TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo University of Marine Science and Technology (東京海洋大学)

スノーケリングにおけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2020-11-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小泉, 和史 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/2039

博士学位論文

スノーケリングにおけるフィンの硬度と
フィン泳速度の関係

2020 年度

（2020 年 9 月）

東京海洋大学大学院
海洋科学技術研究科
応用環境システム学専攻

小泉和史

博士学位論文

スノーケリングにおけるフィンの硬度と
フィン泳速度の関係

2020 年度

（2020 年 9 月）

東京海洋大学大学院
海洋科学技術研究科
応用環境システム学専攻

小泉和史

目　次

第 1 章　緒論

1．本論文の背景 2

2．本論文の目的 7

引用文献 9

第 2 章　スノーケリング初級者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係

1．目　的 13

2．方　法 13

3．結　果 16

4．考　察 18

5．結　論 22

引用文献 23

図　　表 25

第 3 章　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

1．目　的 36

2．方　法 36

3．結　果 39

4．考　察 41
5．結　論 43
引用文献 45
図　　表 46

第 4 章　競技者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係
1．目　的 57
2．方　法 57
3．結　果 60
4．考　察 61
5．結　論 62
引用文献 64
図　　表 66

第 5 章　総合考察
1．本論文のまとめ 73
2．今後の課題 78
引用文献 79
図　　表 81

謝　　辞 87

第 1 章

緒 論

第 1 章　緒 論

1．本論文の背景

1)スノーケリングをとりまく現状

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、スキンダイビング、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いう [1)]。新保 [2)]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 [3)]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 [4)]。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 [1)]。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ダイビング（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いう [4)]。「レジャー白書 2017」によると、2016

年のスクーバダイビング、スキンダイビングの参加人口は 140 万人であったと報告されている[5]。

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、(一般社団法人)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[6]。また、(一般財団法人) 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[7]。スノーケリングにおいてスポーツ的な要素が影響するのは、フィンワークであり、トレーニングを重ねることによって少しでも短い時間で移動できるようになればパワーが向上の表れとなり、実際の海での行動が余裕を持ったものになる[4]。つまり、スノーケリングにおいて速いスピードで泳げることは、余裕をもった行動から活動そのものの楽しさや安全性が増すと考えられる。

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半面、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[8]。

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[9]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[10]は、2017 年におけるスノーケル使用中の事故者数が 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）[8]、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）[1]、一般財団法人沖縄マリンレジャーセイフティービューロー[11]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、認知されている状況にある。

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めのフィンが適当であると記載されている[4]。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[1]。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[12]。

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[13][14]。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[14]。望月[15]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[16]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[17]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[18]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[19]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と報告している。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。またキック方法に関する研究では、小泉ら[20]が、初級者スノーケラーの大学生54名（男性43名，年齢20.0±0.4歳、女性11名，年齢20.4±0.6歳）を対象にプールにて25m曳行泳における3種類のキック方法（フラッターキック、サイドキック、バックキック）についてタイム測定した。その結果、キック方法では、通常のスノーケリング時に使用されるフラッターキックの記録の方が速かったと報告されている。

2)フィン泳に関する先行研究

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[21]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

±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グラス製、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[22) 23)]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を用いた水面での 50m フィン泳を行い、ファイバーグ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[24)]は、大学生水泳選手男性 10 名（年齢 19.7±1.8 歳）を対象にプールにてファイバーグラス製、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と述べている。そして、Abraldes ら[25)]は、ライフガード男性 10 名（年齢 27.44±10.79 歳）を対象にプールにてファイバーグラス製、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、ファイバーグ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示したことが報告されている。

一方、Abraldes ら[26)]は、女性水泳選手 10 名（年齢 24.73±3.54 歳）を対象にプールにてファイバーグラス製、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[27)]は、一般女性ダイバー8 名（年齢 24±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グラス製、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 [28]は、水泳愛好者男女 16 名（年齢 23.27±0.9 歳）を対象にプールにてファイバーグラス製、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グラス製、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[29]は、子ども 28 名（男児 18 名，女児 10 名，年齢 14.12±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。

2．本論文の目的

以上のような背景から、フィン泳速度にはフィンの硬さ、技能レベル、性別、泳法、泳距離などが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、選択すべきフィンの硬度についての具体的な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、本論文は 2 章「スノーケリング初級者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係」について検討を行うこと、3 章「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」について検討を行うこと、4 章「競技者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係」について検討を行うこととする。これら技能レベルが異なるスノーケラーを対象として、スノーケリングにおける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ついて明らかにすることを目的とした。

第 1 章　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内在する疎外構造に関する研究.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.一般財団法人社会スポーツセンター,東京,pp4-110,2006.

5)日本生産性本部:レジャー白書 2017.公益財団法人日本生産性本部,東京,p38,2017.

6)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.

7)舘石逸見:Marine Diving 2 月号.株式会社水中造形センター,東京,p113,2018.

8)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）

9)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.

10)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.

11)一般財団法人沖縄マリンレジャーセイフティービューロー:OMSB. http://www.omsb.jp/,2018.（参照日：2019 年 6 月 16 日）

12)一般財団法人沖縄マリン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ンレジャーセイフティービューロー.沖縄 p11,2018.

13)Pendergast D.R.,Tedesco M,Nawrocki DM,Fischer NM:Energetics of

underwater swimming with SCUBA, Medicine & Science in Sports & Exercise, l.28(5):573–580, 1996.

14)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.

15)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.

16)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.

17)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.

18)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.岩手大学教育学部付属教育実践研究指導センター研究紀要.岩手大学教育学部付属教育実践総合センター3:185-203.1993.

19)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.

20)小泉和史,高野修,千足耕一:スノーケリング初級者がレスキューする際の曳行時に選択すべきキック方法.海洋人間学雑誌,日本海洋人間学会,6(1),9-14,2017.

21)Pendergast D.R.,Mollendorf J.,Logue C.&Samimy S.: Evaluation of fins used in underwater swimming.Undersea Hyperb Med,30(1):69,2013.

22)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ーフィンスイミング・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ー.九州共立大学紀要,九州共立大学,2(2):88,2013.

23)大下和茂,ロスみさき,矢野澄雄,樫本俊兵,高橋康輝,川上雅之:50m サーフィスにおける Waving 頻度,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.

24)Zamparo,P.,Pendergast,D.R.,Termin,B.,Minetti,A,E.:Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness.Eur.J.of Appl.hysiol.96,pp459-470,2006.

25)Abraldes,J.A.,Soares,S.,Lima,A.B.,Fernandes,R.J.,Vilas-Boas,J.P.:The effect of fin use on the speed of lifesaving rescues.International Journal Aquatic Research and Education,1.1(4):329-340,2007.

26)Abraldes,J.A.,y Ferragut,C.:Valoración de la velocidad de nado con diferentes aletas.Revista Kronos,9(18):77-84,2010.

27)Pendergast D.R.,Mollendorf J.,Logue C.&Samimy S.:Underwater fin swimming in women with reference to fin selection.Undersea Hyperb Med,30(1):75-85,2003.

28)Abraldes,J.A.:Estudio de la efectividad de la aleta en función del tipo de prueba en distancia de 25 metros.Buceo,nado y remolque,Actividades acuáticas y soco-rrismo professional,4ºcongreso de salvamento y socorrismo,341-349, 2005.

29)Abraldes,J.A.,y Avilés,A.B.: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.

第 2 章

スノーケリング初級者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係

第 2 章　スノーケリング初級者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係

1．目的

本章では、スノーケリング初級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ついて明らかにすることを目的とした。

2．方法

1)協力者

協力者は、2016 年及び 2017 年の 9 月に行われた N 大学マリンスポーツ実習参加者 224 名（男性 139 名、女性 85 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。その実習は、4 日間でスノーケリング、スクーバダイビング、水中ホッケー、水中ラグビーの順に実施する内容であった。なお、本研究の測定は、スノーケル実技終了後に実施した。

協力者の泳力は、実習前泳力調査において、泳法のクロールと平泳ぎを記録は問わず、それぞれ 100m 完泳できた者であった。協力者の技能レベルは、N 指導団体スノーケリングプログラムの初級者レベル実技試験合格者であった。このプログラムは、4 点セットを着用して、フィンキック、スノーケルクリア、水面でのマスク脱着、フィン脱着などの自己保全能力を修得するものである[1)]。

なお、協力者には実験の目的、内容、危険性、個人情報の保護、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、同意を得た後に調査を開始した。また、本研究は N 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 THE1○1プール（25m×13m×水深 1.2～1.5m）であった。プールの水温は 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。フィンの形状における部分となるブレードやキールなどのゴム硬度は、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。参考としたフィンは、A75（マンティスフィン)、A80（ミューサイファー)、A85（ミュー）であった。

4)泳法及びフィン泳力の測定方法

協力者の泳法は、単独泳として通常スノーケリング時に用いるフラッターキック[2)]（以下 FK と略記）（写真 5）及び曳行泳としてフラッターキックを用いるアンダー・アーム・プッシュ[3)]（以下 UAP と略記）（写真 6）とした。UAP

の測定においては、救助者役の左手は事故者役を確保し、ゴール地点を目視したうえで曳行した。また、救助者役に対する事故者役は、同一の者とした。

種目は泳法と距離を組み合わせて、FK において 25m（以下 FK25 と略記）、100m（以下 FK100 と略記）と UAP において 25m（以下 UAP25 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 もしくは 100m を最大努力によるフィン泳をそれぞれ 2 回ずつ行い、速い方の記録を測定値とした。測定距離である 25m もしくは 100m 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。測定方法はフィンにおけるゴム硬度の順番をランダムに設定（A75→A80→A85，A80→A85→A75，A85→A75→A80）し、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 もしくは 100m 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 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、椅坐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 7）。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 37.5～47.8kgf を MG とし、それよりも高い数値を HG、低い数値を LG とした。

6)分析と統計処理

性別、膝伸展筋力グループ（HG，MG，LG）、種目（FK25，UAP25，FK100）とゴム硬度（A75，A80，A85）によるフィン泳速度の違いを明らかにするために 1）性別、膝伸展筋力グループ、種目（FK25 及び UAP25）、ゴム硬度　2）性別、膝伸展筋力グループ、種目（FK25 及び FK100）、ゴム硬度について、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，種目：対応あり，ゴム硬度：対応あり）をおこなった。交互作用が有意であった場合には、単純主効果の検定をおこない、有意であれば Bonferroni 法による多重比較検定をおこなった。交互作用が有意でない場合には、主効果の検定をおこない、有意であれば Bonferroni 法による多重比較検定をおこない、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。

3．結果

協力者の身体的特徴と膝伸展筋力値について、男性（139 名）は年齢 19.8±0.5 歳、身長 171.6±5.9cm、体重 65.5±7.1kg、膝伸展筋力 49.3±11.1kgf、女性（85 名）は年齢 19.7±0.7 歳、身長 161.0±6.0cm、体重 55.7±6.0kg、膝伸展筋力 35.1±7.3kgf、協力者全体（224 名）としては年齢 19.8±0.6 歳、身長 167.6±7.4cm、体重 61.8±7.9kg、膝伸展筋力 43.9±12.0kgf であった（表 1）。

協力者のフィン泳速度の平均測定値は、男性、女性ともに FK25、UAP25、FK100 の種目すべてにおいて、ゴム硬度 A75 のフィン泳速度の記録が速い値

を示した（表 2）。

協力者における性別、膝伸展筋力グループ、種目（FK25 及び UAP25）、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（4,436）=0.61，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（1,218）=13.91，p<0.01）、膝伸展筋力グループ（F（2,218）=7.38，p<0.01）、種目（F（1,218）=1924.68，p<0.01）、ゴム硬度（F（2,436）=132.78，p<0.01）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 MG 及び HG が LG の記録より有意に速い値を示した。種目では FK25 が UAP25 の記録より有意に速い値を示し、ゴム硬度は A75、A80、A85 の順に記録が有意に速い値を示した（表 3）。

性別における種目（FK25 及び UAP25）、ゴム硬度別のフィン泳速度の多重比較検定の結果、性別では男性の方が有意に速い値を示した。また、男性、女性ともに FK25 が UAP25 よりも有意に泳速が速く、両種目とも A75、A80、A85 の順に有意に速い泳速を示した（図 1）。

膝伸展筋力グループにおける種目（FK25 及び UAP25）、ゴム硬度別のフィン泳速度の多重比較検定の結果、膝伸展筋力グループでは MG 及び HG が LG より有意に速い値を示した。また、全グループで FK25 が UAP25 よりも有意に記録が良く、両種目とも A75、A80、A85 の順に記録が有意に速い値を示した（図 2）。

協力者における性別、膝伸展筋力グループ、種目（FK25 及び FK100）、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（4,232）=0.71，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（1,116）=4.67，p<0.05）、膝伸展筋力グループ（F（2,116）=4.23，p<0.05）、種目（F（1,116）=727.03，p<0.01）、ゴ

ム硬度（F（2,232）=85.00，p<0.01）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、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 より有意に速い値を示した。種目では FK25 が FK100 より有意に速い値を示し、ゴム硬度は A75、A80、A85 の順に有意に速い値を示した（表 4）。

性別における種目（FK25 及び FK100）、ゴム硬度別のフィン泳速度の多重比較検定の結果、性別では男性の方が有意に速い値を示した。また、男性、女性共に FK25 が FK100 よりも有意に速く、両種目とも A75、A80、A85 の順に記録が有意に速い値を示した（図 3）。

膝伸展筋力グループにおける種目（FK25 及び FK100）、ゴム硬度別のフィン泳速度の多重比較検定の結果、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。また、全グループで FK25 が FK100 よりも有意に速く、両種目とも A75、A80、A85 の順に記録が有意に速い値を示した（図 4）。

4．考察

本研究の目的は、スノーケリング初級者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係について膝伸展筋力を含め検討することによって、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、泳法と距離を組み合わせた種目とフィンの素材としてゴム硬度 3 種類におけるフィン泳速度の記録と膝伸展筋力を測定し、比較検討した。

多元配置分散分析の結果、性別、膝伸展筋力グループ、種目、ゴム硬度の各要因間においては、交互作用は認められず、性別、膝伸展筋力グループ、種目、ゴム硬度のすべてに有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果、膝伸展筋力、種目、ゴム硬度の要因で男性の方が速い値を示した。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、スピードは男性が女性より高い値を持つ生理学的な要素のひとつとして考えられている[4]。また加賀谷[5]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展筋力値は、男性 49.3kgf、女性 35.1kgf(男性の 71.2%)であり、先行研究と同様に筋量の相違が泳速に影響したと考えられる。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（93.0%)、A80（92.1%)、A85(90.9%)、UAP25 では A75（87.5%)、A80（88.1%)、A85（88.3%)、FK100 では A75（93.2%)、A80（92.9%)、A85（94.5%）に相当していた。また、全日本スポーツダイビング選手権大会記録（2015 年 12 月 6 日現在)[6]における女性の記録を男性の記録で除した比率は、50m フリッパー種目では 88.6%、100m フリッパー種目では 86.2%、100m レスキュー種目では 91.9%に相当した。距離や使用器材等の違いがあるものの、男性の方が速い記録であり、本研究においても同様な性差が示されたと考えられる。

膝伸展筋力グループによる多重比較検定の結果、FK25 と UAP25 では MG 及び HG が LG の記録より有意に速い値を示し、FK25 と FK100 では HG が LG の記録より有意に速い値を示した。泳法や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る。本研究の結果は Pendergast ら[7]や、大下ら[8] [9]による「脚力が高い場合は記録が速い」と同様であった。したがって泳法や泳距離に違いがあっても、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。

種目（FK25，UAP25 及び FK25，FK100）における多重比較検定の結果、FK25 と UAP25 において FK25 が UAP25 の記録より有意に速い値を示した。泳法が異なる FK25 と UAP25 の比較において、UAP は事故者役を曳行したこ

とで進行方向に対しての抵抗力が増し、有意に遅い記録を示したと考えられる。FK25とFK100においてはFK25がFK100の記録より有意に速い値を示した。距離が異なるFK25とFK100において、短い距離である25mよりも100mでは最大速度が持続できなかったと考えられる。大下ら[10]や、小笠原ら[11]は、フィンスイミングや競泳のキックにおける測定において、最大努力泳時における泳時間と泳距離について持久的な泳能力が影響することを述べており、本研究においても持久的な能力が影響したと考えられる。参考として本研究におけるフィン泳速度の測定記録結果において2回のうち1回目が速かった比率は、全体としてFK25（54.5%）、UAP25（25.3%）、FK100（50.0%）であった。そのUAP25において74.7%が2回目に速い値であったのは、1回目の経験により最速力で曳行する方法のなかで救助者役と事故者役の位置関係や事故者役の確保方法などの要因を配慮したと考えられる。

ゴム硬度における多重比較検定の結果、A75、A80、A85の順に記録が有意に速い値を示した。性別、膝伸展筋力グループ、種目においてそれぞれの差がありながらも全般的にA75の柔らかいゴム硬度のフィンを使用した際のフィン泳速度が速かったのは、柔らかいゴムのしなりによって推進力を最大限に発揮したことが推測できる。この結果は、望月[12]が速く泳ぐには柔らかいフィンを選択するのが良いと述べる内容と同様であった。またPendergastら[13]が一般女性ダイバーを対象とした研究において述べた、柔らかいフィンが最も良いパフォーマンスであったことと共通している。しかしながらZamparoら[14]が男性大学生水泳選手を対象とした研究において、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は異なっていた。またPendergastら[7]や、大下ら[8,9]はエリート選手（世界選手権出場者）を対象に測定を行い、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[15]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[7]の協力者は、米国男性の技能レベルがスクーバインストラクター及びプロのダイバーであり、使用フィンの素材は過半数がゴムより硬いプラスチック製であった。その協力者は、膝伸展筋力の測定はしていなかったものの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、フィン泳速度に影響したと考えられる。またAbraldesら[15]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、フィン泳速度に影響したと考えられる。よって、これまで一般的に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インストラクターやライフガードなどの熟練者を対象とした場合に限る可能性がある。本研究の協力者は、技能レベルが初級者レベル認定コースの合格者であったことから、柔らかいゴムのしなりが推進力を獲得し、フィンキックの技能を補ったと推測できる。

以上のことから、初級者レベルのスノーケラーにおいては性別、膝伸展筋力、泳法、泳距離に関わらず、速く泳ぐことを目的とする場合には柔らかくゴムのしなりが大きいゴム硬度A75のフィンを選択することが望ましいと示唆された。

今後の課題としては、フィンの素材を含めて、更に柔らかい、あるいは硬いフィンとの比較も必要と考えられる。また、技能レベルを含めて水面上のスノーケリングだけではなく、水中において活動するスキンダ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。

5．結論

本研究の目的は、スノーケリング初級者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係について膝伸展筋力を含め検討することによって、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。

協力者に対して、泳法と距離を組み合わせた種目とフィンの素材としてゴム硬度 3 種類におけるフィン泳速度の記録と膝伸展筋力を測定した。測定結果について性別、膝伸展筋力グループに対して、種目及びゴム硬度について比較検討した結果、以下の結論を得た。

性別、膝伸展筋力グループ、種目、ゴム硬度のフィン泳速度について、多元配置分散分析の結果、各要因において交互作用は認められず、パターンの変化は認められなかった。主効果の検定の結果、すべて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た。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。種目では FK25 と UAP25 の組み合わせにおいて FK25 の泳速度が速く、FK25 と FK100 の組み合わせにおいて FK25 の泳速度が速い値を示した。3 種類のゴム硬度では、A75、A80、A85 の順にフィン泳速度が速かった。

これらのことを総合的に判断すると、初級者レベルのスノーケラーは、性別、膝伸展筋力、泳法、泳距離に関わらず、フィン泳速度の速さからみると、柔らかくゴムのしなりが大きいゴム硬度 A75 のフィンを選択することが望ましいと示唆された。

第 2 章　引用文献

1)ナウイエンタープライズ:NAUI HANDBOOK(NAUI ダイビングコース基準と手続き手順マニュアル)第 15 版改訂.株式会社ナウイエンタープライズ,東京,pp2.99-2.100,2015.

2)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.

3)Alex Brylske:PADI レスキューマニュアル改訂版.PADI JAPAN,東京,p109,1988.

4)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.

5) 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):1217-1222,2005.

6) 社会スポーツセンター:第 23 回全日本スポーツダイビング選手権大会.一般社団法人社会スポーツセンター,東京,p12,2016.

7)Pendergast D.R.,Mollendorf J.,Logue C.&Samimy S.: Evaluation of fins used in underwater swimming.Undersea Hyperb Med,30(1):69,2013.

8)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ーフィンスイミング・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ー.九州共立大学紀要,九州共立大学,2(2):88,2013.

9)大下和茂,ロスみさき,矢野澄雄,樫本俊兵,高橋康輝,川上雅之:50m サーフィスにおける Waving 頻度,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.

10)大下和茂,ロスみさき,小泉和史,矢野澄雄,樫本俊兵,高橋康輝,川上雅之:フィンスイミングのサーフィス種目における Critical Velocity 理論から考察したエネルギー供給特性.体育学研究,(55),471-480,2010.

11)小笠原一彰,嶋田和人,立正伸,若吉浩二:水球選手および競泳選手を対象としたスイム,プルおよびキックにおける Critical Velocity の決定およびその比較.水泳水中運動科学,日本水泳・水中運動学会,第 1 巻第 12 号,10-17,2009.

12)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.

13)Pendergast D.R.,Mollendorf J.,Logue C.&Samimy S.:Underwater fin swimming in women with reference to fin selection.Undersea Hyperb Med,30(1):75-85,2003.

14)Zamparo,P.,Pendergast,D. R., Termin,B.,Minetti,A,E.:Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness.Eur.J.of Appl.hysiol.96,pp459-470,2006.

15)Abraldes,J.A.,Soares,S.,Lima,A.B.,Fernandes,R.J.,Vilas-Boas,J.P.:The effect of fin use on the speed of lifesaving rescues.International Journal Aquatic Research and Education,1.1(4):329-340,2007.

図表

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 スーパーミュー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）

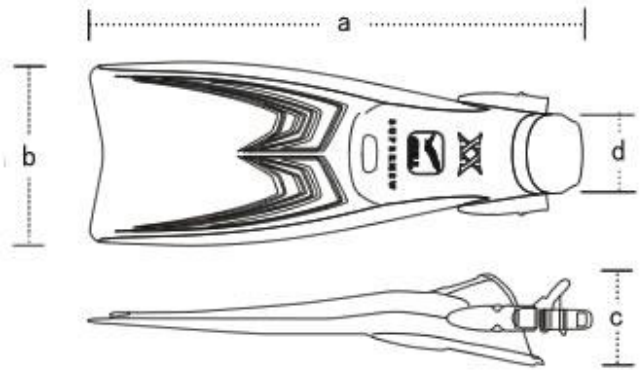

写真 4　フィンの形状(a560×b200×c100×d90mm)

写真 5　フラッターキック（FK）

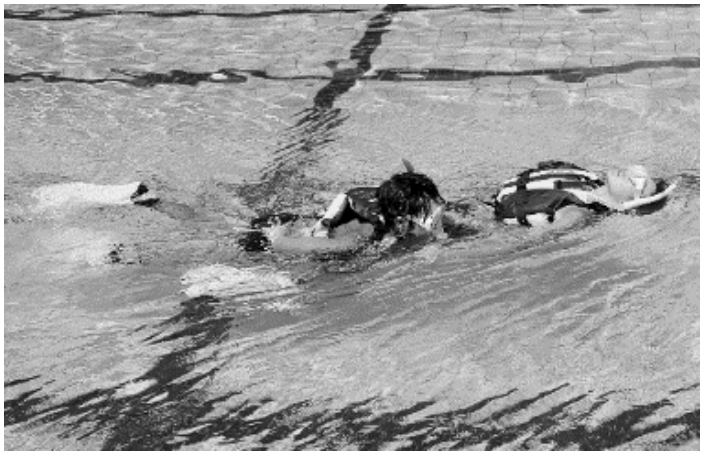

写真 6　アンダー・アーム・プッシュ（UAP）（左側：救助者役，右側：事故者役）

写真７　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））

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 合計(n=139)		女性 合計(n=85)		全体 総合計(n=224)	
	M	SD	M	SD	M	SD
年齢(歳)	19.8	±0.5	19.7	±0.7	19.8	±0.6
身長(cm)	171.6	±5.9	161.0	±6.0	167.6	±7.4
体重(kg)	65.5	±7.1	55.7	±6.0	61.8	±7.9
膝伸展筋力(kgf)	49.3	±11.1	35.1	±7.3	43.9	±12.0

表２　フィン泳速度の平均値（平均値±標準偏差）

	FK25 (n=224(男性139,女性85))			UAP25 (n=224(男性139,女性85))			FK100 (n=122(男性74,女性48))		
	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	1.26±0.09	1.23±0.11	1.17±0.12	0.84±0.12	0.80±0.13	0.74±0.13	1.00±0.08	0.95±0.09	0.89±0.09
男性	1.29±0.07	1.27±0.09	1.21±0.11	0.88±0.10	0.84±0.12	0.77±0.13	1.03±0.07	0.98±0.08	0.91±0.10
女性	1.20±0.09	1.17±0.10	1.10±0.12	0.77±0.13	0.74±0.11	0.68±0.12	0.96±0.08	0.91±0.08	0.86±0.07

表 3　多元配置分散分析結果（種目：FK25 及び UAP25）

（性別、膝伸展筋力グループ、種目（FK25,UAP25）、ゴム硬度）　（n=224）

要因	分散分析				多重比較検定
	df	F	p	偏η2	
（被験者間要因）					
性別	1	13.91	<0.01**	0.06	男性>女性
膝伸展筋力グループ	2	7.38	<0.01**	0.06	MG・HG>LG
性別×膝伸展筋力グループ	2	1.30	0.28	0.01	
誤差	218	(0.04)			
（被験者内要因）					
種目	1	1924.68	<0.01**	0.90	FK25>UAP25
種目×性別	1	0.11	0.75	0.00	
種目×膝伸展筋力グループ	2	0.41	0.67	0.00	
種目×性別×膝伸展筋力グループ	2	0.43	0.65	0.00	
誤差	218	(0.01)			
ゴム硬度	2	132.78	<0.01**	0.38	A75>A80>A85
ゴム硬度×性別	2	0.76	0.47	0.00	
ゴム硬度×膝伸展筋力グループ	4	0.37	0.83	0.00	
ゴム硬度×性別×膝伸展筋力グループ	4	0.55	0.70	0.01	
誤差	436	(0.00)			
種目×ゴム硬度	2	0.12	0.89	0.00	
種目×ゴム硬度×性別	2	1.33	0.27	0.01	
種目×ゴム硬度×膝伸展筋力グループ	4	1.01	0.38	0.01	
種目×ゴム硬度×性別×膝伸展筋力グループ	4	0.61	0.66	0.01	
誤差	436	(0.00)			

**:p<0.01

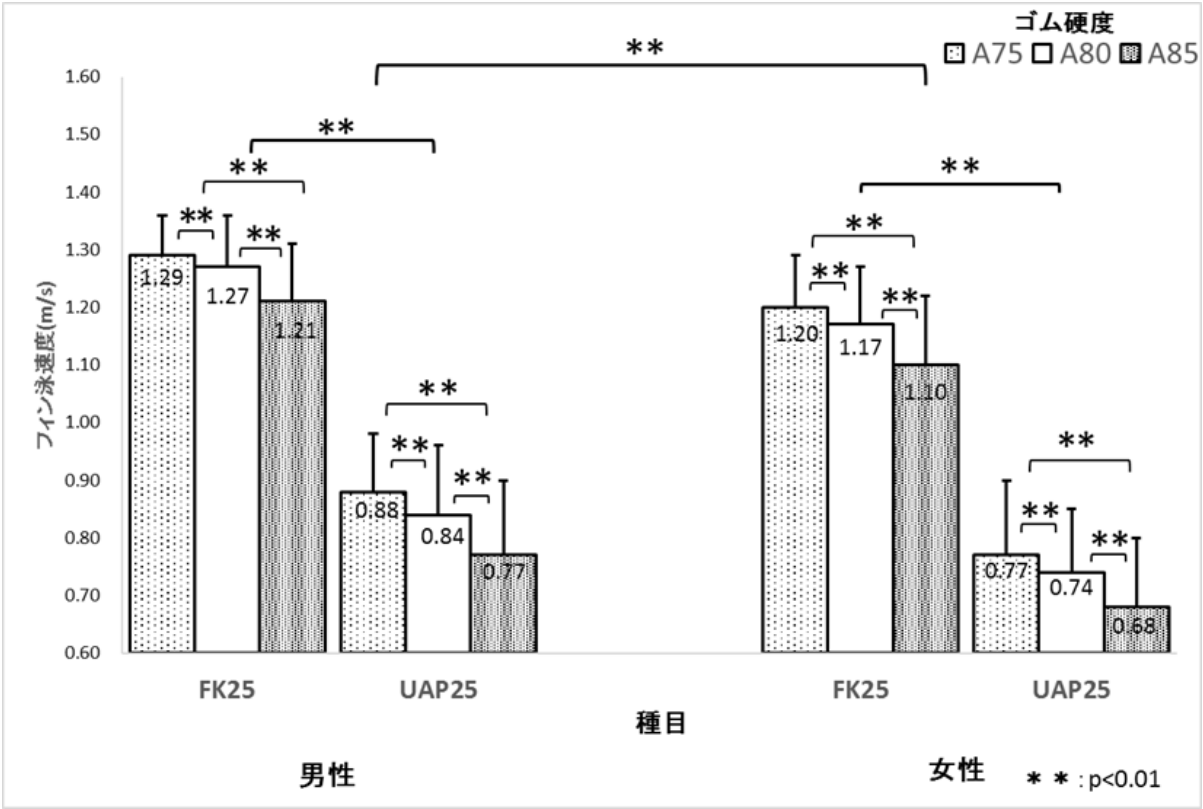

図 1　性別における種目（FK25,UAP25）、ゴム硬度別のフィン泳速度の比較（男性：n=139,女性：n=85）

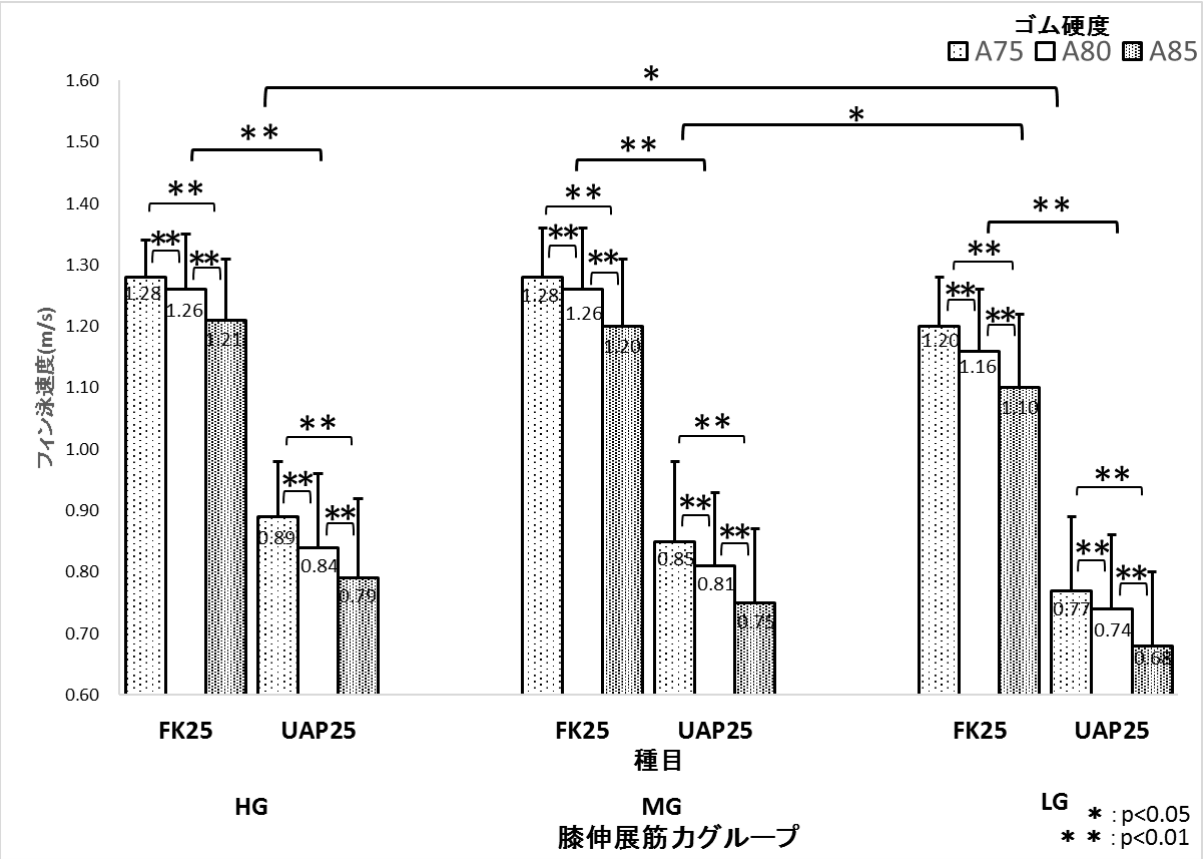

図 2　膝伸展筋力グループにおける種目（FK25,UAP25）、ゴム硬度別のフィン泳速度の比較（HG:n=74,MG:n=76,LG:n=74）

表 4　多元配置分散分析結果（種目：FK25 及び FK100）

（性別、膝伸展筋力グループ、種目（FK25,FK100）、ゴム硬度）（n=122）

要因	分散分析				多重比較検定
	df	F	p	偏η2	
（被験者間要因）					
性別	1	4.67	0.03*	0.04	男性>女性
膝伸展筋力グループ	2	4.23	0.02*	0.07	HG>LG
性別×膝伸展筋力グループ	2	1.15	0.32	0.19	
誤差	116	(0.03)			
（被験者内要因）					
種目	1	727.03	<0.01**	0.86	FK25>FK100
種目×性別	1	2.01	0.15	0.02	
種目×膝伸展筋力グループ	2	1.97	0.15	0.03	
種目×性別×膝伸展筋力グループ	2	1.21	0.30	0.02	
誤差	116	(0.01)			
ゴム硬度	2	85.00	<0.01**	0.42	A75>A80>A85
ゴム硬度×性別	2	0.02	0.98	0.00	
ゴム硬度×膝伸展筋力グループ	4	0.62	0.65	0.01	
ゴム硬度×性別×膝伸展筋力グループ	4	0.97	0.43	0.02	
誤差	232	(0.00)			
種目×ゴム硬度	2	1.37	0.26	0.01	
種目×ゴム硬度×性別	2	1.50	0.23	0.01	
種目×ゴム硬度×膝伸展筋力グループ	4	0.20	0.94	0.00	
種目×ゴム硬度×性別×膝伸展筋力グループ	4	0.71	0.59	0.01	
誤差	232	(0.00)			

*:p<0.05　**:p<0.01

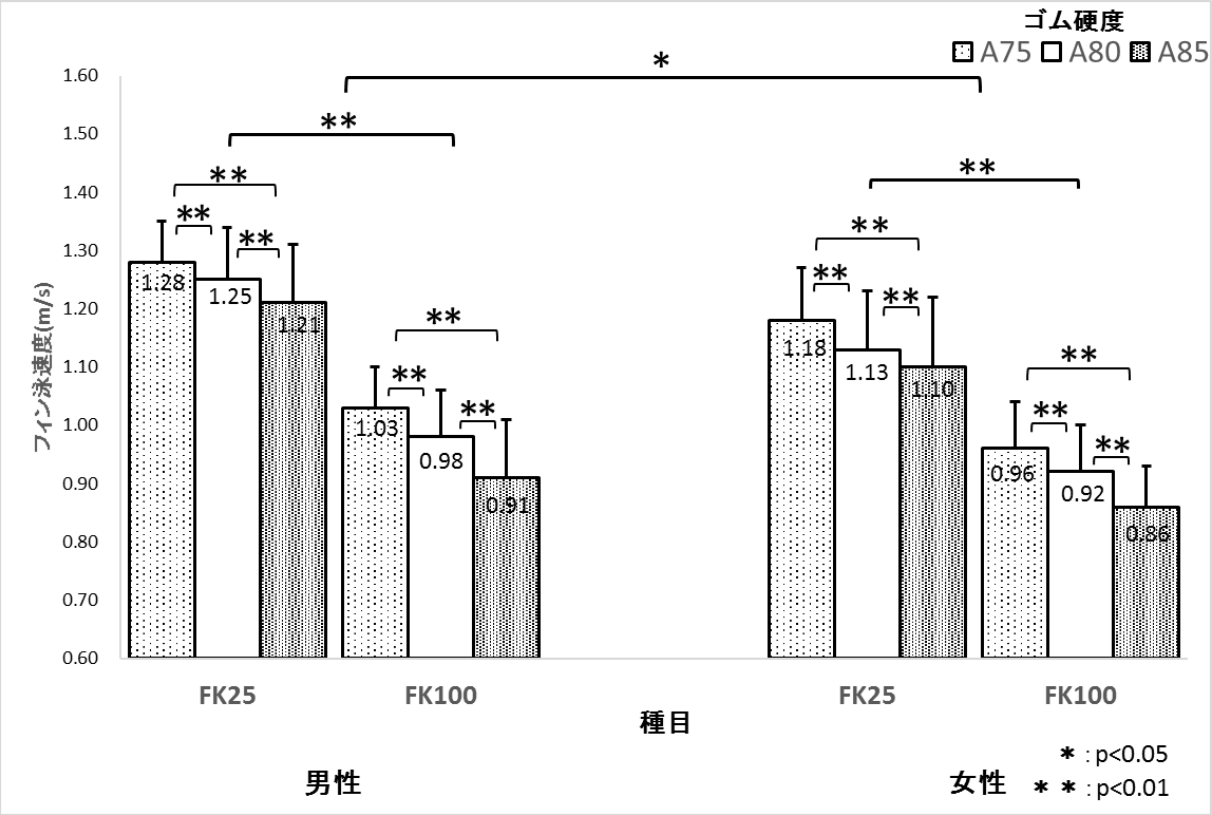

図 3　性別における種目（FK25,FK100）、ゴム硬度別のフィン泳速度の比較（男性:n=74,女性:n=48）

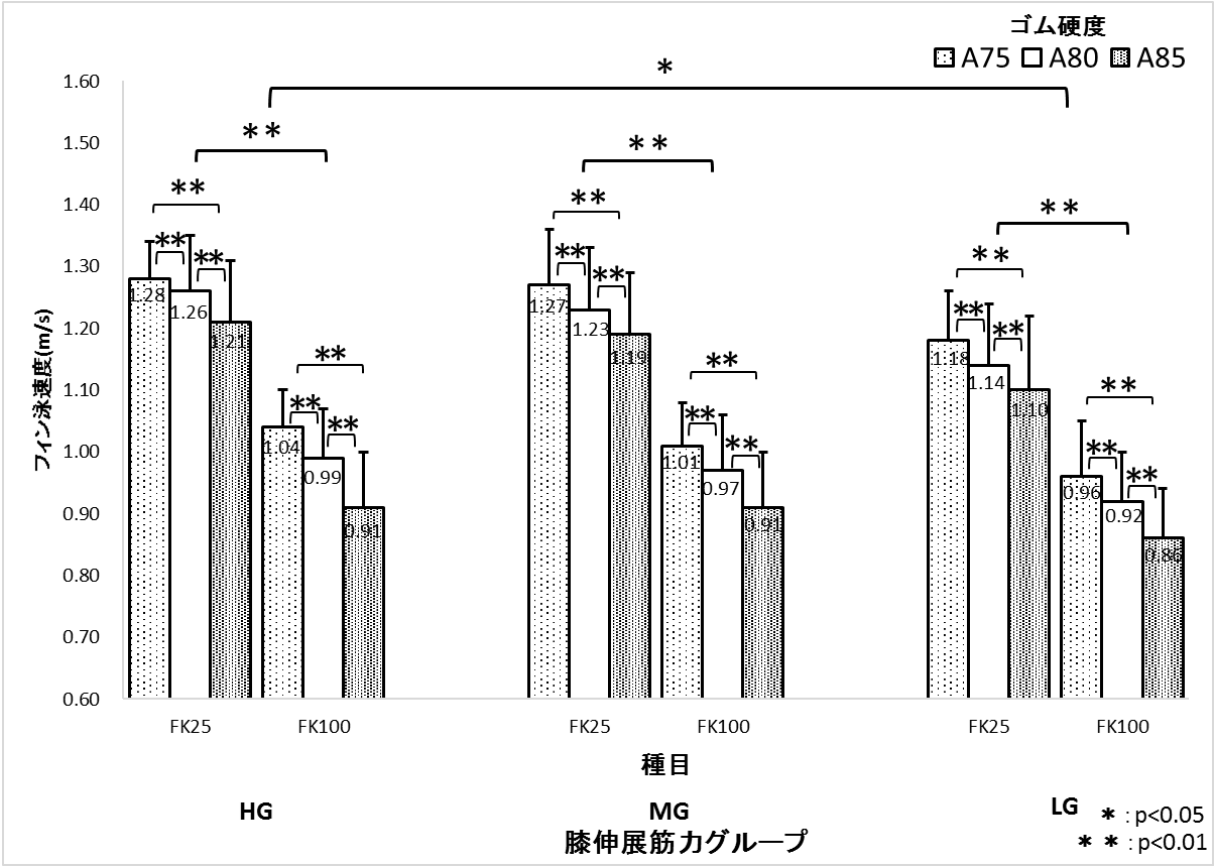

図 4　膝伸展筋力グループにおける種目（FK25,FK100）、ゴム硬度別のフィン泳速度の比較（HG:n=42,MG:n=35,LG:n=45）

第 3 章

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

第 3 章　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

1．目的

本研究では、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検討することにより、スノーケリングで用いる足ヒレ（フィン）を選択する基準について明らかにすることを目的とする。

2．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。

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 [1)]。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るものではなかった。

なお、協力者には研究の目的、内容、危険性、個人情報の保護、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 N 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 THE1○1 プール（25m×13m×水深 1.2～1.5m）であった。プールの水温は 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。

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（以下 FK と略

記）（写真 5）とした。

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ィン泳をそれぞれ 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。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、椅坐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。

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。

3．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)。

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）。

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）。

FK100 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）=0.67, 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）、膝伸展筋力グループ（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。膝伸展筋力グループでは 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 4）（図 3,4）。

FK200 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（4,56）=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）、膝伸展筋力グループ（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 5）（図 5,6）。

4．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、膝伸展筋力グループと 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、膝伸展筋力グループ、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、膝伸展筋力グループ、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 [2)]。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 [3)]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展筋力値は、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[4]や、大下ら[5][6]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[7]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[4]や、大下ら[5][6]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[8]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[4]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[8]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ダ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。

5．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ついて明らかにすることであった。

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。

第 3 章　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)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.)

3)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):1217-1222,2005.

4)Pendergast D.R.,Mollendorf J.,Logue C.&Samimy S.:Evaluation of fins used in underwater swimming.Undersea Hyperb Med,30(1):69,2013.

5)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ーフィンスイミング・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ー.九州共立大学紀要,九州共立大学,2(2):88,2013.

6)大下和茂,ロスみさき,矢野澄雄,樫本俊兵,高橋康輝,川上雅之:50m サーフィスにおける Waving 頻度,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.

7)Zamparo,P.,Pendergast,D.R.,Termin,B.,Minetti,A,E.:Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness.Eur.J.of Appl.hysiol.96,459-470,2006.

8)Abraldes,J.A.,Soares,S.,Lima,A.B.,Fernandes,R.J.,Vilas-Boas,J.P.:The effect of fin use on the speed of lifesaving rescues.International Journal Aquatic Research and Education,1.1(4):329-340,2007.

図表

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 スーパーミュー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）

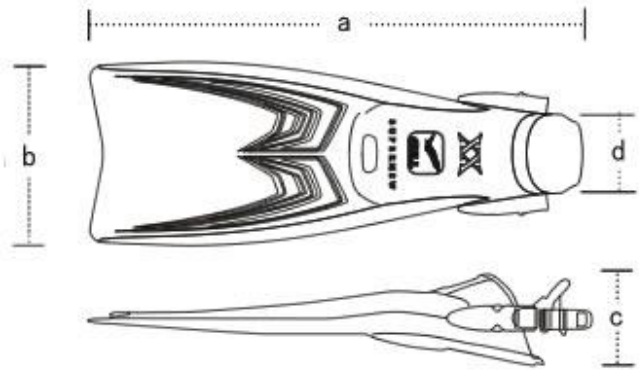

写真 4　フィンの形状(a560×b200×c100×d90mm)

写真 5　フラッターキック（FK）

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））

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 合計(n=40)		女性 合計(n=35)		全体 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(kgf)	51.0	±14.1	33.7	±7.4	42.9	±14.3

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±0.06	1.27±0.10	1.09±0.07	1.08±0.08	1.00±0.08	0.97±0.07	0.97±0.08	0.91±0.06
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

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	偏η2	
（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	
誤差	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	
誤差	70	(0.00)			

*:p<0.05　**:p<0.01

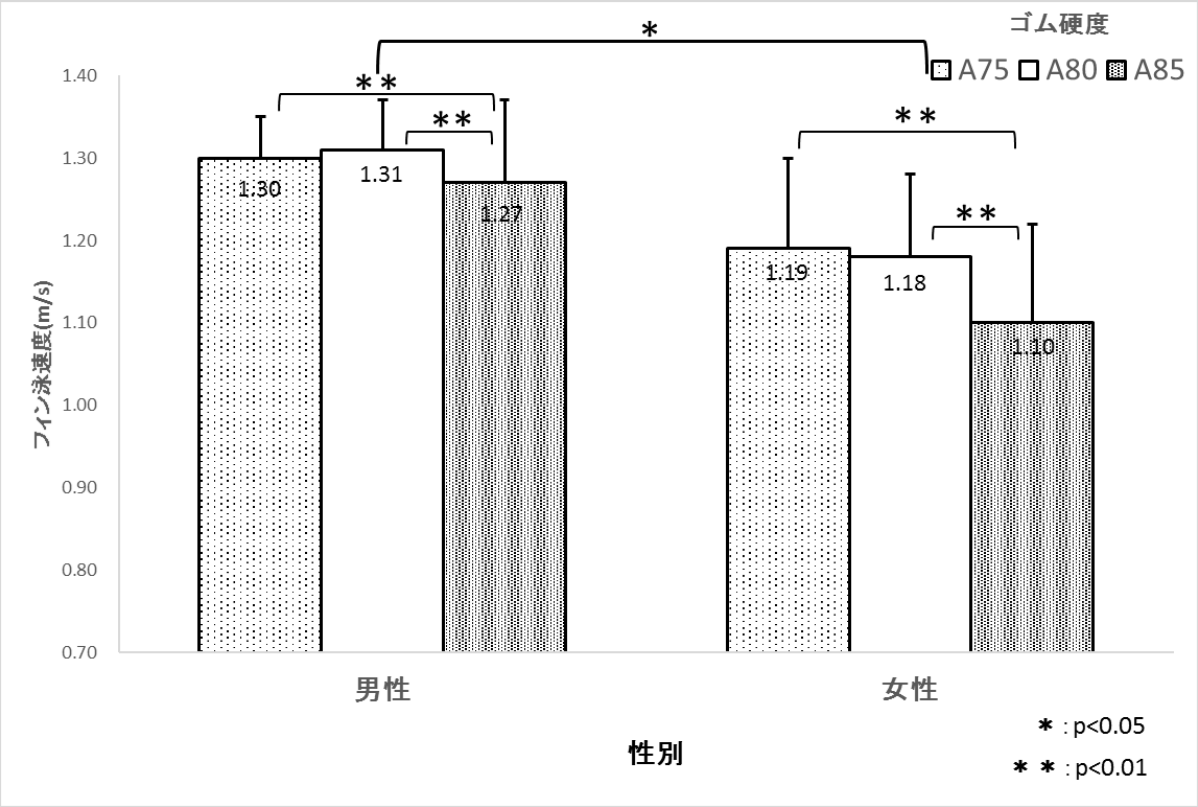

図 1　FK25 の性別におけるゴム硬度別フィン泳速度の比較（男性:n=23,女性:n=18）

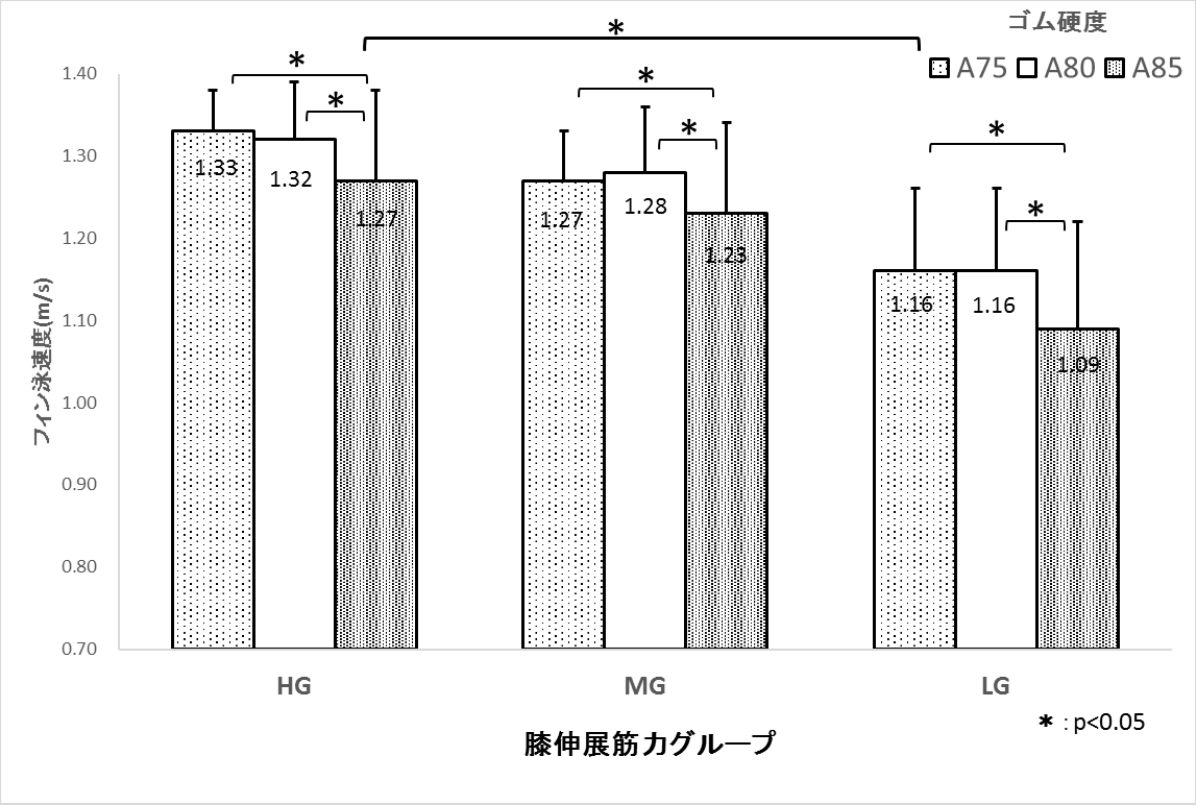

図 2　FK25 の膝伸展筋力グループにおけるゴム硬度別フィン泳速度の比較

（HG:n=14,MG:n=13,LG:n=14）

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	偏η2	
（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	
誤差	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	
誤差	70	(0.00)			

**:p<0.01

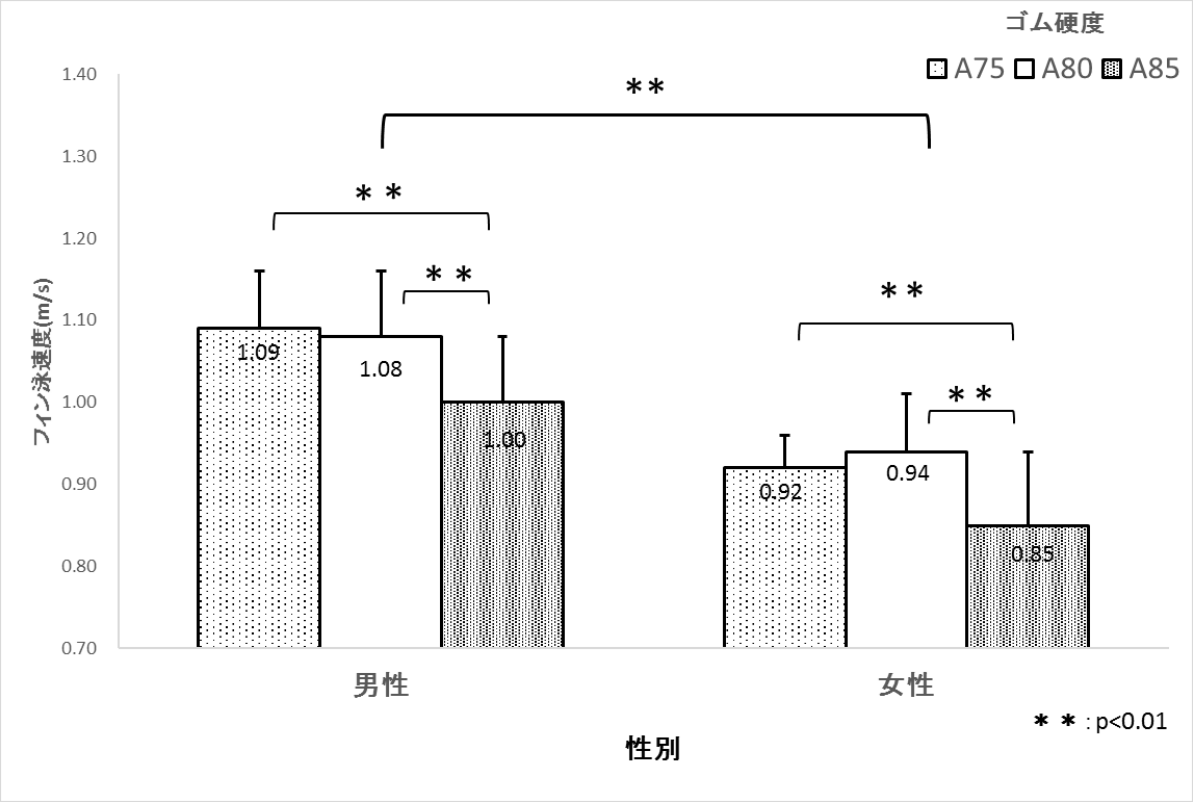

図 3　FK100 の性別におけるゴム硬度別フィン泳速度の比較（男性:n=23,女性:n=18）

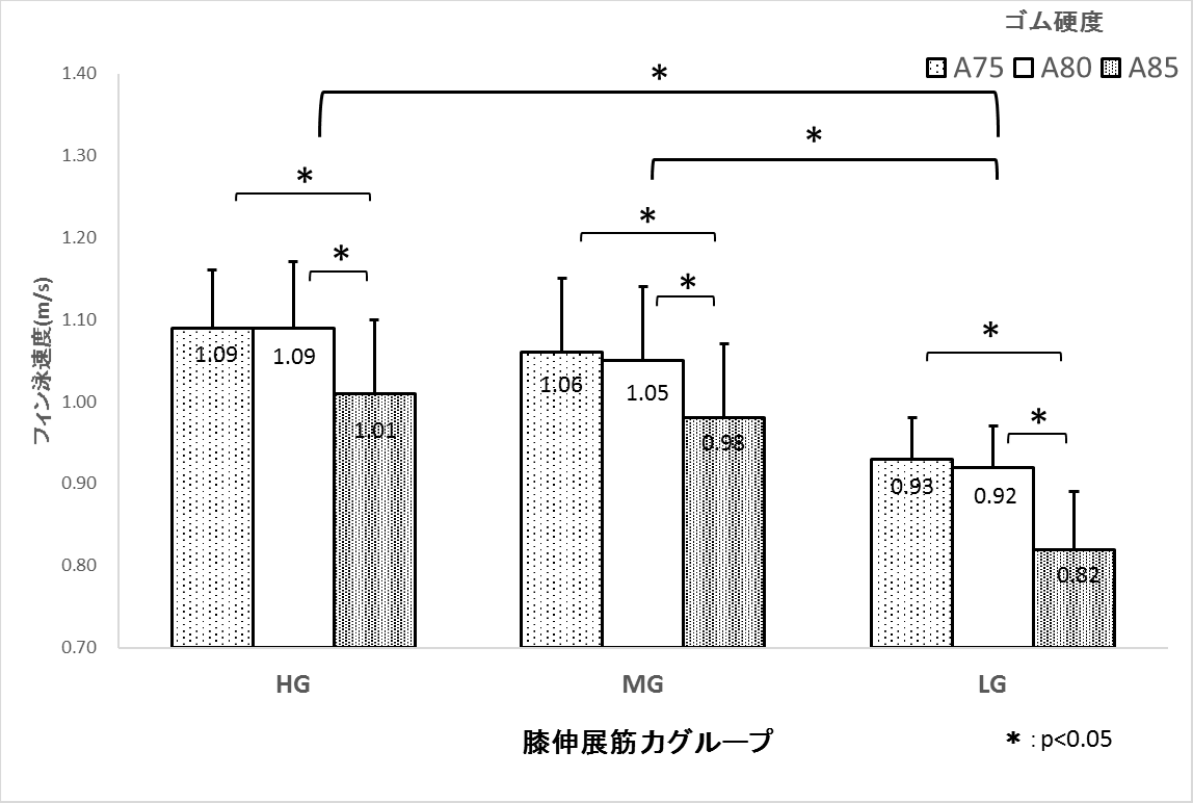

図 4　FK100 の膝伸展筋力グループにおけるゴム硬度別フィン泳速度の比較（HG:n=14,MG:n=13,LG:n=14）

表 5　FK200 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=34）

要因	分散分析				多重比較検定
	df	F	p	偏η2	
（被験者間要因）					
性別	1	7.56	0.01*	0.21	男性>女性
膝伸展筋力グループ	2	5.64	0.01*	0.29	HG>LG
性別×膝伸展筋力グループ	2	0.50	0.61	0.04	
誤差	28	(0.01)			
（被験者内要因）					
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×膝伸展筋力グループ	4	0.55	0.70	0.04	
ゴム硬度×性別×膝伸展筋力グループ	4	1.40	0.25	0.09	
誤差	56	(0.00)			

*:p<0.05　**:p<0.01

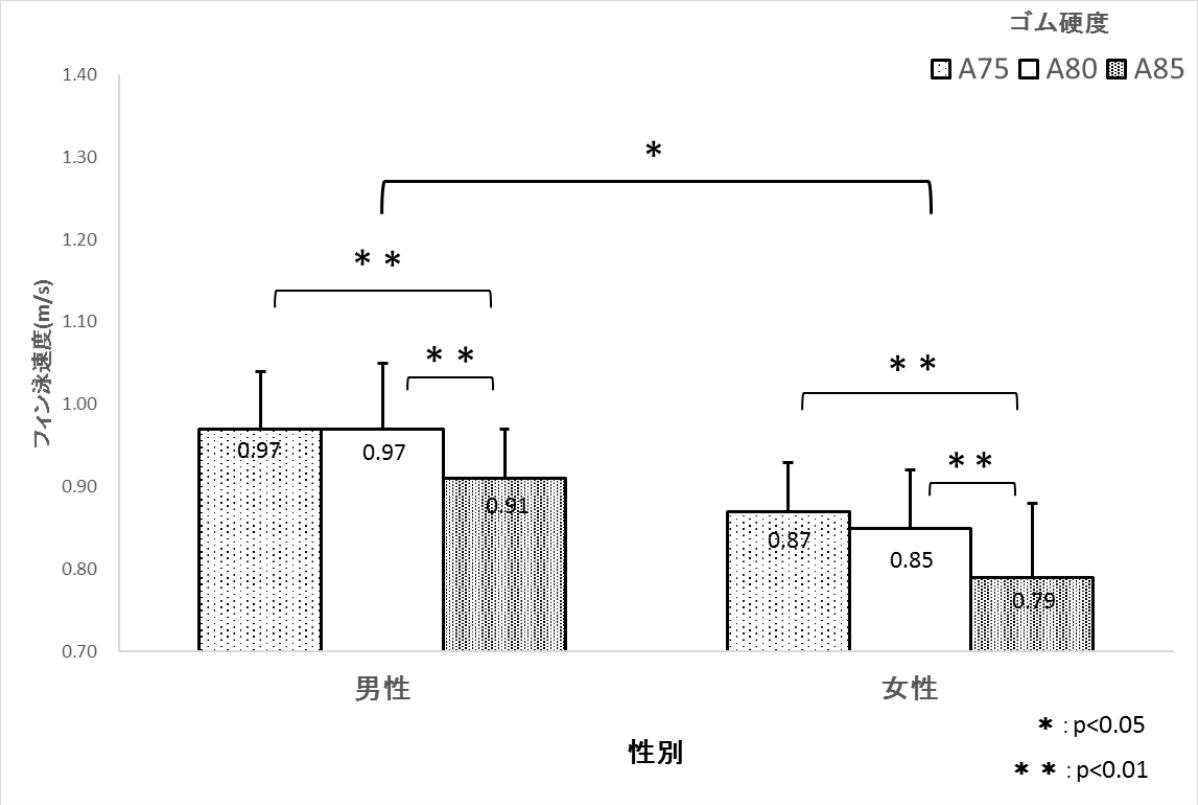

図 5　FK200 の性別におけるゴム硬度別フィン泳速度の比較（男性:n=17,女性:n=17）

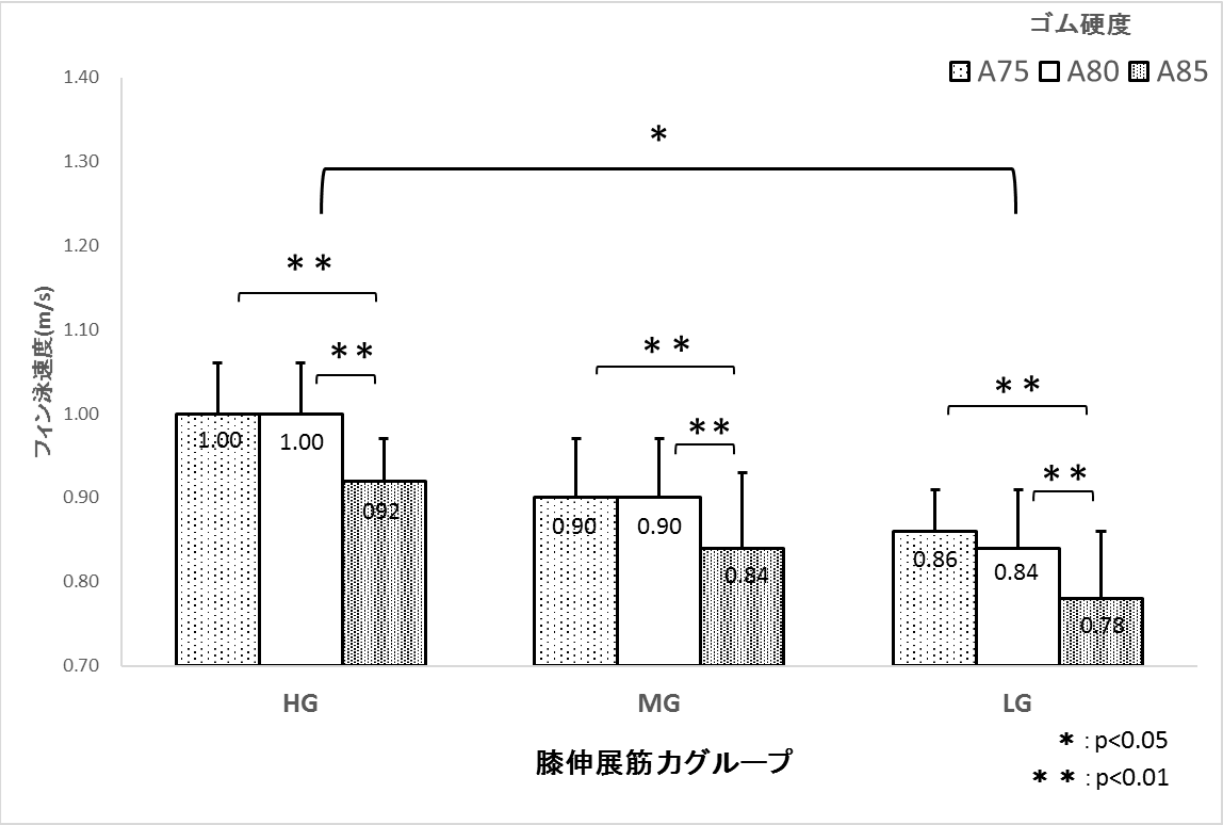

図 6　FK200 の膝伸展筋力グループにおけるゴム硬度別フィン泳速度の比較（HG:n=11,MG:n=12,LG:n=11）

第 4 章

競技者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係

第 4 章　競技者におけるフィンの硬度とフィン泳速度の関係

1．目的

本研究では、競技者を対象としてフィンの硬度と水面におけるフィン泳速度の関係について、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の基準となるフィンの硬度について明らかにすることを目的とする。

2．方法

1)協力者

本研究における協力者は、2019 年 6 月 N 大学フィンスイミングクラブの、トレーニングに参加した競技者 27 名（男性 11 名,女性 16 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。（19.6±0.7 歳，身長 164.7±8.1 cm，体重 60.6±8.3 kg）

協力者の技能レベルは、N 水中スポーツ連盟 2019 年度日本選手権参加標準記録をクリアした者及びマスターフィンスイマー資格取得者であった。この日本選手権参加標準記録は、CMAS ビーフィン種目 50m の記録（男子 26.10 秒，女子 30.70 秒）であった[1)]。マスターフィンスイマーの資格技能検定基準は、記録を問わずモノフィンとスノーケルを着用してサーフィス 50m とモノフィンを着用してアプニア 25m[2) 3)]を泳ぐこと。また活動範囲は、安全管理されたプール（ダイビングプール等深いプールを除く）において体験講習会を開催できる[3)]。そして上記の泳速度に関する基準をクリアしており、フィンスイミングの基本的な技術と知識を習得した者[4)]であった。

なお、協力者には研究の目的、内容、危険性、個人情報の保護、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N大学倫理委員会の承認を得て実施された（承認番号第019-H054号）。

2)測定場所

フィン泳速度の測定場所は、N大学多目的プール（25m×15m,7コース×水深1.3m）であった。プールの水温は30℃、室温は32℃であった。膝伸展筋力は、学内の教室で測定を行った。

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。

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（以下 FK と略記）（写真 5）とした。種目は、FK において 25m（以下 FK25 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 を最大努力によるフィン泳をそれぞれ 2 回ずつ行い、速い方の記録を測定値とした。測定距離（25m）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 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。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、椅坐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。

6)分析と統計処理

FK25 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。

3．結果

協力者の身体的特徴と膝伸展筋力値は、男性（11 名）では年齢 19.9±0.8 歳、身長 172.2±4.6cm、体重 67.7±9.0kg、膝伸展筋力 54.5±16.8kgf、女性（16 名）では年齢 19.3±0.5 歳、身長 159.6±5.5cm、体重 55.8±4.1kg、膝伸展筋力 35.7±7.8kgf、協力者全体（27 名）としては年齢 19.6±0.7 歳、身長 164.7±8.1cm、体重 60.6±8.3kg、膝伸展筋力 43.4±15.3kgf であった（表 1)。

協力者の平均フィン泳速度は、F25 においては A75（1.32±0.09m/s)、A80（1.32±0.10m/s)、A85（1.33±0.11m/s）であった（表 2)。

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、ゴム硬度×性別の要因に有意な 1 次の交互作用が認められた（F（2,42）=5.98, $p<0.05$）ため、単純主効果の検定と多重比較検定を行った。その結果、男性においてゴム硬度に関する有意な単純主効果が認められ、多重比較検定では A85 が A80 及び A75 の記録より有意に速い値を示した。女性においてゴム硬度に関する有意な単純主効果は認められなかった（表 3)（図

1)。

4．考察

本研究の目的は、競技者を対象としてフィンの硬度と水面におけるフィン泳速度の関係について、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の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。

多元配置分散分析の結果、ゴム硬度×性別の要因に有意な 1 次の交互作用が認められたため、単純主効果の検定と多重比較検定を行った。その結果、男性においてゴム硬度に関する有意な単純主効果が認められ、多重比較検定では A85 が A80 及び A75 の記録より有意に速い値を示した。女性においてゴム硬度に関する有意な単純主効果は認められなかった。

この結果は、男性において、Zamparo ら[5]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同様であった。また Pendergast ら[6]がプロのダイバーらを対象として、大下ら[7][8]がエリート選手（世界選手権出場者）を対象に測定を行い、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た内容とも共通している。本研究の協力者は、日本選手権参加標準記録クリアした者であり、競技レベルに違いあるがフィンスイマーとしての日頃からのトレーニングがフィン泳速度に影響したと考えられる。これまで一般的に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、本研究対象者の競技者のようにトレーニングされていることが条件となる可能性がある。

本研究の結果は、女性において、Abraldes ら[9]の協力者の女性水泳選手において、硬くもなく柔らかくもなく中間のフィンの硬度が最も速いスピードであったと報告している内容と異なっていた。また Pendergast ら[10]の協力者の一

般女性ダイバーにおいて、柔らかいフィンの硬度が最も速いスピードであったと報告している内容とも異なっていた。春日ら[11]は、競技力の優れる男性選手は、競技力の優れる女性選手に比べ、水泳パフォーマンスに対する筋パワーや筋持久力の影響が大きいことを示唆している。また筋の柔らかさは競技力の優れる女性選手が劣る女性選手よりも水泳パフォーマンスに強い影響を及ぼすという結果を示している。本研究における女性の協力者に対して、筋の柔らかさの測定はしていないが、筋の柔らかさについて優れている者と劣っている者が混在していた可能性がある。また、筋パワーや筋の柔らかさにおける要因が影響して、泳速度において差異が無かったと推測できる。

各要因の結果を総合的に考察すると競技者を対象としたフィン泳におけるフィンの硬度について、より速く泳ぐためには男性においてゴム硬度 A85（最も硬い）が適していることが示唆された。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、フィン泳のタイムが速いと述べた先行研究の結果を、男性に限ってはであるが支持するものであった。本研究対象者の男性においては日頃からフィン泳において速く泳ぐためのトレーニングを実施しており、硬いフィンを使いこなせる脚力と技術を有していることが推測できる。また、女性ではゴム硬度 3 種類のタイムに有意な差が認められなかったため、いずれのゴム硬度のフィンを選択してもフィン泳速度に差異が無いと考えられた。

5．結論

本研究の目的は、競技者を対象としてフィンの硬度と水面におけるフィン泳速度の関係について、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の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。

協力者 27 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）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 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、性別×ゴム硬度の要因に有意な 1 次の交互作用が認められたため、単純主効果の検定と多重比較検定を行った。その結果、男性においてゴム硬度に関する有意な単純主効果が認められ、多重比較検定では A85 が A80 及び A75 の記録より有意に速い値を示した。

フィン泳速度からみると、競技者の男性おいては膝伸展筋力に関わらず、ゴム硬度 A85 のフィンを選択することが望ましいと示唆された。

第 4 章　引用文献

1)一般社団法人日本水中スポーツ連盟:第 31 回フィンスイミング日本選手権大会要項. https://jusf.gr.jp/wp/wp-content/uploads/2019/03/（参照日：2019 年 10 月 16 日）

2)特定非営利活動法人日本水中スポーツ連盟:インストラクターのためのマスターフィンスイマー認定講習の手引き.特定非営利活動法人日本水中スポーツ連盟,東京,pp1-2,1999.

3)特定非営利活動法人日本水中スポーツ連盟:個人会員規程.日本水中スポーツ連盟,東京,p9,1997.

4)特定非営利活動法人日本水中スポーツ連盟:フィンスイミング入門.日本水中スポーツ連盟,東京,p12,2002.

5)Zamparo,P.,Pendergast,D. R., Termin,B.,Minetti,A,E.:Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness.Eur.J.of Appl.hysiol.96,459-470,2006.

6)Pendergast D.R.,Mollendorf J.,Logue C.&Samimy S.: Evaluation of fins used in underwater swimming.Undersea Hyperb Med,30(1):69,2013.

7)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ーフィンスイミング・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ー.九州共立大学紀要,九州共立大学,2(2):88,2013.

8)大下和茂,ロスみさき,矢野澄雄,樫本俊兵,高橋康輝,川上雅之:50m サーフィスにおける Waving 頻度,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.

9)Abraldes,J.A.:Estudio de la efectividad de la aleta en función del tipo de prueba en distancia de 25 metros.Buceo,nado y remolque,Actividades

acuáticas y soco-rrismo professional,4ºcongreso de salvamento y socorrismo,341-349, 2005.

10)Pendergast D.R.,Mollendorf J.,Logue C.&Samimy S.:Underwater fin swimming in women with reference to fin selection.Undersea Hyperb Med,30(1):75-85,2003.

11)春日晃章,出村慎一,浪越信夫,吉村豊,鶴峯治,田口正公,郷司文男,佐藤進:水泳パフォーマンスに関与する身体的要因の性差及び競技力差について,サーキュラー,日本体育測定評価学会,58:71-81,1997.

図表

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 スーパーミュー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）

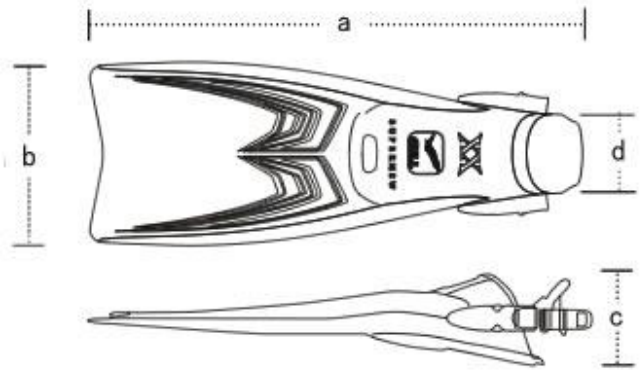

写真 4　フィンの形状(a560×b200×c100×d90mm)

写真 5　フラッターキック（FK）

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））

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 合計(n=10)		女性 合計(n=16)		全体 総合計(n=27)	
	M	SD	M	SD	M	SD
年齢(歳)	19.9	±0.8	19.3	±0.5	19.6	±0.7
身長(cm)	172.2	±5.9	159.6	±5.5	164.7	±8.1
体重(kg)	67.7	±7.1	55.8	±4.1	60.6	±8.3
膝伸展筋力(kgf)	54.5	±11.1	35.7	±7.8	43.4	±15.3

表 2　フィン泳速度の平均値（平均値±標準偏差）

	FK25 (n=27(男性11,女性16))		
	A75(m/s)	A80(m/s)	A85(m/s)
全体	1.32±0.09	1.32±0.10	1.33±0.11
男性	1.38±0.93	1.39±0.11	1.42±0.10
女性	1.28±0.06	1.27±0.06	1.27±0.06

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=27）

要因	分散分析				多重比較検定
	df	F	p	偏η2	
（被験者間要因）					
性別	1	5.07	0.04*	0.20	男性>女性
膝伸展筋力グループ	2	5.49	0.01*	0.34	HG>LG
性別×膝伸展筋力グループ	2	0.32	0.67	0.03	
誤差	21	(0.01)			
（被験者内要因）					
ゴム硬度	2	5.17	0.01*	0.20	A85>A80,A75
ゴム硬度×性別	2	5.98	0.01*	0.22	男性:A85>A80,A75
ゴム硬度×膝伸展筋力グループ	4	0.44	0.78	0.01	
ゴム硬度×性別×膝伸展筋力グループ	4	0.86	0.50	0.02	
誤差	42	(0.00)			

*:p<0.05

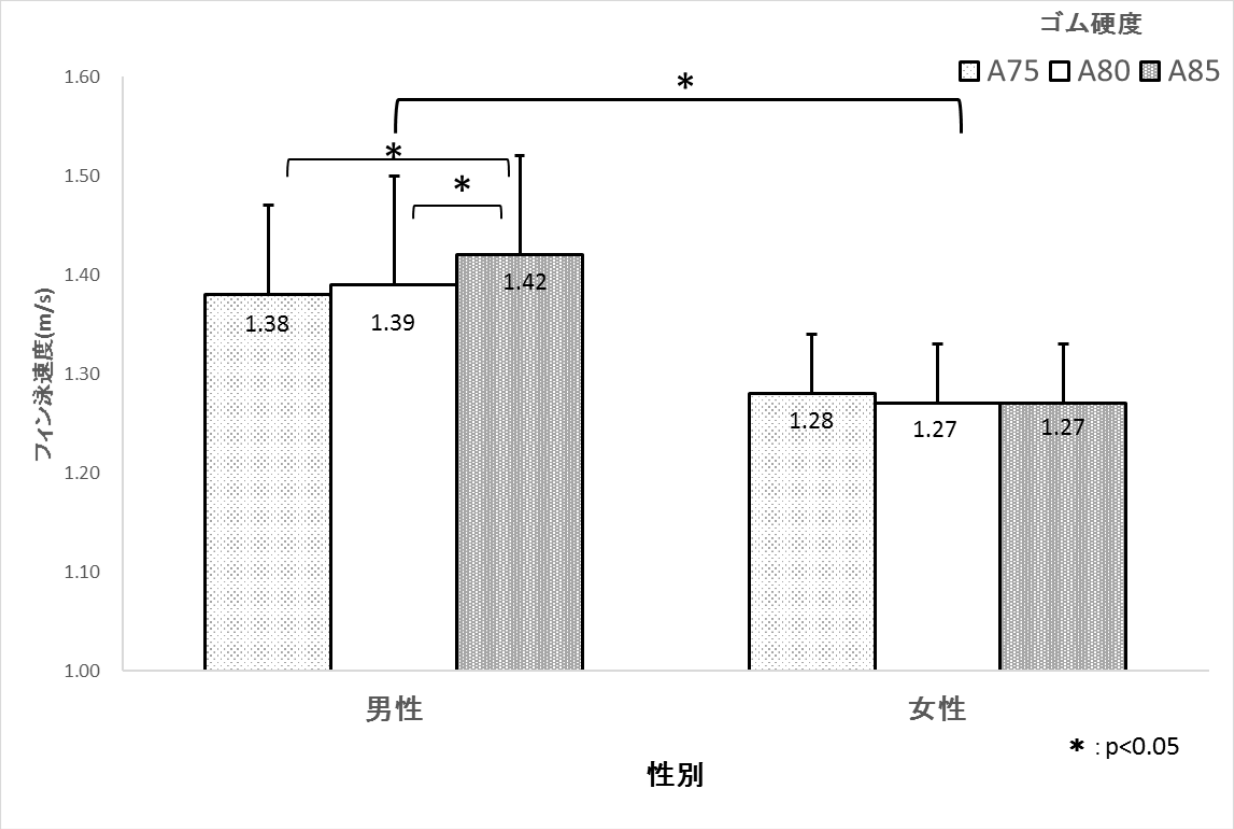

図 1　FK25 の性別におけるゴム硬度別フィン泳速度の比較（男性:n=11,女性:n=16）

第 5 章

総合考察

第 5 章　総合考察

1．本論文のまとめ

本論文の目的は、スノーケリングにおける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考えられる膝伸展筋力を含めて検討することにより、3 つの対象者（初級者、指導者、競技者）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。

第 2 章ではスノーケリング初級者を対象に泳法と距離を組み合わせた種目（FK25, FK100, UAP25）とフィンの素材としてゴム硬度 3 種類（A75, A80, A85）におけるフィン泳速度の記録と膝伸展筋力を測定し比較検討した。その結果、初級者が速く泳ぐには柔らかいフィンを選択するのが良いと望月[1]が述べたことを支持するものであった。また Pendergast ら[2]が一般女性ダイバーを対象とした研究において、柔らかいフィンが最も良いパフォーマンスであったと報告した内容とも共通していた。初級者レベルのスノーケラーは、性別、膝伸展筋力、泳法、泳距離に関わらず、フィン泳速度の速さからみると、柔らかくゴムのしなりが大きいゴム硬度 A75 のフィンを選択することが望ましいと示唆された。

第 3 章ではスノーケリング指導者を対象に異なる距離（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。各要因における交互作用は認められなかったため、主効果の検定を行ったところ、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。

本研究の結果は Pendergast ら[3]や、大下ら[4][5]によるインストラクターやエ

リート選手を対象とした研究結果における「脚力が高い場合は記録が速い」と述べた内容と同様であり、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。しかし、大学生水泳選手を指標とした Zamparo ら[6]、ライフガードを対象とした Abraldes ら[7]の研究結果にも示されている、柔らかいフィンより硬いフィンの方が高い泳速度に繋がると述べた結果とは異なっていた。硬いフィンを使用した方の泳速度が速いことについては、よくトレーニングを実施している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の熟練者を対象とした場合に限る可能性がある。本研究の協力者であるスノーケリング指導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た。本研究の対象とした指導者レベルのスノーケラーでは性別、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。

第 4 章では競技者を対象に FK25 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、ゴム硬度×性別の要因に有意な 1 次の交互作用が認められたため、単純主効果の検定と多重比較検定を行った。その結果、男性においてゴム硬度に関する有意な単純主効果が認められ、多重比較検定では A85 が A80 及び A70 のフィン泳速度より有意に速い値を示した。これは Zamparo ら[6]が大学生水泳選手、Abraldes ら[7]がライフガードを対象とした研究において述べられている、柔らかいフィンより硬いフィンの方が高い泳速度に繋がると述べた結果を支持するものであった。

フィン泳速度からみると、競技者の男性おいては膝伸展筋力に関わらず、ゴ

ム硬度 A85（最も硬い）のフィンを選択することが望ましいと示唆された。

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やスノーケリング指導者において最も柔らかい A75 及び A80 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異なるものであった。

本論文は、技能レベルの異なる 3 つの対象者（初級者、指導者、競技者）の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た多元配置分散分析をし､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検討した。

本研究の協力者は、初級者 224 名（男性 139 名、女性 85 名）、指導者 41 名（男性 23 名、女性 18 名）、競技者 27 名（男性 11 名、女性 16 名）の合計 292 名（男性 173 名、女性 119 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。また、初級者、指導者、競技者の FK25 におけるフィン泳速度の平均値については表 2 に示したとおりである。

まず身体的特徴、膝伸展筋力について検討すると、本研究の協力者における平均年齢、身長、体重（初級者：男性 19.8 歳、女性 19.7 歳、指導者：男性 35.7 歳、女性 29.3 歳、競技者：男性 19.9 歳、女性 19.3 歳）相当の身体的特徴の関連として、厚生労働省 [8]は男性（20 名）19 歳では、身長 174.0±5.1cm、体重 64.3±8.0kg、女性（15 名）では、身長 156.6±6.0cm、体重 51.2±7.7kg、35 歳男性（268 名）では、身長 172.1±6.1cm、体重 71.3±12.0kg、29 歳女性（186 名）では、身長 158.7±5.7cm、体重 53.0±8.8kg と報告している。本研究の協力者における年齢相当の身長、体重の平均値差は、初級者（男性 19 歳：身長－2.4cm，体重＋1.3kg、女性 19 歳：身長＋4.6cm，体重＋4.5kg)、指導者（男性 35 歳：身長＋0.6cm，体重－2.5kg、女性 29 歳：身長＋0.4cm，体重＋2.3kg)、競技者（男性 19 歳：身長－1.8cm，体重－1.6kg、女性 19 歳：身長＋3.0cm，体重＋4.6kg）であった。身長、体重の範囲差は、男性全体（＋0.6～－2.4cm，

＋1.3～－2.5kg)、女性全体（＋4.6～＋0.4cm，＋4.6～＋2.3kg）であった。

膝伸展筋力値については、体重当たりの膝関節伸展筋力である体重支持指数（Weight Bearing Index：以下 WBI と略記）を参考にすると、健常なスポーツ選手の WBI は 1.0 kg/kg であることが報告されている[9]。また、黄川[10]によると WBI の値は、0.6 以上で日常生活動作において支障なく生活を送ることが可能なレベル、0.8 以上でレクリエーションスポーツ活動が可能なレベル、1.0 以上で競技スポーツ参加可能レベルと報告している。三好ら[11]は健常男子学生（平均年齢 20.6±1.3 歳，平均身長 171.5±4.5 cm，平均体重 61.9±6.3 kg）11 名を対象として膝伸展筋力を測定し、WBI 平均値が右脚 1.2±0.1，左脚 1.1±0.1 と報告している。本研究の協力者における WBI 平均値は、初級者男性 0.8±0.2、女性 0.6±0.1、指導者男性 0.7±0.2、女性 0.6±0.1、競技者男性 0.8±0.2、女性 0.6±0.1（表 3）であり、レクリエーションスポーツ参加可能および日常生活可能なレベルの膝伸展筋力に位置している。

次に FK25 におけるフィン泳速度と膝伸展筋力の関係を検討するために Pearson の相関係数を用いて（相関係数±0.2 未満はほとんど相関関係なし、±0.2 以上±0.4 未満は低い相関関係、±0.4 以上±0.7 未満は中程度の相関関係、±0.7 以上は高い相関関係[12]）検討した。その結果、フィン泳速度と膝伸展筋力との間には、初級者の女性（A75，A80，A85）において、有意な中程度もしくは低い正の相関関係が認められた。指導者の男性（A75，A80)、女性（A75）において，有意な中程度の正の相関関係が認められた。競技者の男性（A75，A80，A85)、女性（A75，A80，A85）において、有意な高いもしくは中程度の正の相関関係が認められた。一方、初級者の男性（A75，A80，A85)、指導者の女性（A85）には有意な相関関係が認められなかった（表 4)。男性競技者に有意な正の高い相関が認められたのに対して、男性初級者には有意な相関関係が認められなかった。このことは、男性初級者において膝伸展筋力がフィン泳速

度にフィン泳速度に反映されていないことを示すものである。

本研究における総合的な分析として、初級者、指導者、競技者の測定において共通の種目であった FK25 におけるフィン泳速度について技能レベル（初級者,指導者,競技者）、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（技能レベル：対応なし・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、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。

FK25 におけるフィン泳速度について、技能レベル、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、ゴム硬度×技能レベルの要因に有意な 1 次の交互作用が認められた（$F(4,548)=11.95$, $p<0.05$）ため、単純主効果の検定と多重比較検定を行った。その結果、初級者レベル及び指導者レベルにおいてゴム硬度に関する有意な単純主効果が認められ、多重比較検定では初級者レベルのゴム硬度は A75、A80、A85 の順に記録が有意に速い値を示した。そして指導者レベルのゴム硬度は A75 及び A80 が A85 の記録より有意に速い値を示した。またゴム硬度×性別の要因に有意な 1 次の交互作用が認められた（$F(2,548)=4.06$, $p<0.05$）ため、単純主効果の検定と多重比較検定を行った。その結果、女性においてゴム硬度に関する有意な単純主効果が認められ、多重比較検定では A75、A80、A85 の順に記録が有意に速い値を示した（表 5）（図 1）（図 2）。

協力者全体のフィン泳速度からみると、技能レベルにおいて競技者が初級者及び指導者より有意に速い値を示しており、初級者はゴム硬度 A75、指導者は

ゴム硬度 A75 及び A80、そして性別において女性はゴム硬度 A75 のフィンを選択することが望ましいと示唆された。

本研究では、これまでに説明されているフィン選択に関連する性別、技能レベル、脚力等の要因や泳法・泳距離といった要因を考慮に入れ、フィン泳速度を指標として、選択すべきフィンの硬度を検討した。初級者レベルでは、性別、膝伸展筋力、泳法、泳距離に関わらず、速く泳ぐことを目的とする場合には最も柔らかいゴム硬度 A75 のフィンを選択することが望ましいと示唆された。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、最も柔らかいゴム硬度 A75 及び中間の柔らかさの A80 のフィンを選択することが望ましいと示唆された。また、競技者の男性おいては膝伸展筋力に関わらず、最も硬いゴム硬度 A85 のフィンを選択することが望ましいと示唆された。

以上の結果から、スノーケリングにおけるフィンの選択については、技能レベル（習熟・経験レベル）が最も影響していると考えられ、最も硬い材質のフィンは男性競技者のみのフィン泳速度に影響することが示された。本研究で示された、最適なフィンの硬度は、市販されるフィンの材質と同様なものであり、より具体的なフィンの選択に利用できると考えられる。

2．今後の課題

今後の課題としては、水面上のスノーケリングだけではなく、水中において活動するスキンダ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ついて、フィンの素材や形状を含めて、様々な観点からの比較を行い、研究を積み重ねていく必要がある。

第 5 章　引用文献

1)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.

2)Pendergast D.R.,Mollendorf J.,Logue C.&Samimy S.:Underwater fin swimming in women with reference to fin selection.Undersea Hyperb Med,30(1):75-85,2003.

3)Pendergast D.R.,Mollendorf J.,Logue C.&Samimy S.: Evaluation of fins used in underwater swimming.Undersea Hyperb Med,30(1):69,2013.

4)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ーフィンスイミング・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ー.九州共立大学紀要,九州共立大学,2(2):88,2013.

5)大下和茂,ロスみさき,矢野澄雄,樫本俊兵,高橋康輝,川上雅之:50m サーフィスにおける Waving 頻度,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.

6)Zamparo,P.,Pendergast,D.R.,Termin,B.,Minetti,A,E.:Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness.Eur.J.of Appl.hysiol.96,459-470,2006.

7)Abraldes,J.A.,Soares,S.,Lima,A.B.,Fernandes,R.J.,Vilas-Boas,J.P.:The effect of fin use on the speed of lifesaving rescues.International Journal Aquatic Research and Education,1.1(4):329-340,2007.

8)厚生労働省:平成 30 年国民健康・栄養調査報告. 厚生労働省健康局健康課栄養指導室,東京,p108,2020.

9)山本利春,村永信吾:下肢筋力が簡便に推定可能な立ち上がり能力の評価.スポーツメディスン,14(5),東京,pp38-40,2002.

10)黄川昭雄:最新運動機能評価法-「G-理論」による WBI 評価法について.

Training Journal 1:92-97,1991.

11)三好圭,大平雅美,GOH Ah-Cheng,神應裕:健常者における仰臥位用および自転車エルゴメーターを用いて測定される筋活動の比較. 理学療法科学,31(6):829-833,2016.

12)出村愼一:健康・スポーツ科学のための SPSS による統計解析入門. 杏林書院,東京,p64,2013.

図表

表 1　協力者の身体的特徴と膝伸展筋力値

	男性		女性		全体	
初級者	合計(n=139)		合計(n=85)		総合計(n=224)	
	M	SD	M	SD	M	SD
年齢(歳)	19.8	±0.5	19.7	±0.7	19.8	±0.6
身長(cm)	171.6	±5.9	161.0	±6.0	167.6	±7.4
体重(kg)	65.5	±7.1	55.7	±6.0	61.8	±7.9
膝伸展筋力(kgf)	49.3	±11.1	35.1	±7.3	43.9	±12.0
指導者	合計(n=23)		合計(n=18)		総合計(n=41)	
	M	SD	M	SD	M	SD
年齢(歳)	35.7	±14.0	29.3	±13.4	32.9	±13.9
身長(cm)	172.7	±5.5	159.1	±4.1	166.7	±8.4
体重(kg)	68.8	±8.5	55.3	±4.4	62.9	±9.7
膝伸展筋力(kgf)	49.4	±12.3	34.3	±7.6	42.7	±12.8
競技者	合計(n=11)		合計(n=16)		総合計(n=27)	
	M	SD	M	SD	M	SD
年齢(歳)	19.9	±0.8	19.3	±0.5	19.6	±0.7
身長(cm)	172.2	±4.6	159.6	±5.5	164.7	±8.1
体重(kg)	62.7	±7.9	55.8	±4.1	60.6	±8.3
膝伸展筋力(kgf)	54.5	±16.8	35.7	±7.8	43.4	±15.3
協力者全体	合計(n=173)		合計(n=119)		総合計(n=292)	
	M	SD	M	SD	M	SD
年齢(歳)	21.9	±7.3	21.1	±6.2	21.6	±6.9
身長(cm)	171.8	±5.2	160.5	±5.4	167.2	±7.7
体重(kg)	66.1	±6.9	55.6	±5.5	61.8	±8.2
膝伸展筋力(kgf)	49.7	±11.6	35.0	±7.4	43.7	±7.1

表 2　FK25 におけるフィン泳速度の平均値（平均値±標準偏差）

	男性	女性	全体
初級者	合計(n=139) M±SD	合計(n=85) M±SD	総合計(n=224) M±SD
A75(m/s)	1.29±0.07	1.20±0.09	1.26±0.09
A80(m/s)	1.27±0.09	1.17±0.10	1.23±0.11
A85(m/s)	1.21±0.11	1.10±0.12	1.17±0.12
指導者	合計(n=23) M±SD	合計(n=18) M±SD	総合計(n=41) M±SD
A75(m/s)	1.30±0.05	1.19±0.11	1.25±0.10
A80(m/s)	1.31±0.06	1.18±0.10	1.25±0.11
A85(m/s)	1.27±0.10	1.10±0.12	1.20±0.14
競技者	合計(n=11) M±SD	合計(n=16) M±SD	総合計(n=27) M±SD
A75(m/s)	1.38±0.09	1.28±0.06	1.31±0.09
A80(m/s)	1.39±0.11	1.27±0.06	1.32±0.10
A85(m/s)	1.42±0.10	1.27±0.06	1.33±0.11
協力者全体	合計(n=173) M±SD	合計(n=119) M±SD	総合計(n=292) M±SD
A75(m/s)	1.30±0.07	1.21±0.09	1.26±0.09
A80(m/s)	1.29±0.09	1.18±0.10	1.24±0.11
A85(m/s)	1.23±0.12	1.12±0.12	1.19±0.13

表 3　協力者における WBI(膝伸展筋力 kgf/体重 kg)の平均値（平均値±標準偏差)、最大値、最小値

	男性	女性	全体
初級者	合計(n=139)	合計(n=85)	総合計(n=224)
平均値±標準偏差	0.8±0.2	0.6±0.1	0.7±0.2
最大値	1.2	1.1	1.2
最小値	0.4	0.4	0.4
指導者	合計(n=23)	合計(n=18)	総合計(n=41)
平均値±標準偏差	0.7±0.2	0.6±0.1	0.7±0.2
最大値	1.1	0.9	1.1
最小値	0.5	0.5	0.5
競技者	合計(n=11)	合計(n=16)	総合計(n=27)
平均値±標準偏差	0.8±0.2	0.6±0.1	0.7±0.2
最大値	1.0	1.0	1.0
最小値	0.5	0.4	0.4
協力者全体	合計(n=173)	合計(n=119)	総合計(n=292)
平均値±標準偏差	0.8±0.2	0.6±0.1	0.7±0.2
最大値	1.2	1.1	1.2
最小値	0.4	0.4	0.4

表 4　各技能レベルにおける各ゴム硬度のフィン泳速度と膝伸展筋力の相関係数

技能レベル	初級者(男性n=139,女性n=85)			指導者(男性n=23,女性n=18)			競技者(男性n=11,女性n=16)		
ゴム硬度	A75	A80	A85	A75	A80	A85	A75	A80	A85
男性	0.049	0.092	0.075	0.578	**0.437	* 0.216	0.955	**0.948	**0.912 **
女性	0.418	**0.366	**0.360 *	0.495	* 0.392	0.373	0.553	* 0.574	* 0.563 *

＊: p<0.05　＊＊: p<0.01

表 5　FK25 における多元配置分散分析結果

（技能レベル、性別、膝伸展筋力グループ、ゴム硬度）　（n=292）

要因	分散分析				多重比較検定
	df	F	p	偏η2	
（被験者間要因）					
技能レベル	2	12.24	<0.01**	0.08	競技者>初級者,指導者
性別	1	17.78	<0.01**	0.06	男性>女性
膝伸展筋力グループ	2	12.15	<0.01**	0.08	HG>MG>LG
技能レベル×性別	2	0.27	0.76	0.00	
技能レベル×膝伸展筋力グループ	4	0.61	0.65	0.01	
性別×膝伸展筋力グループ	2	0.17	0.84	0.00	
技能レベル×性別×膝伸展筋力グループ	4	0.59	0.67	0.01	
誤差	274	(0.02)			
（被験者内要因）					
ゴム硬度	2	21.69	<0.01**	0.42	A75,A80>A85
ゴム硬度×技能レベル	4	11.95	<0.01**	0.00	初級者:A75>A80>A85 指導者:A75,A80>A85
ゴム硬度×性別	2	4.06	0.02*	0.00	女性:A75>A80>A85
ゴム硬度×膝伸展筋力グループ	4	0.07	0.99	0.01	
ゴム硬度×技能レベル×性別	4	0.20	0.94	0.02	
ゴム硬度×技能レベル×膝伸展筋力グループ	8	0.16	0.99	0.02	
ゴム硬度×性別×膝伸展筋力グループ	4	0.30	0.88	0.00	
ゴム硬度×技能レベル×性別×膝伸展筋力グループ	8	0.31	0.96	0.01	
誤差	548	(0.00)			

*:p<0.05　**:p<0.01

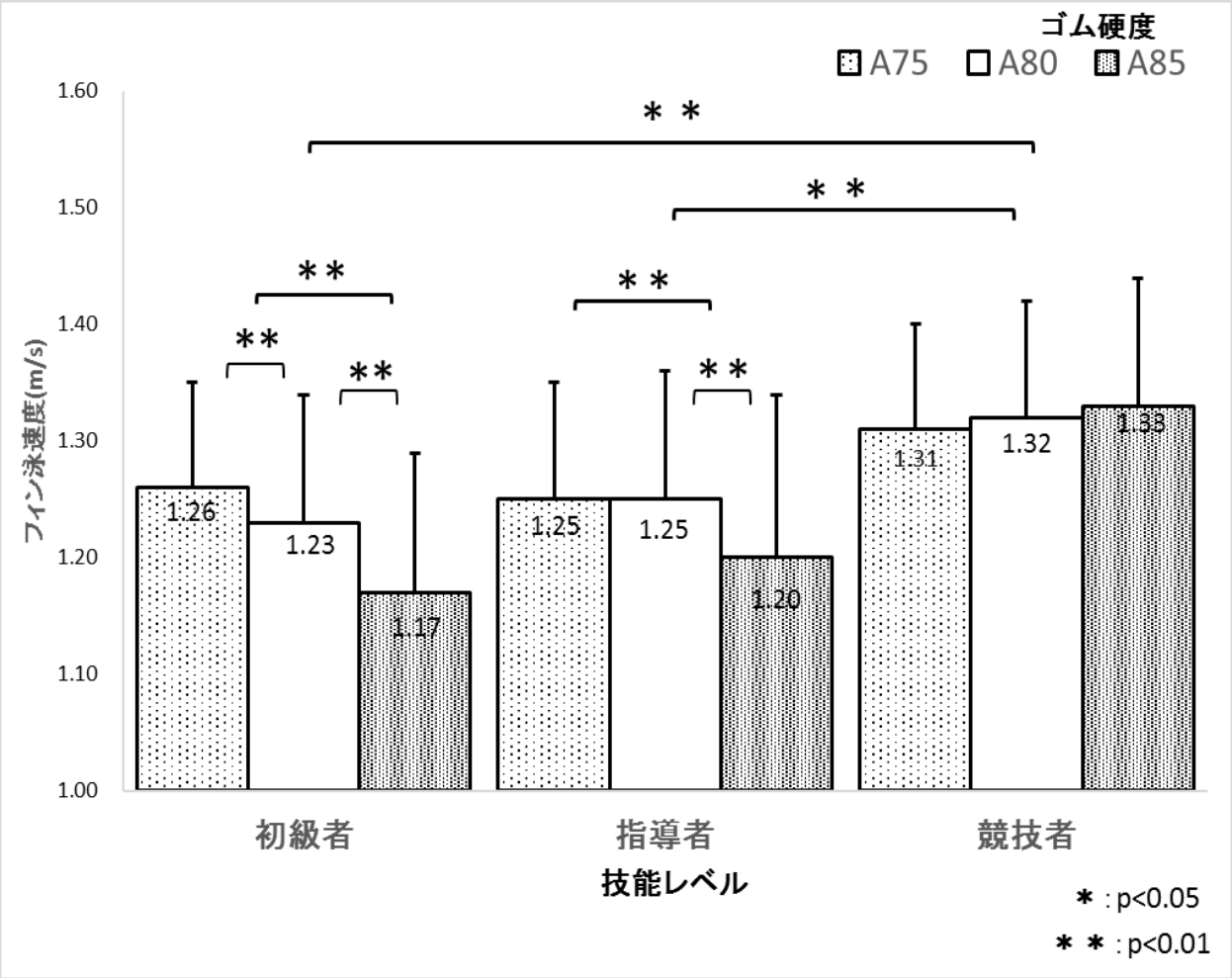

図 1　FK25 の技能レベル別におけるゴム硬度別フィン泳速度の比較（初級者:n=224,指導者:n=41,競技者:n=27）

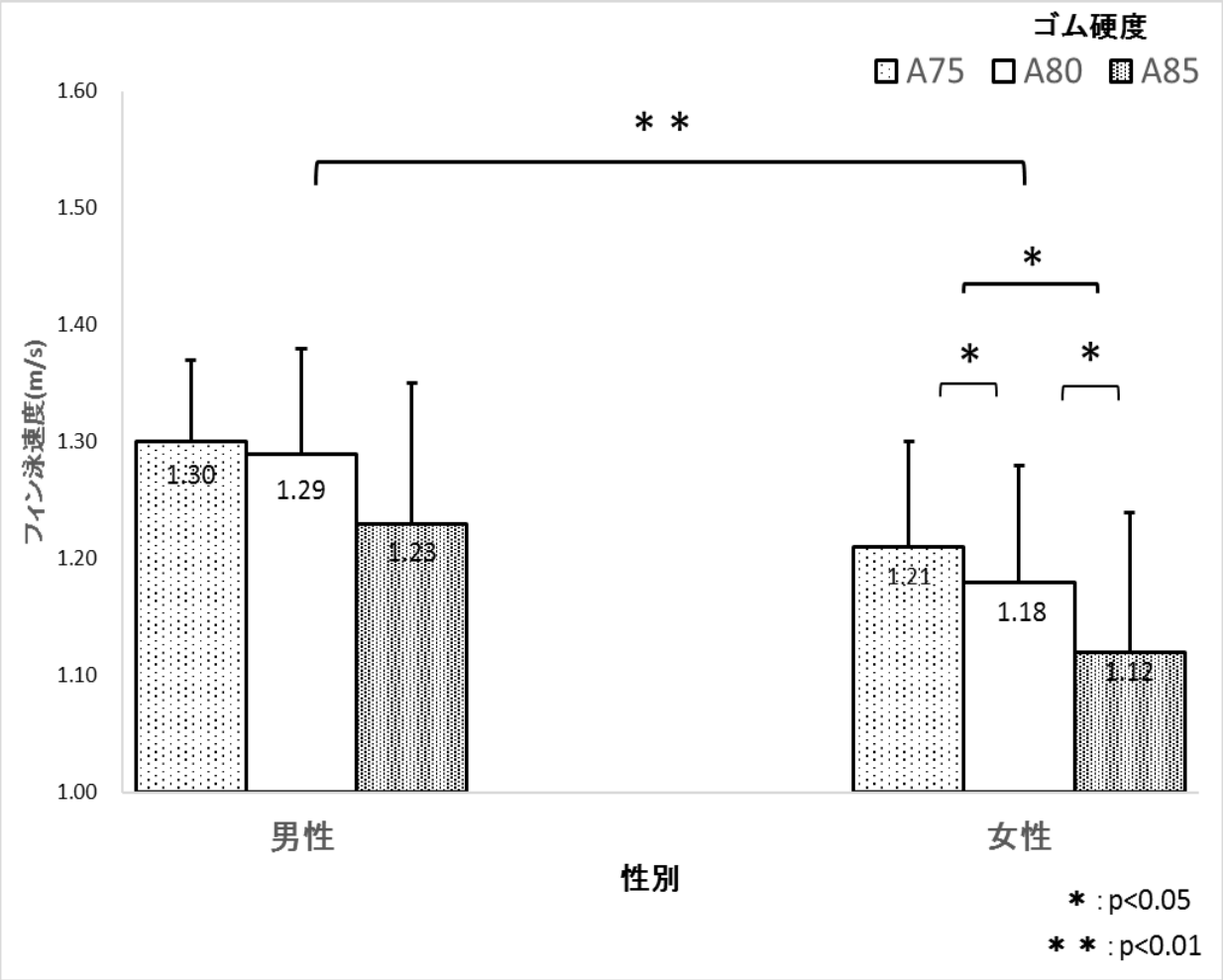

図 2　FK25 の性別におけるゴム硬度別フィン泳速度の比較（男性:n=173,女性:n=119）

謝　辞

本研究に取り組み、学位論文をまとめるにあたって、多くの方々のご指導とご支援を賜り、お世話になりました皆様に深謝の意を表します。

主査である東京海洋大学大学院千足耕一教授には、指導教官として海洋分野のスペシャリストとしての考え方から、常に細部にわたり的確なご指導をしていただき、深謝の意を表します。また、副査である東京海洋大学大学院婁小波教授、佐々木剛教授、小暮修三教授には、丁寧なご助言と有益なご指摘をいただき、深謝の意を表します。

東海大学松本秀夫教授、東京海洋大学蓬郷尚代先生、藤本浩一先生には、論文作成にあたり、特に収集データにおける分析と統計処理の方法や社会人入学の先輩としての心構えをご指導いただき、深謝の意を表します。また、共同研究を引き受けていただいた高野修氏、測定にあたりご助言いただいた永島昇太郎氏、そして、千足耕一教授研究室関係者の皆様に感謝の意を表します。

最後に、本研究遂行にあたり趣旨をご理解とご協力いただいた、フィン製造業者の株式会社キヌガワ並びにプール施設のTHE1○1関係者の皆様、そして、測定に協力していただいた皆様に感謝の意を表します。

ありがとうございました。

2020年9月

小泉和史