傾向である。この要因として、代表選手の着水技術が未熟で、グライド速度が遅かった可能性と単に遊泳速度が速かった可能性があると考えられる。もし、遊泳速度がグライド速度よりも速くなる可能性があるとするれば、大変興味深い結果である。これは、遊泳速度により、スタート着水後のキック動作を早く開始する必要性を示すと考えられる。

## 3. 女子競泳選手と代表選手の泳ぎの比較

女子競泳選手において、ダウンキック角速度( $522.3 \pm 94.6\text{deg./s}$ )は、アップキック角速度( $728.5 \pm 66.5\text{deg./s}$ )と比較して、遅い傾向であった。一方、代表選手において、ダウンキック角速度( $1279.1\text{deg./s}$ )は、アップキック角速度( $840.1\text{deg./s}$ )と比較して、角速度が速い傾向であった。Rejman & Ochmann (2007)によると、水平速度を高める方法は、モノフィン先端の角速度と加速度を強くするために、ダウンキックを強く行うことが必要であると示した。女子競泳選手の遊泳動作は未熟であり、遊泳速度を向上できることが確認できた。このことから、女子競泳選手における遊泳速度がグライド速度を上回らなかったのは、遊泳速度の遅さが要因の1つであると推察された。

## IV. まとめ

本研究の結果、次の点が明らかとなった。

1. 女子競泳選手は、モノフィン着用により、スタート着水前の水平速度(空中速度)が有意に遅くなることが示された(Fin条件： $4.09 \pm 0.23\text{m/s}$ , Bear Foot試行： $4.41 \pm 0.38\text{m/s}$ )。
2. 女子競泳選手における遊泳速度( $2.50 \pm 0.19\text{m/s}$ )は、空中速度と比較して、有意に遅いことが示された。
3. 代表選手における遊泳速度(3.66m/s)は、大転子の着水からキック開始までの水平速度(グライド速度： $3.44\text{m/s}$ )よりも速い傾向であった。

モノフィン着用歴のない女子競泳選手は、モノフィンによる重量が重く、筋発揮しにくい状況下でも、より遠くへ跳躍し、高い水平速度を得る必要があると考えられる。今後、モノフィンを着用して練習を継続的に行い、遊泳速度がグライド速度を上回った際には、スタート着水後は直ちに遊泳を開始する指導を行うと良い可能性があると考えられる。

### 参考文献

- Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N. A. I. Q. U. A. N., Lander, J. E., Barrentine, S. W., Andrews, J. R., ... & Moorman, C. T. (2001) Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(9), 1552-1566.
- International Swimming Federation (2015) *Swimming World Records*. Retrieved February 13, 2015, from International Swimming Federation  
Website:[http://www.fina.org/H2O/docs/WR\\_Dec2014.pdf](http://www.fina.org/H2O/docs/WR_Dec2014.pdf)
- 金子 潤・竹下香寿美・川上泰雄・福永哲夫 (2005) 垂直跳びにおいて重りを持つことが跳躍動作に及ぼす影響. *スポーツ科学研究*, 2, 63-71.
- 日本水泳連盟 (2014) 競泳競技規則 競技役員 (競泳) の手引き. 公益財団法人 日本水泳連盟競泳競技規則, 10-11
- Rejman, M., & Ochmann, B (2007) Functional model of monofin swimming technique based on the construction of neural networks. *Journal of sports science & medicine*, 6(2), 193.
- 相馬正之・五十嵐健文・工藤 渉・中江秀幸・安彦鉄平 (2012) 足指把持力トレーニングがFunctional Reach Testや最大1歩幅、歩行能力に与える影響について. *Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy*, 2(2), 59-63.
- 武田 剛・市川 浩・杉本誠二・野村武男. (2006) 競泳スタートにおける跳び出し角度の変化が跳び出し速度、飛距離とブロックタイムに与える影響. *Japan Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences*, 51(4), 515-524.
- 谷川哲朗・川西英里香・来田宣幸・野村照夫 (2014) 高校女子水泳選手を対象としたフィンスイミング授業の指導実践—モノフィン泳未経験者を対象として. *スポーツパフォーマンス研究*, 6, 113-133.
- World Underwater Federation (2015) *About Finswimming*. Retrieved February 13, 2015, from World Underwater Federation  
Website:<http://www.cmas.org/finswimming/finswimming-records#records-142788>.