

フィンスイミングのレース分析

— 継続的なレース分析プロジェクトを目指して —

谷川 哲朗^{1,2)} 片岡 裕恵¹⁾ 小芝 裕也¹⁾ 来田 宣幸³⁾ 野村 照夫³⁾

I. 緒言

フィンスイミングとは足ひれを着用し、プールまたは湖、海で定められた距離を水平方向に泳ぎ、その記録を競う競技である。足ひれの種類は2種類に大別され、イルカのような大きな1枚の足ひれ(モノフィン)とダイビングで使用されるような2枚の足ひれ(ビーフィン)がある。フィンスイミングのプールで行う競技種目は4種目あり、50m潜水で泳ぐアプニア、酸素ボンベで呼吸を行いながら潜水で泳ぐイマージョン、シュノーケルを装着して水面を泳ぐサーフィス、ビーフィンを装着してクロールを泳ぐビーフィンがある。フィンスイミングの競技人口は、未だ数千人程度であり、指導者および研究者もほとんどいない。また、フィンスイミングの指導法は確立されておらず、選手や指導者の経験を基にした主観的な指導法が行われている。フィンスイミングの競技力向上や競技レベルに応じた指導方法を確立するためには、フィンスイミングのレースの特徴を捉える必要がある。先行研究ではレース中の泳法に関する研究(大下ら, 2008)や実験的なターンに関する研究(Marek and Grazyna, 2008)などがみられるが、競泳のレース分析のようにレース全体の特徴を明らかにする報告(The Scientific Committee of Japan Swimming Federation, 2001)は行われていない。

競泳に関する報告では、北京オリンピック100m平泳ぎで優勝した北島康介選手がライバルのブレンダン・ハンセン選手に対して泳速度では負けているものの、スタートやターンの技術が優れていたため、優勝できたことがレース分析によって明らかとなった(窪, 2005)。この報告から、泳速度を向上させることだけが競技力を高めることではないことが示された。さらに、クロールの泳速度はレースの進行に伴って減速することが報告(奥野ほか, 1999)されており、泳速度をいかに維持させるかが重要であることがわかる。一方、フィンスイミングは競泳よりも泳速度が速いが、スタート入水直後やターン直後はキック動作を行うこ

とが難しく、モノフィンによって水の抵抗を大きく受けるため、泳速度が減速すると考えられる。そのため、フィンスイミングは速度の増減が激しく、競泳にはない特性を有する可能性がある。

そこで本研究は、フィンスイミングのレース分析を継続的に行うために、レース分析実施時の問題や課題を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. レース分析の対象

対象は2012年5月に横浜国際プール(50m×10コース)で開催された第24回フィンスイミング日本選手権大会に出場した選手とした。なお、事前に大会主催者である日本水中スポーツ連盟から本研究の目的、方法を説明し、撮影および本研究遂行の許可を得た。

2. 撮影方法

1) レースの撮影方法

撮影方法は、日本水泳連盟科学委員会が国際大会や日本選手権等で実施している、競泳の簡易レース分析を参考に実施した(立, 2003)。フィンスイミングは競泳と比較して泳速度が速い為、選手間の記録差が小さい場合でも選手間の距離が離れると推察される。そこで、撮影はデジタルビデオカメラ(SONY社製, HDR-PJ590V)を2台使用し、動作平面とカメラの光軸が直交するように画角を固定した状態で行った。デジタルビデオカメラの1台目は1から10コースのスタート台から25m地点までが撮影できるように(以下、「スタート側カメラ」と略す)、2台目は1から10コースの25m地点からターン側のスタート台までが撮影できるように(以下、「ターン側カメラ」と略す)、10コース側の観覧席最上段に三脚を用いて設置した。

2) スタート光電管の撮影

スタート合図はスタート光電管(以下、「光電管」と略す)から発する光と音によって行われるが、光と

音では空気中に伝わる速度が異なる。本研究のような光電管とデジタルビデオカメラまでの距離が長い場合には、音よりも光を採用すべきであると考えられる。しかし、本研究の撮影範囲では、光電管から発する光が撮影できない可能性がある。そこで、レース開始前にスタート側およびターン側で行われるスタート合図（光電管の光）を各デジタルビデオカメラで撮影した。

3. データ分析

ビデオカメラから取得した映像はパーソナルコンピュータに取り込んだ後、動画形式変換ソフト（LoiLo社製、LoiLo SCOPE2）を使用して動画形式をAVI形式に変換した。変換された動画は1Frame毎の音を波形で表示できる動画編集ソフト（フリーソフト、AviUtl）を用いて、30Frame/sの映像を1Frame毎に対象者の動作を確認しながら分析を行った。

1) レース開始時間の推定

光電管が発する光と音を取得した映像から、動画編集ソフトを使用して、光電管が発光した瞬間（図1）と音が発せられた瞬間の画像（図2）を抽出した。図1から光電管が発光している様子が観察でき、その瞬間のFrame数を確認した。図2から光電管が発する音を波形で確認することができ、その瞬間のFrame数を確認した。それぞれのFrame数の差から光と音のFrame差を計測した。レースを分析する際には、動画編集ソフトから音が発せられた瞬間のFrame数を読み取り、光電管の光と音のFrame数の差から、光電管が発光したと考えられる瞬間のFrame数を算出し、時間に変換した。この時間をレース開始時間とした。

2) レース局面の分類と通過時間の測定

各種目および距離におけるレース局面の分類方法を表1に示した。本研究では、コースロープの色によ



図1 光電管が発光する瞬間



図2 光電管が音を発する瞬間

表1 各種目における局面の分類

種目	距離	スタート局面	ターンイン局面	ターンアウト局面	フィニッシュ局面	スイム局面
AP	50	スタート合図～ 15m通過まで	—	—	最後の15m～ ゴールタッチ	15-35m
IM	100		ターン前15m前～ プール壁面接触	プール壁面接触～ ターン後15m通過		最後の5m～ ゴールタッチ
	400					
	800					
BF SF	50	—	—	最後の5m～ ゴールタッチ	15-25m, 25-35m, 35-45mに分類	
	100	ターン前5m前～ プール壁面接触	プール壁面接触～ ターン後15m通過		左記以外の区間を 30m毎に分類	
200						
400						
SF	800	—	—	—	—	
	1500					

AP：アブニア、IM：イマージョン、SF：サーフィス、BF：ビーフィン

て、5m地点から45m地点まで10m間隔で測定する位置を確認した。各地点によってそのランドマークは異なっており、5mおよび45m地点は色の分かれ目、15mおよび35m地点は25m地点に近い側の色の分かれ目、25m地点は色の分かれ目の中間地点となっている。各地点の通過時間の測定は、各地点のランドマークを結んだ線分を対象者の頭頂部が通過した時点とした。対象者が各地点を通過した時点のFrame番号を表計算ソフト（Microsoft社製、Microsoft Excel 2010）に入力し、通過時間を測定した。なお、プール内のスタート側とターン側の壁には泳者が接触した時間を測定できるタッチ板が設置されており、タッチ板に触れた際の通過時間がレース後に正式に発表される。タッチ板に触れて通過する場合はタッチ板から得られる通過時間を採用した。

3) アブニア、イマージョンの測定方法

アブニアおよびイマージョンは潜水で泳ぐため、コースロープを使用して通過時間を測定できないと考えられた。実際に、15mおよび35m地点を示すプール底に設置されたラインと水面にあるコースロープの位置に違いがみられた（図3）。白色の点線の線分がコースロープから得た地点であり、黒色の線分がプール底の地点である。本研究では、対象者の頭頂部がプール底に設置されたラインを通過した際の通過時間のみを採用した。

4) 4ストローク、4キックに要する時間の測定

ビーフィンでは、対象選手の左手指尖点が着水した時点から、浮上して再び着水する時点までを1ストロークサイクルとした。アブニア、イマージョンおよびサーフィス（以下、「モノフィン種目」と略す）は足ひれの先端部が最も高い位置に達した時点から下方に蹴りだし、再び最も高い位置に戻る時点までを1キックサイクルとした。各スイム局面内で行われた4スト

ロークまたは4キック（取得できない場合は3ストロークまたは3キック）を抽出し、その所要時間を測定した。

4. 算出項目

1) 各局面の所要時間

スタート局面、ターンイン局面、ターンアウト局面、フィニッシュ局面の所要時間(s)は、表1の局面の分類方法に従って局面を分類し、通過時間の差から算出した。なお、ターンインおよびターンアウトが複数回行われる場合には、それぞれの合計タイム(s)で示した。

2) スイム局面の泳速度とストローク情報、キック情報

①泳速度の算出方法

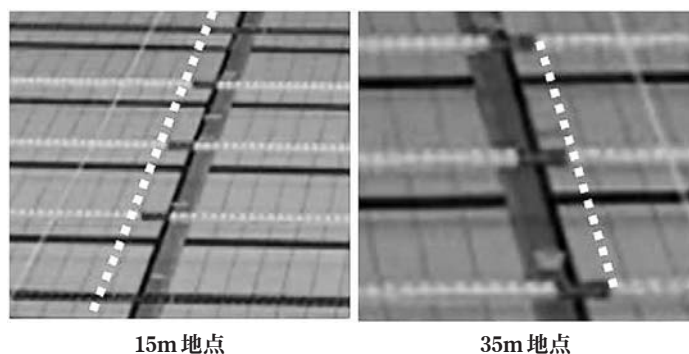
各スイム局面の距離をその所要時間で除することによって泳速度を算出し、ビーフィンはSV (Swimming Velocity, m/s)、モノフィン種目はWV (Waving Velocity, m/s)とした。

②ストローク頻度およびキック頻度の算出方法

各スイム局面で行われたストロークを対象に、ビーフィンは4ストローク分（取得できない場合は3ストローク分）を抽出し、1ストロークに要する時間としてST (Stroke Time, s/stroke)を算出した。モノフィン種目は4キック分（取得できない場合は3キック分）を抽出し、1キックに要する時間としてWT (Waving Time, s/kick)を算出した。さらに、STまたはWTの逆数の値と60の積から、ビーフィンは1分間あたりに行うストローク数としてSR (Stroke Rate, stroke/min)を算出し、モノフィン種目は1分間あたりに行うキック数としてWR (Waving Rate, kick/min)を算出した。

③ストローク長およびキック長の算出方法

各スイム局面のSVとSTの積から、ビーフィンは1ストロークで進む距離としてSL (Stroke Length, m/



15m 地点

35m 地点

図3 水面と水底の測定地点のずれ

stroke) を算出し、モノフィン種目はWVとWTの積から1キックあたりに進む距離としてWL (Waving Length, m/kick) として算出した。

Ⅲ. 結果および考察

1. スタート開始時間の推定

スタート側カメラについて、スタート側より発せられた光電管の光と音の差は2Frameであり、ターン側から発せられた光電管の光と音の差は3Frameであった。一方、ターン側カメラについて、スタート側より発せられた光電管の光と音の差は3Frameであり、ターン側から発せられた光電管の光と音の差は2Frameであった。これらのFrame数の差からスタート合図の時間を推定し、泳者の通過時間を測定することができた。予め、デジタルビデオカメラの設定位置から光電管の発する光と音を取得できれば、デジタルビデオカメラで光電管の光が撮影できない場合でも、レース分析を行うことができると考えられる。

2. レースデータ取得の結果と課題

レースの撮影を行った各種目の出場総数とその種目の棄権数および失格数を表2に示した。全てのレースを撮影することができ、通過時間を測定するためのコースロープのランドマークを確認することができた。しかし、タッチ板で得られた通過時間データのうち、1名のデータを得ることができなかった。撮影した映像から通過時間を取得できないか確認したとこ

ろ、泳者がタッチ板に触れる瞬間が特定できなかった。フィンスイミングでレース分析を行う場合は、映像から泳者がターンあるいはゴール壁面に接触した瞬間を判定することが困難なため、タッチ板から得られる通過時間情報は必要不可欠であると考えられる。今後、データ分析を少しでも簡易的に行えるように、大会運営やレース環境を考慮しながら日本水中スポーツ連盟の関係者、選手、指導者および研究者の協力を得る必要があると考えられる。

3. アブニアおよびイマージョンのレース分析の限界

本研究の撮影方法では、測定地点の延長線上にデジタルカメラが設置されていなかったため、水中のラインとコースロープのランドマークの位置が異なっていた(図3)。この場合、アブニアおよびイマージョンは潜水で泳ぐため、泳ぐ水深位置によっては正確に分析ができない可能性があると考えられる。今後、これらの種目のレース分析を行う際には、通過時間を測定したい地点の側方延長線上の地点からビデオ撮影を行う必要があると考えられる。さらに、泳者とコースロープが重なり、各地点を通過した瞬間を特定することができない場合がアブニアに出場した選手で49名中8名、イマージョンに出場した選手で20名中11名みられた。このことから、アブニアおよびイマージョンを泳ぐ様子を正確に捉えることは、限界があると考えられる。

一方、4キックに要する時間の測定は、映像から水中での足ひれの動きが特定できず、足ひれの先端部が最も高い位置が確認できなかった。そのため、全ての選手の1キックサイクルを特定することができなかった。これは、水中カメラを使用できる場合でも、1レースで8人程度が同時に測定地点を通過する際には、人同士が重なりあい、1人1人を分析できないと考えられる。今後、アブニアおよびイマージョンの撮影および分析を行う方法を再考しなければならない。

Ⅳ. 結 語

本研究の結果、フィンスイミングのレースを撮影し、サーフィスおよびピーフィンの分析を行うことができた。しかし、アブニアおよびイマージョンの1キックサイクルに要する時間を測定する撮影方法を再考しなければならない。

今後、フィンスイミングのレース分析を継続すれば、フィンスイミング日本選手権に出場する選手およ

表2 各種目の出場総数と棄権および失格数

種目	距離	出場総数(うち棄権・失格)	
		女子	男子
アブニア	50m	19(1)	35(4)
イマージョン	100m	2(0)	7(1)
	400m	3(0)	6(0)
	800m	1(0)	2(0)
サーフィス	50m	25(1)	34(6)
	100m	28(2)	32(6)
	200m	17(0)	19(6)
	400m	8(0)	9(2)
	800m	7(0)	3(0)
	1500m	6(0)	4(0)
ピーフィン	50m	16(2)	24(3)
	100m	13(2)	18(1)
	200m	11(3)	16(2)
		156(11)	209(31)

び研究教育活動，競技力向上を目的とした指導者・研究者が活用できるフィンスイミングのレースデータを収集および提供することができる。さらに，過去のデータとの比較（個人内比較）およびライバル選手との比較（個人間比較）が可能となるだけでなく，日本のフィンスイミングの競技レベルの特徴，動向および課題が明確となる可能性がある。これはフィンスイミングのコーチングに貢献できるものであると考えられる。

参考文献

- 窪 康之 (2005) 競泳のスタートおよびターン局面の動作に関するバイオメカニクス的研究, 日本バイオメカニクス学会, 9 (4) : 259-265.
- Marek Rejman and Grazyna Borowska (2008) Searching for criteria in evaluating the monofin swimming turn from the perspective of coaching and improving technique, *Journal of Sports Science and Medicine*, 7 : 67-77.
- 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の変動に関する研究—1997年度日本選手権において—, *スポーツ方法学研究*, 12 (1) : 17-24.
- 大下和茂, ロスみさき, 小泉和史, 矢野澄雄, 榎本俊兵, 高橋康輝, 川上雅之 (2008) 50mサーフィスにおけるWaving頻度, *Waving長および泳速の関係*, *水泳水中運動科学*, 11 : 14-18.
- The Scientific Committee of Japan Swimming Federation (2001) *The 9th FINA World Swimming Championships FUKUOKA 2001 The Race Analysis in Competitive Swimming*, The scientific Committee of Japan Swimming Federation : Tokyo, 1-240.
- 立 正伸 (2003) 第14回アジア大会におけるレース分析報告, *水泳水中運動科学*, 6 : 45-47.

