

## □原著論文□

## スノーケリング指導者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係

小泉和史<sup>1</sup>、松本秀夫<sup>2</sup>、蓬郷尚代<sup>3</sup>、高野修<sup>3</sup>、千足耕一<sup>3</sup><sup>1</sup>日本体育大学、<sup>2</sup>東海大学、<sup>3</sup>東京海洋大学

海洋人間学雑誌, 9(1):1-9, 2020.

(受付: 2019年9月19日; 最終稿受理: 2020年3月11日)

## 【抄録】

本研究の目的は、スノーケリング指導者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係を明らかにすることであった。スノーケリング指導者75名(男性40名、女性35名)を対象にプールにてフラッターキックを用いた異なる距離(25m、100m、200m)の3種目のタイムを測定し、泳速度(m/s)を求めた。また、膝伸展筋力を測定し、上位群、中位群、下位群の3グループに分けた。フィンのゴム硬度は3種類(柔らかい順にA75、A80、A85)とした。各種目におけるフィン泳速度について性別、膝伸展筋力、ゴム硬度を要因として多元配置分散分析を行ったところ、交互作用は認められなかった。すべての要因において有意な主効果が認められたため、Bonferroni法による多重比較検定を行った。その結果、スノーケリング指導者においては、性別、泳距離、膝伸展筋力に関わらず、ゴム硬度A75及びA80を選択することで最も高いフィン泳速度を得られることが示唆された。

キーワード: スノーケリング、フィン泳速度、ゴム硬度、指導者

## I. 緒言

フィン(足ヒレ)を使用する海洋性スポーツ・レクリエーションには、スノーケリング、スキンドайビング、スクーバダイビング、フィンスイミングなどがある。フィンは水中での推進力を確保し、素足に比べて4倍のパワーが得られると記載されている<sup>1)</sup>。新保<sup>2)</sup>は、「スポーツ用具が人間のスポーツ技能を規定する」と述べ、松田<sup>3)</sup>が「運動技能が運動用具によって規定されるとすれば、新しい運動用具を開発することによって、新しいスポーツが生まれ、人間の運動技能がさらに広げられる」と記述している。フィンを使用することに置き換えると、フィンがスポーツ技能を規定し、フィンの開発は運動技能を拡大するということであろう。

スノーケリングとは、水中マスク、スノーケル、フィン、ジャケット(浮力体)といった4点セットを用いて、水面での浮力を十分に確保しつつ、水面上を漂うように移動し、口にくわえたスノーケルを通して呼吸活動を継続しながら、水面下に没することなく水中の様子を観察する活動のことを示すと説明されている(スノーケリング指導者教本)<sup>4)</sup>。また、スノーケリングは手軽な器材を用いて、水中生物や水底の様子を観察することが可能で、大自然への挑戦が可能なスポーツとも示されている<sup>5)</sup>。スノーケリング(十分な浮力による水面での活動)で十分に経験を積み、海での知識や技術を身につけることによって、次のステップとしてのスキンドайビング(適切な浮力調整と息こらえによる水

中での活動)にスムーズに発展することができ、さらなる興味の発展からSCUBAダイビング(専門的な器材と圧力についての知識を伴う水中での活動)として指導を受けるときにも、スノーケリングの経験が基礎として有効にはたらくと述べられている<sup>6)</sup>。

競技性の高いフィンスイミングは、フィンを用いて水面・水中を進むスポーツであり、(一社)日本水中スポーツ連盟が主催する競技会においては、ビーフィン(片足ずつ履く2枚フィン)とモノフィン(両足で履く1枚フィン)の種目が開催されている<sup>6)</sup>。また、(一社)社会スポーツセンターが主催する全日本スポーツダイビング大会が、1994年から2018年までに25回(毎年開催)開催されており、100mフリッパーなどフィン泳の記録を競う競技種目が存在している<sup>6)</sup>。

これらのフィンを使用するスポーツの中で、スノーケリングは手軽に行える反面、事故も多く報告されている。また、過去にはスノーケルが有害玩具としての指定を受け、地域によっては通達や条例によりその使用が禁止された例もある<sup>7)</sup>。

スノーケリングの事故について日本スノーケリング協会<sup>8)</sup>は、2008年から2016年における事故者数は483人であり、死者・行方不明者が264人(死亡率55%)であったと報告している。海上保安庁<sup>9)</sup>は、2017年における事故者数が57人、死者・行方不明者が23人(死亡率40%)で、溺水(46人:81%)、潮流などで戻れず帰還不能(11人:19%)が多かったことを報告している。また、スノーケルクリアなどの基本的な技術を習得できていないことが原因の溺水事故が多くを占めており、知識や技能習得などをはじめとする基本的な知

筆頭者連絡先: 〒198-0036 東京都青梅市河辺町6-30-16

e-mail: koirac@ybb.ne.jp

識・技術の定着による事故の減少が課題と言及している。

スノーケリングに関連する団体で、指導者およびスノーケラーを養成し、認定カード等を発行している団体には、日本スノーケリング協会（一般財団法人社会スポーツセンター内に事務局）<sup>7)</sup>、日本スノーケリング連盟（NPO 法人バリアフリー・スポーツ・ネットワーク）<sup>1)</sup>、一般財団法人沖縄マリナーレジャーセイフティービューロー<sup>10)</sup>がある。このほか、潜水指導団体がスノーケリングリーダーを養成しているほか、スノーケリング・プログラムの提供を行うなど、スノーケリングを指導する団体が登場し、認知されてきた状況にある。

これらの団体が示しているスノーケリングの基礎的な技術とは、適切な用具の選択と装着、用具の使用方法を身に付けることである。マスクの選択基準は、顔の形や大きさにフィットすることであり、スノーケルでは肺活量などに応じた使いやすいいものを選択すると記述されている。フィンの選択について、大きくて硬いフィンを使いこなすにはかなりの脚力が必要であり、初心者や女性には比較的柔らかいフィンの選択が適当であると記載されている<sup>4)</sup>。日本スノーケリング連盟は、器材の選択について、マスクは顔にフィットしたもの、スノーケルは自分の体力や肺活量にあったものを選ぶようにし、フィンの選択にあたっては、体力や脚力などを基準にすると記載している<sup>1)</sup>。この他、スノーケリングで使用するフィンについて、柔らかい材質と扱いやすい長さのものが適していると記載されている<sup>11)</sup>。

フィンを使用して推進力を得るためには、脚を用いたフィンキックが作用している<sup>12) 13)</sup>。また、フィンを選択する際には、フィンの素材や硬さが指標とされている<sup>13)</sup>。望月<sup>14)</sup>は、フィンの選択基準について、脚力の強い男性には比較的硬いもの、脚力の弱い女性や子供には柔らかいものが適しており、初級者は柔らかいもの、熟練者は硬いものを選択すると良いと述べ、脚力や技能レベルによって選択すべきフィンの硬さが異なると説明している。また須賀<sup>15)</sup>は、技能レベルや年齢対象を特定していないが、硬いプラスチック素材のブレードは大きな脚力を要するため、日本人の脚力に適合して使いやすく感じるものは、ゴム素材のフィンであると述べている。このようにフィンを選択する際に考慮すべき事項として、技能レベル、脚力、性別、発達段階、フィンの素材や柔らかさが示されている。

フィンの利用と運動技能の改善に関する研究では、田原ら<sup>16)</sup>が小学校6年生児童に、足ヒレ、マスク、スノーケルを使用したスノーケリングを実施した事例において、泳げなかった児童が25mを泳げるようになった例を示しており、スノーケリング器材の有用性に言及している。また、鎌田ら<sup>17)</sup>は、水泳指導において足ヒレを活用することは、タイム短縮や、泳力の向上と重要な関係にあるキック泳に効果が認められ、補助具としての有用性が高いと述べている。古川<sup>18)</sup>は、水泳初心者に足ヒレを用いた練習が水泳非熟練者のバタ足動作を短時間でよりしなやかな動作に変化させる可能性があることを報告している。このように、フィンの使用は運動能力を拡大したり、改善したりすることに繋がることが示唆されている。

フィン泳における技能レベルの差、脚力の差、性別、発達段階、素材や硬さの違いに着目した研究として、い

くつかの研究がおこなわれている。Pendergastら<sup>19)</sup>は、インストラクター及びプロの男性ダイバー10名（年齢 $32 \pm 3.8$ 歳、ダイビング100時間/年）を対象にプールにてファイバークラス製、プラスチック製、ゴム製の3種類のフィンを用いた20m水中泳を測定した結果、硬いフィンは大きな推進力が得られるが、フィンの抵抗を克服するのに十分な脚力を持たなければならないと述べている。大下ら<sup>20) 21)</sup>は、エリート選手（世界選手権出場者）10名を対象にプールにてモノフィン<sup>22)</sup>を用いた水面での50mフィン泳を行い、ファイバークラス製やカーボン製の硬いフィンを使用することは柔らかいフィンに比べ、より多くの脚力が要求されると述べている。またZamparoら<sup>23)</sup>は、大学生水泳選手男性10名（年齢 $19.7 \pm 1.8$ 歳）を対象にプールにてファイバークラス製、プラスチック製、ゴム製の3種類のフィンを用いた60mクロール泳の速度を測定した結果、泳速度にはフィンの硬さが一因子として影響し、柔らかいフィンに比べ、硬いフィンの方が高い泳速度に繋がることを述べている。そして、Abraldesら<sup>24)</sup>は、ライフガード男性10名（年齢 $27.44 \pm 10.79$ 歳）を対象にプールにてファイバークラス製、ゴム製の2種類のフィンを用いた重量80kgのマネキン曳行での25mフィン泳を測定した結果、ファイバークラス製のフィンの記録が速かったことを報告している。これらのエリートまたは熟練者あるいは脚力が高いと考えられる対象者についての研究成果においては、硬い材質のフィンを使用した方が高い泳速度を獲得していることが報告されている。

一方、Abraldesら<sup>25)</sup>は、女性水泳選手10名（年齢 $24.73 \pm 3.54$ 歳）を対象にプールにてファイバークラス製、プラスチック製、ゴム製の3種類のフィンを用いた25mクロール泳を測定した結果、プラスチック製フィンのタイムが速かったことを報告しており、性別の影響が考えられる研究成果も認められる。また、Pendergastら<sup>26)</sup>は、一般女性ダイバー8名（年齢 $24 \pm 5.0$ 歳、ダイビング30時間/年）を対象にプールにてファイバークラス製、プラスチック製、ゴム製の3種類のフィンを用いた20m水中泳を測定した結果、柔らかいゴム製のフィンが最も速いスピードであったと報告している。Abraldesら<sup>27)</sup>は、水泳愛好者男女16名（年齢 $23.27 \pm 0.9$ 歳）を対象にプールにてファイバークラス製、プラスチック製、ゴム製の3種類のフィンを用いた25mフィン泳での3種目（水泳、潜水、曳行）についてタイム測定した結果、潜水泳においてはファイバークラス製、水泳及び曳行においてプラスチック製のフィンを使用した際の記録が速かったと報告している。この他、Abraldesら<sup>28)</sup>は、子ども28名（男児18名、女児10名、年齢 $14.12 \pm 2.41$ 歳）を対象にプールにてプラスチック製、ゴム製の2種類のフィンを用いた50m及び100mクロール泳を測定した結果、50mではゴム製のフィン、100mではプラスチック製のフィンのスピードが速かったと報告している。これらの研究成果をまとめると、熟練ダイバーやエリート選手、男子大学水泳選手、ライフガードなど脚力が高く硬いフィンを使いこなすことができると考えられる場合は、硬いフィンを用いることで高い泳速度を得られていると捉えることができる。しかし、大学女子水泳選手では必ずしもその結果は支持されていない。また、一般女性ダ

イバーや水泳愛好者、子どもを対象とした研究では一定の結果が得られていない状況である。

小泉<sup>29)</sup>は、初級者スノーケラーの大学生102名(男性65名、年齢19.8±0.5歳、女性37名、年齢19.7±0.7歳)を対象に、JIS規格のK6253Aを基準とした異なるゴム硬度の3種類(柔らかい順にA75、A80、A85)のフィンを使用してプールにて2種目(単独泳、曳行泳)の25mフィン泳についてタイム測定した結果、2種目ともにゴム硬度A75の柔らかいフィンを使用した際の記録が速かったと報告している。

速いフィン泳速度を得るためのフィンの硬さは、技能レベル、性別、泳法、泳距離などに関連していると捉えることができるが、先行研究及びフィンを使用するスポーツのテキストや指導書には、指導者が選択すべきフィンの硬度について具体的に基準や数値化された記載が無く、明確な根拠が示されていないのが現状である。

そこで、本研究では初級者とは技能レベルが異なるスノーケリング指導者を対象として、フィンの硬度とフィン泳速度の関係について、フィンキック動作に必要とされると考えられる膝伸展筋力を含めて検討することにより、フィンを選択する際に基準となるフィンの硬度に関する基礎的な資料を収集することを目的とした。

## II. 方法

### 1. 協力者

本研究における協力者は、2017年7月のN大学野外活動実習の指導者41名(男性23名、女性18名)及び2018年9月に行われたN大学マリン実習の指導者34名(男性17名、女性17名)の合計75名(男性40名、女性35名)であった。協力者の身体的特徴と膝伸展筋力値については表1に示したとおりである。なお、本研究の測定は、実習開始前に実施した。

表1 協力者の身体的特徴と膝伸展筋力値

身体的特徴	男性		女性		全体	
	合計(n=40)		合計(n=35)		総合計(n=75)	
	M	SD	M	SD	M	SD
年齢(歳)	37.6	±13.9	28.3	±12.7	33.2	±14.1
身長(cm)	172.5	±6.0	159.3	±4.6	166.3	±8.5
体重(kg)	69.5	±9.0	55.5	±4.6	62.9	±10.1
膝伸展筋力(kg f)	51.0	±14.1	33.7	±7.4	42.9	±14.3

協力者の技能レベルは、Nスノーケリング協会インストラクター認定基準の技能検定合格者であった。この技能検定基準は、4点セット(水中マスク、スノーケル、フィン、ジャケット(浮力体))を着用して記録を問わず800mを泳ぎきること、25m水平閉息潜水ができること、水深3mにおけるマスククリア後の浮上ができることである<sup>3)</sup>。今回の協力者の技能レベルは上記の基準をクリアしており、長距離泳や閉息潜水におけるフィンワーク技能が高いことは認められるがフィン泳速度に関する基準は特に定められていたものではなかった。

なお、協力者には研究の目的、内容、危険性、個人情報保護、インフォームドコンセントについて文章及び口頭にて十分な説明を行い、同意を得た後に測定を開始した。また、本研究は日本体育大学倫理委員会の承認を得て実施された(承認番号第016-H047号)。

### 2. 測定場所

フィン泳速度の測定場所は、セントラルスポーツ Outdoor Village THE101 プール(25m×13m×水深1.2~1.5m)であった。プール水温は28℃~30℃、気温は27℃~31℃であった。膝伸展筋力は、隣接の講義室で測定を行った。

### 3. 装備

協力者にマスク、スノーケル、スノーケリングジャケット、フィンの4点を装着させた。使用器材は、マスク&スノーケル:AQAデュオソフトII&サミードライシリコン2点セットKZ-9059N(写真1)、スノーケリングジャケット:AQAライフジャケットKA-9012(写真2)、フィン:GULLスーパーミューXXハイブリッド形状のオーダーメイドフィン(写真3)であった。フィンは、異なる3種類のゴム硬度の素材を用いて作成したものであり、重さは1.127g、形状は560×200×100×90mm(写真4)であった。フィンのブレードやリブなどのゴム硬度は、すべて同じ硬度とするオーダーメイドフィンとした。また、フィンのブレード面積を1サイズに統一するため、ストラップバンド式のフリーサイズを採用し、全協力者の足サイズに対応させた。ゴム硬度については、K社から一般的に市販されているゴムフィンの硬度を参考にし、JIS規格のK6253Aを基準として柔らかい順にA75(柔らかい)、A80(中間)、A85(硬い)として示した。参考とした市販のフィン(ゴム硬度)は、マンティスフィン(A75)、ミューサイファー(A80)、ミュー(A85)であった。



写真1 マスク&スノーケル(AQAデュオソフトII&サミードライシリコンKA-9059N)



写真2 スノーケリングジャケット(AQAライフジャケットKA-9012)

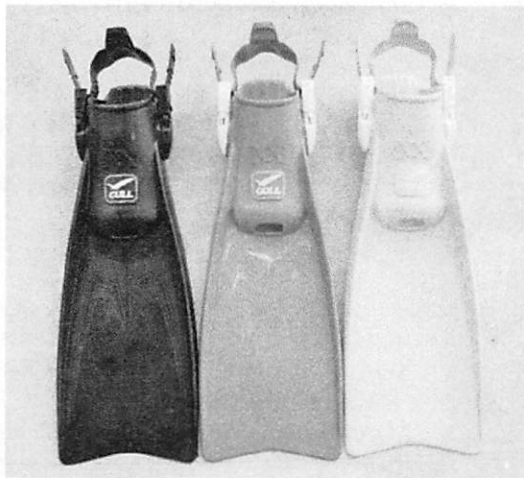


写真3 フィン (GULL スーパーミュ-XX ハイブリッド形状のオーダーメイド) (左側: ゴム硬度 A75, 中間: ゴム硬度 A80, 右側: ゴム硬度 A85)

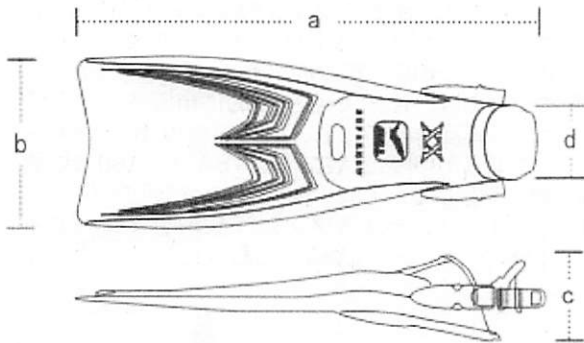


写真4 フィンの形状 (a560×b200×c100×d90mm)

4. 種目 (泳距離) 及びフィン泳速度の測定方法

泳法は、通常のスノーケリング時に用いるフラッターキック<sup>30)</sup> (以下 FK と略記) (写真5) とした。

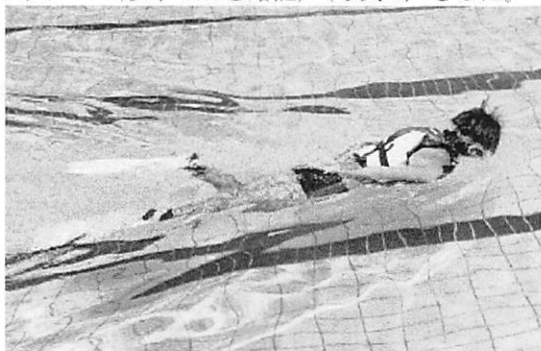


写真5 フラッターキック (FK)

種目は、FK において 25m (以下 FK25 と略記)、100m (以下 FK100 と略記)、200m (以下 FK200 と略記) とした。タイム測定は 100 分の 1 秒まで記録し、水面水平方向 25m、100m、200m を最大努力によるフ

イン泳をそれぞれ 2 回ずつ行い、速い方の記録を測定値とした。それぞれの測定距離 (25m、100m、200m) をその記録 (sec) で除した値を算出し、フィン泳速度 (m/s) とした。測定にあたり、用いるフィンのゴム硬度の順序をランダムに設定 (A75→A80→A85, A80→A85→A75, A85→A75→A80) した。タイム測定する際のインターバルは、それぞれの種目の測定後 10 分間であった。スタート方法は、協力者がスタート側プール内壁に右手と右足を触れておき、合図と共にプール内壁を右足で蹴りスタートした。協力者が 25m、100m、200m 泳いだ後、ゴール側プール内壁に右手を触れた際にゴールと判断した。また、100m、200m 測定でのターン方法は、プール内壁に右手を触れてからプール内壁を両足で蹴りターンした。測定にあたっては、協力者の身体的な安全を配慮したうえで実施した。

5. 膝伸展筋力の測定方法

膝伸展筋力の測定には竹井機器工業製の片脚用筋力測定台 (T.K.K.5715) 及びテンションメーターD (T.K.K.5710) を使用し、椅座位下腿下垂位での等尺性膝伸展筋力を測定した。測定に際して、椅子に座り膝が 90 度屈曲位になるよう下腿を下垂させ、両上肢は胸部前方で組ませた (写真6)。約 3 秒間の最大努力による等尺性膝伸展運動を左右 2 回ずつ行い、最大値を測定値とし、左右の平均膝伸展筋力 (kgf) を膝伸展筋力とした。また、膝伸展筋力の測定値から、数値の高い順に上位群 (以下 HG と略記)、中位群 (以下 MG と略記)、下位群 (以下 LG と略記) の 3 グループに分けた。測定結果から 34.1~46.9kgf を MG とし、それよりも高い数値を HG、低い数値を LG とした。各グループの人数は、HG25 名 (男性 20、女性 5 名)、MG25 名 (男性 16 名、女性 9 名)、LG25 名 (男性 4 名、女性 21 名) であった。

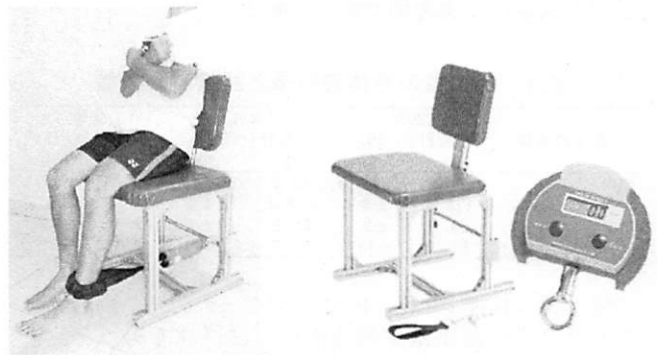


写真6 膝伸展筋力測定 (左: 片脚用筋力測定台 (T.K.K. 5715)・右: テンションメーターD (T.K.K. 5710) )

6. 分析と統計処理

各種目 (FK25、FK100、FK200) におけるフィン泳速度について性別、膝伸展筋力グループ (HG、MG、LG)、ゴム硬度 (A75、A80、A85) を要因とした多元配置分散分析 (性別: 対応なし・膝伸展筋力グループ: 対応なし・ゴム硬度: 対応あり) を行なった。交互作用が有意であった場合には、単純主効果の検定を行ない、有意であれば Bonferroni 法による多重比較検定を行な

った。交互作用が有意でない場合には、主効果の検定を行ない、有意であれば Bonferroni 法による多重比較検定を行ない、有意でない場合にはその時点で検定を終了とした。統計処理にあたっては SPSS Statistics ver24 を用い、有意水準は5%とした。

III. 結果

協力者の身体的特徴と膝伸展筋力値は、男性(40名)では年齢 37.6±13.9 歳、身長 172.5±6.0cm、体重 69.5±9.0kg、膝伸展筋力 51.0±14.1kgf、女性(35名)では年齢 28.3±12.7 歳、身長 159.3±4.6cm、体重 55.5±4.6kg、膝伸展筋力 33.7±7.4kgf、協力者全体(75名)としては年齢 33.2±14.1 歳、身長 166.3±8.5cm、体重 62.9±10.1kg、膝伸展筋力 42.9±14.3kgf であった(表1)。

表2 フィン泳速度の平均値(平均値±標準偏差)

	FK25 (n=41(男性23,女性18))			FK100 (n=41(男性23,女性18))			FK200 (n=34(男性17,女性17))		
	A75(m/s)	A80(m/s)	A85(m/s)	A75(m/s)	A80(m/s)	A85(m/s)	A75(m/s)	A80(m/s)	A85(m/s)
全体	1.25±0.10	1.25±0.11	1.20±0.14	1.02±0.10	1.02±0.10	0.93±0.11	0.91±0.08	0.91±0.09	0.85±0.09
男性	1.30±0.05	1.31±0.05	1.27±0.10	1.09±0.07	1.09±0.08	1.00±0.08	0.97±0.07	0.97±0.08	0.91±0.05
女性	1.19±0.11	1.18±0.10	1.10±0.12	0.92±0.04	0.94±0.07	0.85±0.09	0.87±0.06	0.85±0.07	0.79±0.00

協力者の平均フィン泳速度は、F25 においては A75 (1.25±0.10m/s)、A80 (1.25±0.11m/s)、A85 (1.20±0.14m/s)、FK100 では A75 (1.02±0.10m/s)、A80 (1.02±0.10m/s)、A85 (0.93±0.11m/s)、FK200 では A75 (0.91±0.08m/s)、A80 (0.91±0.09m/s)、A85 (0.85±0.09m/s) であった(表2)。

表3 FK25 における多元配置分散分析結果(性別、膝伸展筋力グループ、ゴム硬度)(n=41)

要因	分散分析				多重比較検定
	df	F	p	傾力2	
(被験者間要因)					
性別	1	7.33	0.01*	0.99	男性>女性
膝伸展筋力グループ	2	4.47	0.02*	0.20	HG>LG
性別×膝伸展筋力グループ	2	0.40	0.67	0.02	
総数	35	(0.02)			
(被験者内要因)					
ゴム硬度	2	17.91	<0.01*	0.34	A75, A80>A85
ゴム硬度×性別	2	2.61	0.08	0.07	
ゴム硬度×膝伸展筋力グループ	4	0.11	0.98	0.01	
ゴム硬度×性別×膝伸展筋力グループ	4	0.26	0.90	0.02	
総数	70	(0.00)			

\*: p<0.05

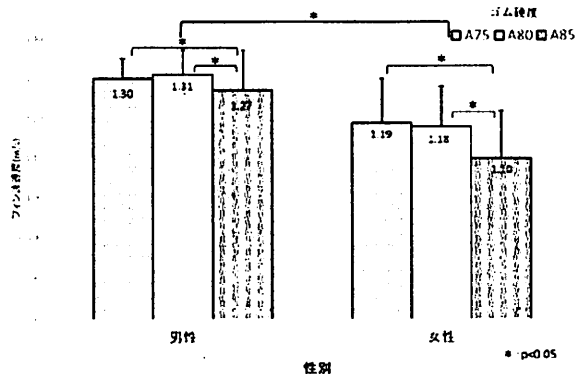


図1 FK25 の性別におけるゴム硬度別フィン泳速度の比較(男性:n=23,女性:n=18)

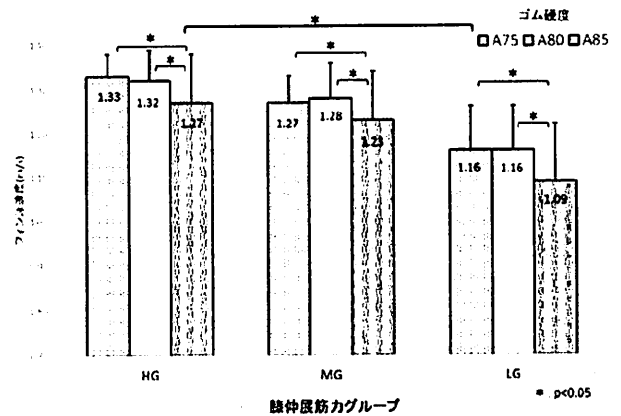


図2 FK25 の膝伸展筋力グループにおけるゴム硬度別フィン泳速度の比較(HG:n=14, MG:n=13, LG:n=14)

FK25 における性別、膝伸展筋力グループ、ゴム硬度を独立変数とする多元配置分散分析の結果、すべての要因において交互作用は認められなかった(F(4,70)=0.26,n.s.) ため、主効果の検定をおこなった。主効果の検定の結果、性別(F(1,35)=7.33,p<0.05)、膝伸展筋力グループ(F(2,35)=4.47,p<0.05)、ゴム硬度(F(2,70)=17.91,p<0.05)のすべてに有意な主効果が認められたため、多重比較検定を行った。その結果、性別では男性が女性の記録より有意に速い値を示した。膝伸展筋力グループではHGがLGの記録より有意に速い値を示した。ゴム硬度は性別に関係なく、またすべての膝伸展筋力グループでA75及びA80がA85の記録より有意に速い値を示した(表3)(図1,2)。

表4 FK100 における多元配置分散分析結果(性別、膝伸展筋力グループ、ゴム硬度)(n=41)

要因	分散分析				多重比較検定
	df	F	p	傾力2	
(被験者間要因)					
性別	1	11.23	<0.01*	0.24	男性>女性
膝伸展筋力グループ	2	7.37	<0.01*	0.30	HG, MG>LG
性別×膝伸展筋力グループ	2	0.17	0.84	0.01	
総数	35	(0.01)			
(被験者内要因)					
ゴム硬度	2	69.49	<0.01*	0.67	A75, A80>A85
ゴム硬度×性別	2	0.01	0.99	0.00	
ゴム硬度×膝伸展筋力グループ	4	1.04	0.39	0.06	
ゴム硬度×性別×膝伸展筋力グループ	4	0.67	0.62	0.04	
総数	70	(0.00)			

\*: p<0.05

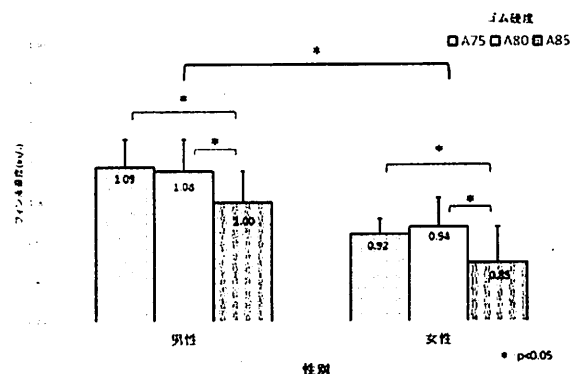


図3 FK100 の性別におけるゴム硬度別フィン泳速度の比較(男性:n=23,女性:n=18)

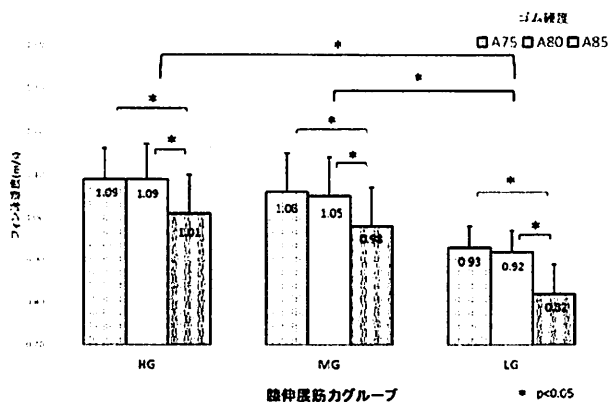


図4 FK100の膝伸筋力グループにおけるゴム硬度別フィン泳速度の比較 (HG:n=14, MG:n=13, LG:n=14)

FK100における性別、膝伸筋力グループ、ゴム硬度を独立変数とする多元配置分散分析の結果、すべての要因において交互作用は認められなかった (F (4,70) =0.67, n.s.) ため、主効果の検定をおこなった。主効果の検定の結果、性別 (F (1,35) =11.23, p<0.05)、膝伸筋力グループ (F (2,35) =7.73, p<0.05)、ゴム硬度 (F (2,70) =69.49, p<0.05) のすべてに有意な主効果が認められたため、多重比較検定を行った。その結果、性別では男性が女性の記録より有意に速い値を示した。膝伸筋力グループではMG及びHGがLGの記録より有意に速い値を示した。ゴム硬度は性別に関係なく、またすべての膝伸筋力グループでA75及びA80がA85の記録より有意に速い値を示した (表4) (図3.4)。

表5 FK200における多元配置分散分析結果 (性別、膝伸筋力グループ、ゴム硬度) (n=34)

要因	df	分散分析			多重比較検定
		F	p	η <sup>2</sup>	
<b>(被験者間要因)</b>					
性別	1	7.56	0.01*	0.21	男性>女性
膝伸筋力グループ	2	5.64	0.01*	0.29	HG>LG
性別×膝伸筋力グループ	2	0.50	0.61	0.04	
誤差	28		(0.01)		
<b>(被験者内要因)</b>					
ゴム硬度	2	38.23	<0.01*	0.58	A75, A80>A85
ゴム硬度×性別	2	0.09	0.91	0.00	
ゴム硬度×膝伸筋力グループ	4	0.55	0.70	0.04	
ゴム硬度×性別×膝伸筋力グループ	4	1.40	0.25	0.09	
誤差	56		(0.00)		

\*: p<0.05

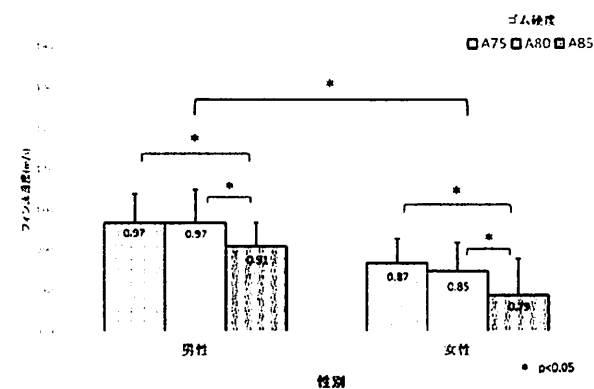


図5 FK200の性別におけるゴム硬度別フィン泳速度の比較 (男性:n=17, 女性:n=17)

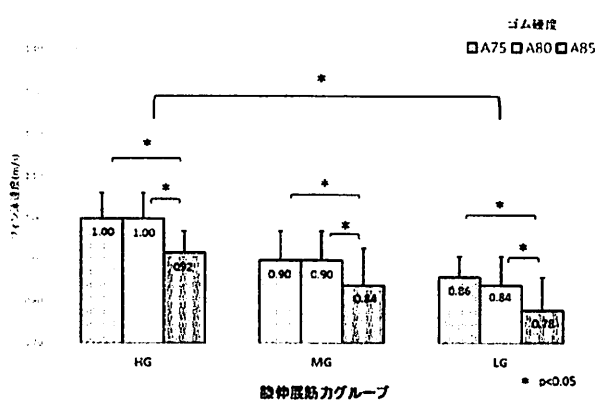


図6 FK200の膝伸筋力グループにおけるゴム硬度別フィン泳速度の比較 (HG:n=11, MG:n=12, LG:n=11)

FK200における性別、膝伸筋力グループ、ゴム硬度を独立変数とする多元配置分散分析の結果、すべての要因において交互作用は認められなかった (F (4,56) =1.40, n.s.) ため、主効果の検定をおこなった。主効果の検定の結果、性別 (F (1,28) =7.56, p<0.05)、膝伸筋力グループ (F (2,28) =5.64, p<0.05)、ゴム硬度 (F (2,56) =38.23, p<0.05) のすべてに有意な主効果が認められたため、多重比較検定を行った。その結果、性別では男性が女性の記録より有意に速い値を示した。膝伸筋力グループではHGがLGの記録より有意に速い値を示した。ゴム硬度は性別に関係なく、またすべての膝伸筋力グループでA75及びA80がA85の記録より有意に速い値を示した (表5) (図5.6)。

IV. 考察

本研究の目的は、スノーケリング指導者がフィンを選択する際に基準となるフィンの硬度について明らかにすることであった。そのために、異なる泳距離のFK25、FK100、FK200におけるフィン泳速度について、性別、膝伸筋力グループと3種類の異なるゴム硬度を要因として多元配置分散分析を実施した。

その結果、すべての種目において性別、膝伸筋力グループ、ゴム硬度の各要因間における交互作用は認められず、ゴム硬度の違いによる差異のパターンは同じであった。性別、膝伸筋力グループ、ゴム硬度のすべてに有意な主効果が認められたため、多重比較検定を行った結果、男性の方が速いフィン泳速度を示した。男性と女性の差は、大きく生理学的、骨格系、性機能の差としてとらえられ、男性が女性より高い値を持つ要素のひとつにスピードが挙げられている<sup>31)</sup>。本研究におけるフィン泳速度のうち女性の記録を男性の記録で除した比率は、FK25ではA75 (91.5%)・A80 (90.1%)・A85 (86.6%)、FK100ではA75 (84.4%)・A80 (87.0%)・A85 (85.0%)、FK200ではA75 (89.7%)・A80 (87.6%)・A85 (86.8%)に相当しており、いずれも男性の方が速いフィン泳速度を示した。加賀谷<sup>32)</sup>は性差が顕著なのは筋力であり、女性の筋力は男性の60~80%に相当し、最大筋力の性差は筋量の相違に最も大きな影響を受けると述べている。本研究における平均膝伸筋力値は、男性51.0kgf、女性33.7kgf (男性の66.1%)であり、

性差による筋力比は加賀谷が述べた値を示し、この膝伸展筋力の相違がフィン泳速度に影響したと考えられる。

また、膝伸展筋力グループによる多重比較検定の結果、FK25とFK200ではHGがLGの記録より有意に速い値を示し、FK100ではMG及びHGがLGの記録より有意に速い値を示した。泳距離が異なった場合でもHGがLGの記録より速いことが共通していた。本研究の結果はPendergastら<sup>19)</sup>や、大下ら<sup>20)21)</sup>によるインストラクターやエリート選手を対象とした場合の「脚力が高い場合は記録が速い」と同様であった。したがって泳距離に関係なく、膝伸展筋力が高い場合はフィン泳速度が速いと考えられる。

ゴム硬度による多重比較検定の結果、FK25、FK100、FK200のすべての種目においてゴム硬度A75及びA80がA85の記録より有意に速い値を示した。また性別、膝伸展筋力に関係なくA75及びA80のゴム硬度のフィンを使用した際のフィン泳速度がA85の硬いゴム硬度を使用した際よりも速かった。この結果は、Zamparoら<sup>23)</sup>が柔らかいフィンに比べ、硬いフィンの方が高い泳速度に繋がると述べた結果と異なっていた。またPendergastら<sup>19)</sup>、大下ら<sup>20)21)</sup>の脚力が高く硬いフィンを使いこなすことができる場合は、フィン泳速度が速いと述べる内容とも異なっていた。さらにAbraldesら<sup>24)</sup>の報告している曳行泳において、硬いフィンの方が速い記録であった結果とも異なっていた。Pendergastら<sup>19)</sup>の協力者は、技能レベルがスクーバインストラクター及びプロの男性ダイバーであり、プラスチック製の硬いフィンを使いこなせる高い膝伸展筋力であったことが推測できる。またAbraldesら<sup>24)</sup>の協力者はライフガードであり、曳行泳のトレーニングを積んだことにより、重量80kgのマネキン曳行をできる膝伸展筋力であったことが推測できる。よって、これまで述べられている「脚力が高く硬いフィンを使いこなせる場合、フィン泳速度が速い」というのは、良くトレーニングされたスクーバインストラクター、ライフガードやエリート選手などトレーニングを実施している熟練者を対象とした場合に限る可能性がある。本研究の協力者における技能レベルは指導者認定コースの合格者であるが、エリート選手などと異なり、日頃から速く泳ぐためのトレーニングを実施していないことが推測できる。

以上のことから、本研究の対象とした指導者レベルのスノーケラーにおいては性別、膝伸展筋力、泳距離に関わらず、速く泳ぐことを目的とする場合にはゴム硬度A75（最も柔らかい）及びA80のフィンを選択することが望ましいことが示唆された。この結果は、スノーケリング初級者において最も柔らかいA75を使用した際に有意に速いフィン泳速度が得られた結果とは一部異なるものであった。今後の課題としては、エリート選手との比較や、更に柔らかい、あるいは硬い素材のフィンとの比較も必要と考えられる。また、水面におけるフィン泳だけではなく、水中において活動するスキンドイビングやスクーバダイビングといったフィンを使用するスポーツにおける適切なフィンの選択に関する研究を積み重ねていく必要がある。

## V. 結論

本研究の目的は、スノーケリング指導者がフィンを選択する際に基準となるフィンの硬度に関する基礎的な資料を収集することであった。

協力者75名における、異なるゴム硬度のフィンを用いたフラッターキックでのフィン泳（FK25、FK100、FK200）の記録からフィン泳速度を算出した。またフィン泳速度に影響を及ぼすと考えられる膝伸展筋力を測定した。フィン泳速度について性別、膝伸展筋力グループを要因として多元配置分散分析を行った結果、以下の結論を得た。

FK25、FK100、FK200におけるフィン泳速度について、性別、膝伸展筋力グループ、ゴム硬度を要因とした多元配置分散分析を実施したところ、各要因における交互作用は認められなかった。主効果の検定の結果、すべての要因に有意な主効果が認められた。性別では、男性の方が有意に速い値を示し、膝伸展筋力グループでは、HGがLGより有意に速い値を示した。3種類のゴム硬度では、A75及びA80がA85よりフィン泳速度が速かった。

フィン泳速度からみると、指導者レベルのスノーケラーにおいては、性別、膝伸展筋力、泳距離に関わらず、ゴム硬度A75及びA80のフィンを選択することが望ましいと示唆された。

## 謝辞

本研究遂行にあたり、趣旨をご理解、ご協力頂いた、諸関係者（施設含む）の皆様にご心から感謝し、厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 日本スノーケリング連盟：スノーケリングマニュアル。日本スノーケリング連盟。東京、pp2-11, 2004.
- 2) 新保淳：スポーツ用具とスポーツ技能の相互規定性に関する研究。スポーツ教育学研究。日本スポーツ教育学会。4(2):51-58, 1985.
- 3) 松田岩男：運動用具の開発と運動技能。学校体育。日本体育社。23(4):10-14, 1970.
- 4) 吉田章：スノーケリング指導者教本。財団法人社会スポーツセンター。東京、pp4-110, 2006.
- 5) 日本水中スポーツ連盟：フィンスイミング入門。一般社団法人日本水中スポーツ連盟。東京、pp2-11, 2002.
- 6) 館石逸見：Marine Diving 2月号。株式会社水中造形センター。東京、p113, 2018.
- 7) 日本スノーケリング協会：日本スノーケリング協会沿革。https://www.shakai-sc.or.jp/snorkel.top.htm, 2018. (参照日:2019年6月16日)
- 8) 日本スノーケリング協会：(速報値)スノーケリングにおける国内事故者数(平成29年1月-9月)まとめ。日本スノーケリング協会。東京、p1, 2017.
- 9) 海上保安庁：海難の現況と対策について～大切な命を守るために～(平成29年版)。海上保安庁。東京、pp82-83, 2018.
- 10) 一般財団法人沖縄マリナレジャーセイフティービューロー：一般財団法人沖縄マリナレジャーセイフティービューロー財団概要。http://www.omsb.jp/, 2018. (参照日:2019年6月16日)

- 11) 一般財団法人沖縄マリレジャーセイフティービューロー：シュノーケリング安全マニュアル。一般財団法人沖縄マリレジャーセイフティービューロー、沖縄、p11, 2018.
- 12) Pendergast DR, Tedesco M, Nawrocki DM, Fischer NM : Energetics of underwater swimming with SCUBA. *Med Sci Sports Exerc.* 28(5):573-580, 1996.
- 13) ナウイエンタープライズ : ADVENTURES IN SCUBA DIVING. 株式会社ナウイエンタープライズ、東京、p16, 2003.
- 14) 望月昇 : イラスト・ガイド ダイビング・マニュアル。マリン企画、東京、p22, 1991.
- 15) 須賀次郎 : ダイビング。財団法人社会スポーツセンター、東京、p44, 1996.
- 16) 田原亮二, 田口正公, 田場昭一郎, 遠矢英憲, 阿部健司 : 学校体育におけるスノーケリングを用いた水泳指導の事例。福岡大学スポーツ科学研究。福岡大学総合研究所, 44(2):51-56, 2014.
- 17) 鎌田安久, 栗林徹, 澤村省逸, 山下芳男, 出口敦美 : 水泳指導における補助具の活用 -足ひれ(フィン)の活用について-。岩手大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要。岩手大学教育学部附属教育実践総合センター, 3:185-203, 1993.
- 18) 古川結喜 : 水泳初心者の足ひれを用いた練習におけるばた足動作の運動学的検討。愛知教育大学保健体育講座研究紀要。愛知教育大学体育教室, 42:68-71, 2018.
- 19) Pendergast DR, Mollendorf J, Logue C, Samimy S : Evaluation of fins used in underwater swimming. *Undersea Hyperb Med.* 30(1):69, 2013.
- 20) 大下和茂, 湯浅安理 : フィンスイミング競技の紹介と競技力向上に繋がる最近の研究-フィンスイミング・ワールドカップ 2011 ゴールデンファイナル中国大会の参加報告を兼ねて-。九州共立大学紀要。九州共立大学, 2(2):88, 2013.
- 21) 大下和茂, ロスみさき, 矢野澄雄, 榎本俊兵, 高橋康輝, 川上雅 : 50m サーフィスにおける Waving 傾度, Waving 長および泳速の関係-フィンスイミング世界選手権決勝出場者と非出場者の比較-。水泳水中運動科学, 日本水泳・水中運動学会, 11(1):14-18, 2008.
- 22) 中村敏雄, 高橋健夫, 寒川恒夫, 友添秀則 : 21世紀スポーツ大辞典。大修館書店、東京, pp1228-1229, 2015.
- 23) Zamparo P, Pendergast DR, Termin B, Minetti AE : Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness. *Eur J Appl Physiol.* 96:459-470, 2006.
- 24) Abrales JA, Soares S, Lima AB, Fernandes RJ, Vilas-Boas JP : The effect of fin use on the speed of lifesaving rescues. *Int J Aquatic Res Educ.* 1(4):329-340, 2007.
- 25) Abrales JA, Ferragut C : Valoración de la velocidad de nado con diferentes aletas. *Revista Kronos.* 9(18):77-84, 2010.
- 26) Pendergast DR, Mollendorf J, Logue C, Samimy S : Underwater fin swimming in women with reference to fin selection. *Undersea Hyperb Med.* 30(1):75-85, 2003.
- 27) Abrales JA : Estudio de la efectividad de la aleta en función del tipo de prueba en distancia de 25 metros: Buceo, nado y remolque. 4º congreso de salvamento y socorrismo. Fundación IDISSA, 341-349, 2005.
- 28) Abrales JA, Avilés AB : Estudio de la eficacia de los distintos tipos de aleta sobre pruebas de nado en distancias de 50 y 100 metros libres. *Año del Deporte y la Educación Física.* 1-9, 2005.
- 29) 小泉和史 : スノーケリング初級者における最速のフィン泳力を導くフィンの硬度について。日本体育大学紀要。日本体育大学, 48(1):1-9, 2018.
- 30) 水中科学協会 : 最新ダイビング用語辞典。大修館書店、東京, p126, 2012.
- 31) 国立スポーツ科学センター : 成長期女性アスリート指導者のためのハンドブック。独立行政法人日本スポーツ振興センター、東京, p11, 2014.
- 32) 加賀谷淳子 : 男女の体型・機能差とスポーツ。臨床スポーツ医学。日本臨床スポーツ医学会, 22(10):1217-1223, 2005.



□ ORIGINAL INVESTIGATION □

**Relationship between Fin Hardness and Finswimming Speed in Snorkeling Instructors.**

**Kazushi Koizumi<sup>1</sup>, Hideo Matsumoto<sup>2</sup>, Hisayo Tomago<sup>3</sup>, Osamu Takano<sup>3</sup>, Koichi Chiashi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Nippon Sport Science University*, <sup>2</sup>*Tokai University*, <sup>3</sup>*Tokyo University of Marine Science and Technology*

*Jpn. J. Marit. Activity*, 9(1):1-9, 2020.

(Submitted: 19 Sept, 2019; accepted in final form: 11 Mar, 2020)

**【Abstract】**

The purpose of this study was to clarify the relationship between the hardness of fins used by snorkeling instructors and their finswimming speed. The subjects were 75 instructor snorkelers (45 men, 30 women). Their times were measured in a pool for three swimming categories: 25 m flutter kick, 100 m flutter kick, and 200 m flutter kick. The knee extension strength of subjects, which was considered likely to affect fin selection, was measured and the subjects were divided into a high group, medium group, and low group on this basis. Fins with three levels of rubber hardness were used: from softest to hardest, A75, A80, and A85. The results were analyzed by means of a multi-way ANOVA with finswimming speed as the dependent variable and sex, swimming category (distance), knee extension strength, and rubber hardness as independent variables, with no interaction found among within-subject factors and between-subject factors. Since a significant effect was found for all independent variables, a multiple comparison was carried out using the Bonferroni method. By sex, men were significantly faster. By knee extension strength, the high group was significantly faster than the low group. By rubber hardness, speed was significantly higher in the order A75 and A80. These results suggest that regardless of sex, swimming category (distance), or knee extension strength, snorkeling instructors can obtain highest finswimming speeds by selecting fins with A75 and A80 rubber hardness.

**Key Words : Snorkeling, finswimming speed, rubber hardness, instructor**

---

Corresponding author : Kazushi Koizumi, e-mail : koirac @ ybb.ne.jp