

## 有浮力水着の着用が子どものけのび動作及びクロール泳に与える効果

宝来毅<sup>1)</sup>, 立正伸<sup>2)</sup>, 大沼勇人<sup>3)</sup>, 若吉浩二<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 鈴鹿工業高等専門学校教養教育科

<sup>2)</sup> 奈良教育大学教育学部

<sup>3)</sup> 関西福祉大学教育学部

<sup>4)</sup> 大阪経済大学人間科学部

キーワード: 有浮力水着, 浮力, 水中姿勢, 抵抗

### 【要旨】

本研究は、練習用補助具として開発された有浮力水着の着用が、子どものけのび動作及び、25m 最大努力クロール泳に与える即時的効果を検討することを目的とした。標準水着着用と有浮力水着着用の2条件で、けのび及び25m最大努力クロール泳を行い、そのパフォーマンスや姿勢について比較した。その結果、けのびでは、有浮力水着を着用することによって、水中姿勢が水平に近づき、到達距離が延長した。

一方、25m 最大努力クロール泳では、所要時間及び泳速度は、対象者6名中4名において、標準水着着用時より有浮力水着着用時の方が向上する結果が得られた。また、ストローク長は、標準水着着用時より有浮力水着着用時の方が長かった。これらのことから、有浮力水着を着用することで、けのび動作の改善及び、25m 最大努力クロール泳の向上に効果があると示唆された。

スポーツパフォーマンス研究, 12, 164-179, 2020年, 受付日: 2019年9月18日, 受理日: 2020年4月10日

責任著者: 宝来毅 鈴鹿工業高等専門学校 510-0294 鈴鹿市白子町 hourai@genl.suzuka-ct.ac.jp

\*\*\*\*

## **Effects of wearing buoyant swimsuits on children's gliding motion and front crawl performance**

Takeshi Horai<sup>1)</sup>, Masanobu Tachi<sup>2)</sup>, Hayato Ohnuma<sup>3)</sup>, Kohji Wakayoshi<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> National Institute of Technology, Suzuka College

<sup>2)</sup> Nara University of Education

<sup>3)</sup> Kansai University of Social Welfare

<sup>4)</sup> Osaka University of Economics

Key words: buoyant swimsuit, buoyancy, underwater posture, resistance

**【Abstract】**

The present study examined effects of a buoyant swimsuit that was developed as a training aid for children's gliding motion after kicking off the wall and their 25-meter front crawl done at maximum effort. The participants in the study were 6 children. The posture and performance of the children's gliding motion and front crawl when they wore standard swimsuits were compared to those measures when they wore buoyant swimsuits. The results for the posture measures revealed that when wearing buoyant swimsuits, the swimmers' posture after kick off was more horizontal, and they achieved a longer distance.

In the 25-meter crawl at maximum effort, when the children were wearing buoyant swimsuits, the required time and swimming speed of 4 of the 6 participants improved, and their strokes were longer. These results suggest that buoyant swimsuits may be effective for improving the gliding motion at kick off and performance of the 25-meter front crawl at maximum effort.

## I. 緒言

水泳運動では、流体である水の中で、泳者が手を前方から後方へ押すことによって、進行方向とは逆向きに働く抗力と手の動きに伴って加速される手の周りの流体質量の慣性力を受けて推進する(高木, 2002). しかし、泳者が前方へ泳ぐ時、水の相対的運動の方向は後方となる。そのため、抵抗として水が立ち上がり、前に進もうとする泳者の運動を妨げることになる(吉村・小菅, 2008). 水中で泳者が受ける抵抗には、摩擦抵抗、造波抵抗、圧力抵抗の3種類があり、この中で、泳者に大きく影響を及ぼすのが圧力抵抗である(高木, 2001). 圧力抵抗とは、推進している時の泳者の前縁部と後縁部の圧力差から生じる抵抗のことである。泳者がクロール泳で水中を推進した時、泳者に作用する抵抗は、泳速度の約3乗に比例して大きくなる(成田ほか, 2018)ことが知られており、速く泳ぐためには、推進力を増加させると共に、圧力抵抗を小さくする技術が必要である(合屋ほか, 2006). 吉村・小菅(2008)は、圧力抵抗を小さくするためには、全身を伸展させて、水平姿勢を維持することが重要であるとしている。しかし、ヒトが水中でのけのび姿勢をとった場合、浮力の中心である浮心と、身体重心の位置にはずれが生じる。一般的に浮心位置は重心位置よりも頭側に存在し(奈良ほか, 2015)、これにより下肢が沈下する回転力が働く(Watanabe et al. 2017). 進行方向に対する下肢の迎角が大きくなると、泳者の背部における水流の剥離が顕著になり、圧力抵抗の増大につながる(高木, 2001). そのため、効率よく水中を推進するには、重心と浮心をできるだけ近づけて下肢の沈下を抑制しなければならない。

下肢が沈まないようにするための工夫の1つとして、素材自体に浮力効果を持つ水着の着用が考えられる。富川ほか(2012)は、素材自体に浮力効果を持つ競技用の高速水着が、練習用補助具として有効であるかについて検討を行った。その結果、高速水着を着用して泳ぐと、下半身が水面近くまで持ち上げられ、水中姿勢が改善された事を報告している。さらに、高速水着を脱衣した直後のクロール泳においても、水中姿勢の改善が確認できたと報告している。また、渡邊ほか(2013)は、練習用に開発された有浮力水着を着用すると、重心と浮心の間の距離が有意に短縮されることを報告している。これらのことから、浮力を有する水着を着用することで、水中姿勢が改善され、泳能力向上につながることを示唆される。

現在、小学校やスイミングスクール等での、子どもを対象とした教育・指導現場では、ヘルパーやライフジャケット、プルブイ、ビート板などの有浮力練習補助具を用いられた練習が取り入れられている。しかし、これらの練習用補助具は、その形や使用方法によって泳動作に制限をかけてしまう場合がある。一方、有浮力水着は素材自体に浮力があり、形状は通常水着と同様のため、従来の有浮力練習補助具よりも、泳動作に及ぼす制限が少なく、水中姿勢の改善及び泳能力の向上に効果的な練習用具となることが期待される。

そこで、本研究は、スイミングクラブの一般ジュニアクラスに通う子どもを対象として、練習用有浮力水着の着用が、けのび動作及びにクロール泳パフォーマンス与える即時的効果を明らかにすることを目的とした。本研究により、有浮力水着の着用による、子どものけのび動作及び、クロール泳パフォーマンスに与える即時的効果を確認することができれば、有浮力水着を練習用補助具として用いるための有益な知見が得られることが期待される。

## II. 研究方法

### 1. 対象者

対象者は、泳法の習得を目的としてスイミングスクールに通う、一般児童スイマー男女計 6 名(男:2 名, 女:4 名, 年齢:10.2±1.6 歳, 身長:138.2±12.3cm, 体重:33.1±9.6kg, 練習頻度及び練習量: 週 2 回, 1 回につき, 1.5 時間, 2000m程度)であった。個々の対象者の身体特性は表 1 に示す通りであった。有浮力水着として、「ゼロポジション水着, 山本化学工業社製」(写真 1)を用いた。



写真 1 本研究で使用した有浮力水着  
(ゼロポジション水着, 山本化学工業社製)

実験参加の同意に関しては、対象者とその保護者に対して、被検者が身体的または精神的苦痛を感じた場合には、自由意志のもと、いつでも実験を中止できる旨を周知した。その後、本研究の目的と方法の十分な説明を口頭および書面にて行い、書面にて同意を得た上で実験を実施した。

表1 対象者の身体的特性

被験者	性別	年齢	身長(m)	体重(kg)
A	女	10	1.32	25
B	男	12	1.4	38
C	男	12	1.56	46
D	女	8	1.2	20
E	女	9	1.35	31
F	女	10	1.46	39

### . 測定項目

#### (1) けのび

けのび時の姿勢について窪・岩原(2014)は、進行方向からの水の抵抗を最小にできる姿勢であり、全ての泳ぎの基本となる重要な要素であると述べている。また、けのびは、初心者から一流選手に至るまで、共に共通した能力評価基準として位置づけられている(野村, 2004)。

そこで、本研究では、水中姿勢の評価として、けのびを採用した。対象者が普段から着用している標準水着着用時(以下:STD 水着とする)と有浮力水着着用時(以下:BS 水着とする)の 2 条件でけのび動作の比較を行い、有浮力水着がけのび中の水中姿勢に及ぼす影響を検討した。対象者には水中姿勢を保ち、できるだけ遠くまで行くように指示をした。計測は、水中で壁を蹴ってから完全停止するまで

とした。けのび動作を水中及び陸上に設置したビデオカメラを用いて撮影した。水中撮影は、対象者の右側方のプール壁に、防水ビデオカメラ(HDR-GW77V, SONY 社製 フレームレート 60fps)を設置して、撮影した(動画 1)。動作解析を行うために、対象者の右半身の肩峰、大転子、膝にマーカーを貼付した。けのび動作中の身体の二次元座標値を算出するために、試技を行うレーンの両側にあるレーンロープに、50cm 間隔にマークのある長さ 1m のキャリブレーション用の紐を計 4 本鉛直に垂らしてキャリブレーションを行った。キャリブレーション区間はスタート壁より 2.5m~3.5m の 1m 区間とした(図 1)。陸上撮影は、対象者の右側方のプールサイドに、ビデオカメラ(HDR-CX370, SONY 社製 フレームレート 60fps)を設置して、撮影した。けのびの到達距離を算出するために、試技レーンの両側にあるレーンロープ(レーン幅 2m)の 0m 及び 7.5m の地点にキャリブレーション用のマークを設置して、キャリブレーションを行った(図 1)。試技は 25mの短水路プールで行った。試技の前には十分なウォーミングアップを行った。試技は STD 水着から行い、次いで BS 水着で試技を行った。試技間には十分な休憩を与えた。試技は有浮力水着を着用した即時的効果を検証するために、それぞれの水着で1本ずつとした。

(2) 25m 最大努力クロール泳

クロール泳は四泳法の中で最も、加減速の波が少なく最も効率よく泳げる泳法である(窪・岩原, 2014)。さらに、技術習得をし易いため、他の泳法を習得するための基礎にもなる(柴田, 2005)。本研究の対象者においても全員がクロール泳の習得は完了している状況であった。そこで本研究では、クロール泳を対象として実験を行った。距離は対象者の泳力を考慮して 25m とした。対象者の左側方のプールサイドより、1 台のビデオカメラ(HDR-CX370, SONY 社製 フレームレート 60fps)を設置して、撮影を行った。撮影はカメラをパンニングして行った。タイム分析を行うために、試技レーン両側にあるレーンロープ(レーン幅 2m)にスタート壁から 2.5m 間隔で、キャリブレーション用のマークを設置し、キャリブレーションを行った(図 1)。

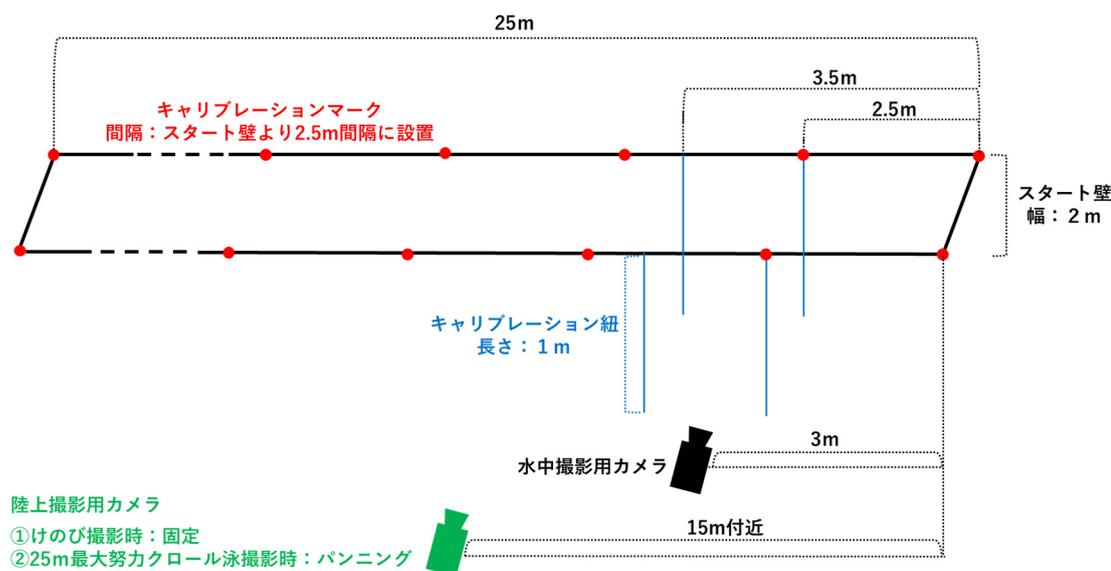


図 1 実験環境の概要図

### 3. 分析

#### (1) けのび

分析は、動作分析ソフト(Frame DiasIV, DKH 社製)を用いて行った。分析項目は以下に示す通りであった。

#### 1) 到達距離

陸上撮影した映像から、泳者が完全停止した時の頭頂点を、二次元 DLT 法を用いて算出した。

#### 2) 足離れから大転子が 2.5mを通過するまでの時間

対象者の足が壁から離れる瞬間から、大転子が 2.5mを通過するまでの時間を計測した。

#### 3) 水中移動速度

スタート後、対象者の大転子が 2.5m を通過し、3.5mに達するまでの所要時間から、平均移動速度を算出した。

#### 4) 水平面に対するセグメント角度及び股関節角度

本研究で着用した有浮力水着は腰から膝までのスパッツタイプの水着である。そのため、有浮力水着を着用すると腰から膝にかけて浮力が付加され、股関節角度が変化すると考えられる。そこで、本研究では、股関節を構成する上部と大腿部の水平面に対するセグメント角度及び股関節角度を算出し、水中姿勢の評価を行った。各セグメント角度は、膝のマーカが 2.5mを通過した時点の上部および、大腿部のセグメント角度とした。セグメント角度は、水平面を 0 deg, 水平面から反時計回りに成す角をプラス、時計回りに成す角をマイナスとして表した(図 2)。算出した上部と大腿部のセグメント角度から股関節の関節角度を算出した。算出された角度が 180 度未満の場合、股関節は屈曲していることを示し、180 度以上の場合、股関節は伸展していることを示す。各セグメント角度及び股関節角度算出における座標平面設定は、泳者の進行方向の軸を x 軸, x 軸と交わる鉛直方向の軸を y 軸とした(図 2)。分析は二次元四点実長換算法を用いた。

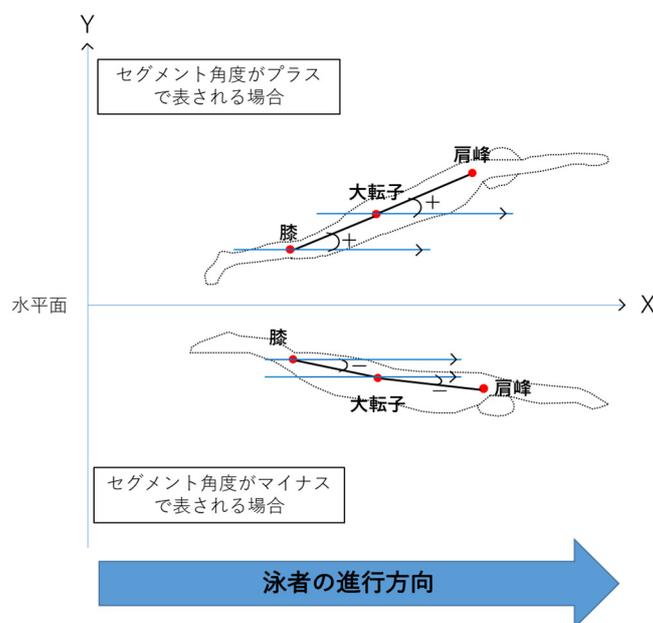


図 2 水平面に対するセグメント角度の定義

(2) 25m最大努力クロール泳

分析は、動作分析ソフト(Frame DiasIV, DKH 社製)を用いて行った。対象者は、光信号と、音信号を同時出力することができるスタートシステム(JESTAR, JET CORPORATION 社製)の合図に合わせてスタートして試技を行った。壁を蹴ってスタートした後、対象者頭頂部が、5m地点を通過した瞬間から、20m 地点を通過するまでの 15m を分析区間とした。二次元 DLT パンニング法を用いて以下の 4 項目を算出した。

1) 15m の所要時間(sec)

対象者の頭頂部が 5mを通過した時間を 0 とし、20mを通過するまでの時間とした。

2) 泳速度(m/s)

5mから 20mまでの 15mを移動する平均速度とした。

3) ストロークタイム(sec)

分析区間における 8 ストロークの平均ストロークサイクル時間とした。

4) ストローク長(m)

泳速度とストロークタイムを掛け合わせたものとした。

4. 統計

得られたデータの平均値を STD 水着と BS 水着で比較した。得られたデータについて Shapiro-Wilk 検定を行った結果、各データの正規性が確認されたため、本研究では対応のある t 検定を行った。有意水準は 5%未満とした。また、けのびとクロール泳の関係性を調べるために、けのび時の移動速度と、クロール泳の泳速度との相関関係を調べた。相関関係はピアソンの積率相関係数を用い、有意水準は 5%未満とした。統計処理はすべて SPSS Statistics 25.0 を用いて行った。

III. 結果

1. けのびのパフォーマンステスト

(1) 到達距離(図 3)

STD で 5.65±1.27m であった。一方、BS は 6.33±1.31m であり、STD 水着よりも BS 水着の方が、有意に到達距離が長かった。

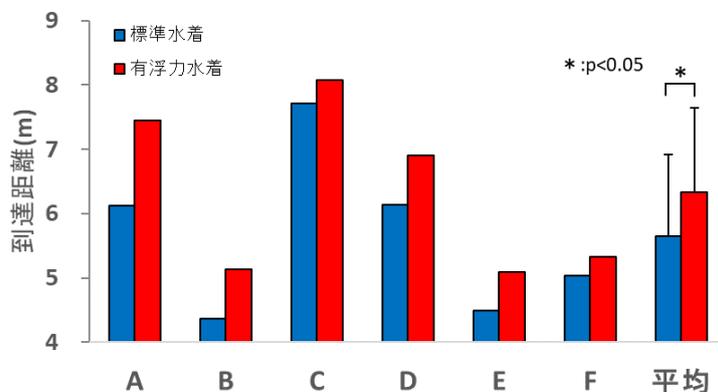


図 3 けのびパフォーマンステストにおける到達距離

(2) 足離れから大転子が 2.5mを通過するまでの時間(図 4)

STD 水着は  $1.22 \pm 0.4 \text{sec}$  であった. 一方, BS 水着は  $1.22 \pm 0.35 \text{sec}$  であり, STD 水着と BS 水着の間で, 足離れから大転子が 2.5m を通過するまでの時間に有意差は見られなかった.

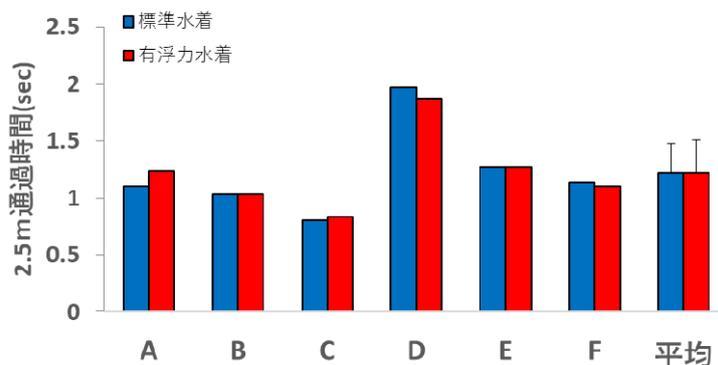


図 4 けのびパフォーマンステストにおける足離れの瞬間から大転子が 2.5m を通過するまでの時間

(3) 水中移動速度(図 5)

STD で  $0.79 \pm 0.26 \text{m/s}$  であった. 一方, BS は  $0.91 \pm 0.28 \text{m/s}$  であり, STD 水着より BS 水着の方が, 有意に水中移動速度が速かった.

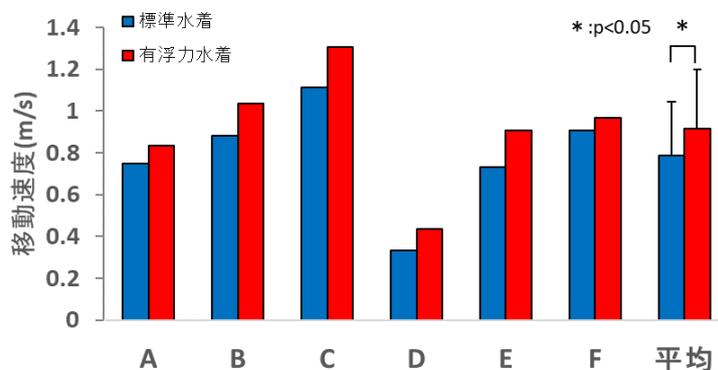


図 5 けのびパフォーマンステストにおける 2.5m-3.5m 移動時の平均速度

(4) セグメント角度

1) 上体セグメント角度(図 6)

STD 水着は  $4.53 \pm 6.96 \text{deg}$  であった. 一方, BS 水着は  $-1.16 \pm 6.71 \text{deg}$  であり, STD 水着より BS 水着の方が, 有意に上体セグメント角度が小さく, 0deg に近い値であった.

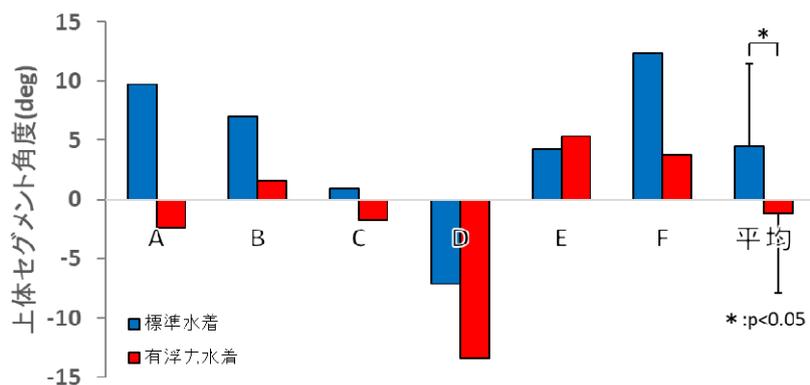


図 6 けのびパフォーマンステストにおける上体セグメント角度

2) 大腿セグメント角度(図 7)

STD 水着は $-4.13 \pm 6.84 \text{deg}$ であった。一方, BS 水着は $-7.75 \pm 3.75 \text{deg}$ であり, STD 水着と BS 水着の間で, 大腿セグメント角度に有意差は見られなかった。

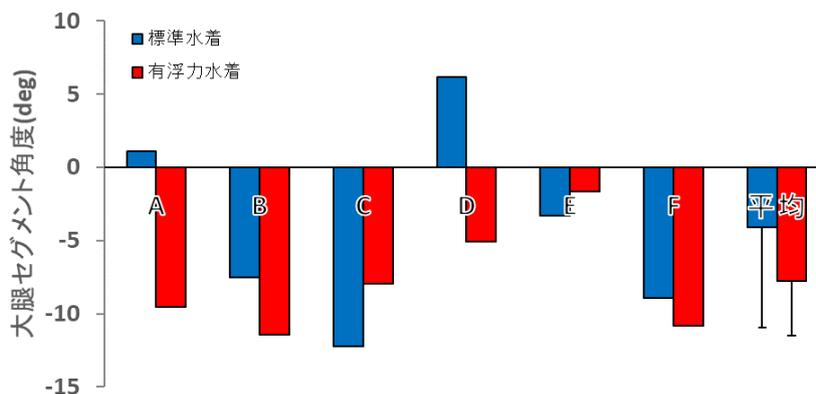


図 7 けのびパフォーマンステストにおける大腿セグメント角度

3) 股関節角度(図 8)

STD 水着は $190.8 \pm 12.88 \text{deg}$ であった。一方, BS 水着は $186.6 \pm 8.07 \text{deg}$ であり, STD 水着と BS 水着の間で, 股関節角度に有意差は見られなかった。

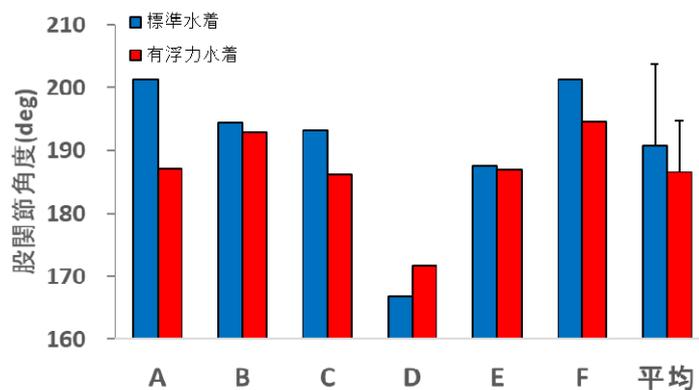


図 8 けのびパフォーマンステストにおける股関節角度

2. 25m 最大努力クロール泳のパフォーマンステスト

(1) 5mから20mまでの所要時間(図9)

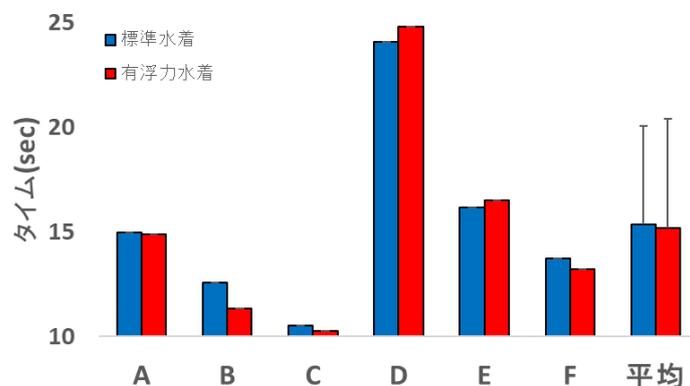


図9 25m 最大努力クロール泳における所要時間

STD 水着は  $15.35 \pm 4.70$ sec であった. 一方, BS 水着は  $15.17 \pm 5.23$ sec であり, STD 水着と BS 水着の間で, 所要時間の有意差は見られなかった.

(2) 泳速度(図10)

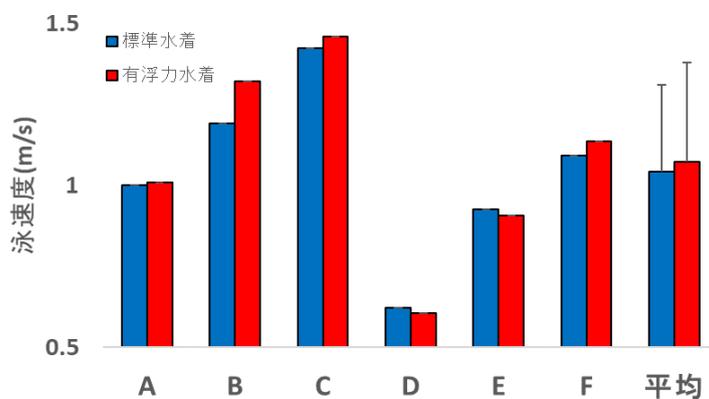


図10 25m 最大努力クロール泳における泳速度

STD 水着は,  $1.04 \pm 0.27$ m/s であった. 一方, BS 水着は  $1.07 \pm 0.31$ m/s であり, STD 水着と BS 水着の間で, 泳速度の有意差は見られなかった.

(3) ストロークタイム(図 11)

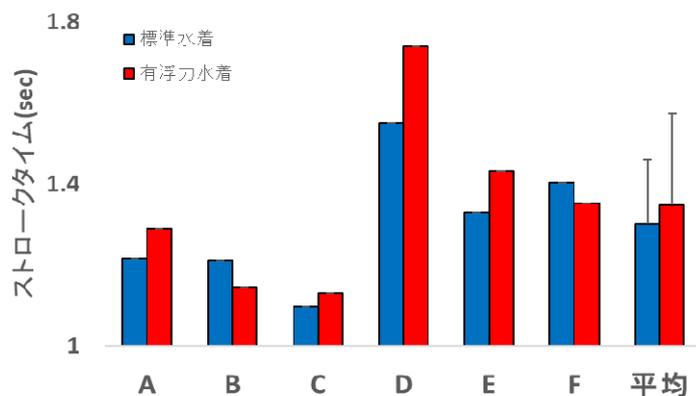


図 11 25m 最大努力クロール泳におけるストロークタイム

STD 水着は  $1.30 \pm 0.16 \text{sec}$  であった. 一方, BS 水着は  $1.35 \pm 0.22 \text{sec}$  であり, STD 水着と BS 水着の間で, ストロークタイムの有意差は見られなかった.

(4) ストローク長(図 12)

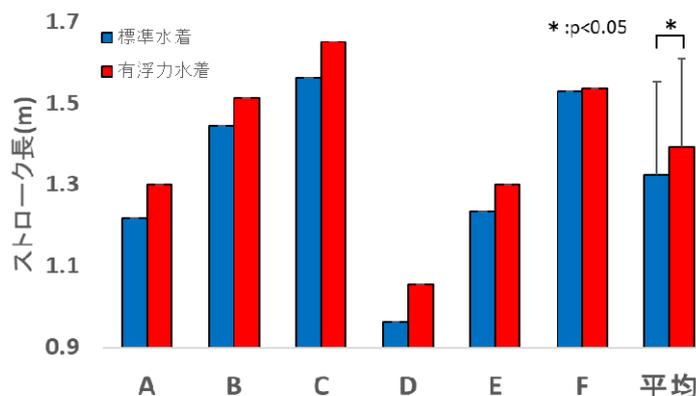


図 12 25m 最大努力クロール泳におけるストローク長

STD 水着は  $1.32 \pm 0.23 \text{m}$  であった. 一方, BS 水着は  $1.39 \pm 0.22 \text{m}$  であり, STD 水着よりも BS 水着の方が, 有意にストローク長が長かった.

3. けのび移動速度と 25m 最大努力クロール泳速度の相関関係 (図 13)

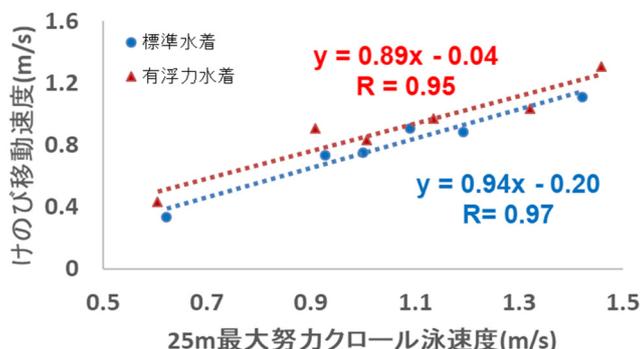


図 13 けのび移動速度と 25m 最大努力クロール泳速度の相関関係

STD 水着, BS 水着共に, けのび移動速度とクロール泳速度の間には有意な正の相関関係が認められた(STD 水着: $p < 0.01$   $R = 0.97$  BS 水着: $p < 0.01$   $R = 0.95$ ).

#### IV. 考察

本研究は, 練習用有浮力水着の着用が, 子どものけのび動作及び, 25m 最大努力クロール泳に与える即時的効果を明らかにすることを目的とした. けのび動作と 25m最大努力クロール泳から成るパフォーマンステストを標準水着着用時と練習用有浮力水着着用時の 2 条件で行い比較した. 得られた結果から以下に考察を進める.

けのびの到達距離は, 標準水着着用時よりも, 有浮力水着着用時の方が有意に長かった. けのびの到達距離について合屋ら(2006)は, けのび動作において, 抵抗の少ない水中姿勢を保持できた者が移動速度を保持し, 壁を蹴ってから 0.5sec 後の重心移動速度が速い方が, けのびの到達距離が長くなる事を報告している. また, 小山田・合屋(2004)は, 壁を蹴る力よりも作り出す姿勢が, けのびの到達距離に大きく影響する要因になっていると報告している. これらのことから, 壁を蹴った後の水中姿勢が, けのび到達距離に影響を与えたと考えられる.

本研究の結果より, 対象区間(スタート壁より 2.5m から 3.5m まで)における水中移動速度においては, 標準水着着用時よりも有浮力水着着用時の方が速かった. 一方で, 対象者の足が壁から離れる瞬間から, 大転子が 2.5mを通過するまでの所要時間には, 標準水着着用時と有浮力水着着用時の間に有意差は見られなかった. これらのことから, 対象区間で生じた移動速度の差は, 壁を蹴った直後の姿勢や, 初速ではなく, けのび動作中の水中姿勢の差によるものであると考えられる. そして, この移動速度の差が, けのび到達距離の長短にも影響を及ぼしたと考えられる.

けのび動作中の水中姿勢について調べると, 水平面に対する大腿部のセグメント角度および, 股関節角度には標準水着着用時と有浮力水着着用時の間に有意差は見られなかった. 一方で, 上部のセグメント角度は, 標準水着着用時では  $4.53 \pm 6.96 \text{deg}$  であったのに対して, 有浮力水着着用時では  $-1.16 \pm 6.71 \text{deg}$  であり, 有浮力水着着用時の方が有意に小さくなり, 水平に近づいていた. 標準水着着用時における上体角度はプラスの値を示した. これは肩峰が大転子よりも高い位置にあることを示す.

一方で、有浮力水着着用時における上体角度はマイナスの値を示した。これは、大転子が肩峰よりも高い位置にあることを示す。本研究の結果から見られた有浮力水着の着用有無における肩峰と大転子の位置関係の変化は、有浮力水着が持つ浮力によるものであると考えられる。本研究で使用した有浮力水着は腰から膝にかけてのスパッツ型水着であるため、浮力が付加される部位は、腰から膝である。そのため、大転子の位置が肩峰よりも高い位置に移動し、その結果、有浮力水着を着用することによって上体が水平姿勢に近づく姿勢へと変化したと推察される。合屋ら(2006)は、同一対象者に、けのび動作とグライド姿勢での受動的牽引泳を行ったところ、前方牽引時に抵抗の少ない姿勢を作ることができる泳者は、けのび動作時も抵抗を少なくし、重心移動速度の減少を抑えることができたと報告し、けのび動作における受動抵抗の大きさと重心移動速度の関係を示している。

本研究の結果より、有浮力水着着用時の方が、標準水着着用時よりも重心移動速度は速くなり、上体姿勢が水平に近づくことが明らかとなった。これらのことから、有浮力水着を着用すると、泳者が上体部で受ける圧力抵抗が減少することが考えられ、その結果として、けのび動作中における移動速度の向上及び、到達距離の延長につながったと考えられる。

25m最大努力クロール泳のパフォーマンステストでは、5m通過時から20m通過時までの所要時間及び同区間の泳速度において、両試技間で有意差は見られなかった。図13はけのび移動速度と25m最大努力クロール泳速度の関係を示した図である。STD水着、BS水着共に、けのび移動速度とクロール泳速度の間には有意な正の相関関係が認められ(STD水着: $p<0.01$   $R=0.97$  BS水着: $p<0.01$   $R=0.95$ )、けのび移動速度が速いほど25m最大努力クロール泳速度が速いことがわかる。しかし、本研究の結果、有浮力水着を着用する事によってけのび移動速度の向上は認められたが、25m最大努力クロール泳における泳速度の向上は認められず、対象者6名中2名は、有浮力水着着用時の方が、標準水着着用時よりも泳速度が遅かった。クロール泳は、手の掻きと足の蹴りを交互に行うことによって推進力を発生させ前方に移動する。下永田ら(1999)は、速く泳ぐためには少ない抵抗の中で高い推進力及び泳パワーを発揮することが重要であると報告している。本研究の測定後に行ったアンケートにおいて両名は、有浮力水着を重たく感じたと回答していた。本研究で使用した有浮力水着は、水を通さない性質を持つ合成ゴムでできているため、繊維素材で作られた水着よりも動きにくかった可能性がある。つまり、泳速度が向上しなかった2名は、有浮力水着の浮力によって得られる姿勢の利点よりも、素材の重さによる動きにくさの欠点の方が大きかった可能性がある。

しかしながら、ストローク長においては標準水着着用時よりも有浮力水着着用時の方が有意に長かった。Maglischo(2003)は、なるべく水面と平行に姿勢を保つことで、ストロークによって推進する時に、泳者が受ける圧力抵抗は減少し、ストローク長が大きくなるとしている。本研究のけのびパフォーマンステストの結果において、有浮力水着を着用する事によって、上体部の水中姿勢が水平に近づくことが明らかとなった。この結果から、クロール泳中における上体部の水中姿勢に関しても、有浮力水着を着用する事によって水平に近づき、ストローク長の延長につながったと推察される。

水泳運動は、ストローク動作や、キック動作によって、加速局面や、減速局面が存在する(下永田ら1999)。そのため、速く推進するためには、加減速する局面において、加速の妨げや減速の助長につながる水中姿勢は避けなければいけない。

本研究の結果において、有浮力水着を着用することで、けのびのパフォーマンスが向上することが

明らかとなった。これは、水中姿勢の改善によるものだと考えられる。また、クロール泳のパフォーマンスにおいては、泳速度の向上、所要時間の短縮までは確認できなかったがストローク長の向上が明らかとなった。それが一部の対象者の泳パフォーマンスの向上につながった。

本研究は、泳法習得を目的としてスイミングスクールに通う、一般児童スイマーを対象として有浮力水着着用時の即時的効果を検証するために、それぞれのパフォーマンステストの試技は1度ずつとして行った。その結果、けのびパフォーマンステストにおいて、図3, 5に示すように、けのび到達距離及び移動速度は、有浮力水着を着用することによって全対象者の記録が向上した。このことから、有浮力水着は、水中姿勢改善に即時的な効果があることが示唆される。今後は、有浮力水着を用いた一定期間の練習によって、有浮力水着着用時に得られる水中姿勢の改善が定着するかどうかの検討をしなければいけない。

本研究では、有浮力水着着用によるクロール泳のパフォーマンスの変化を検討した。しかしながら、クロール以外の泳法ではその着用効果は異なっている可能性もある。例えば、平泳ぎは、加減速が大きい泳法であり、キックによる推進力を得た後は抵抗の少ない水中姿勢をとることが求められている(窪・岩原, 2014)。そのため、有浮力水着を着用することによって、キック動作後の水中姿勢が改善され、泳パフォーマンスの向上につながることを予想される。一方で、平泳ぎでは股関節を大きく動かすため、有浮力着用で脚の動きが制限されてパフォーマンス低下につながる可能性もある。練習用具としての有浮力水着の有効性を確かめるため、今後は、他の泳法のパフォーマンスに与える影響や長期的な着用効果も検討していく必要があると考えられる。

## 【文献リスト】

- ・ 合屋十四秋(1999) 特集 子どもの動作 子どもの泳ぐ動作. 体育の科学. 49(2):115-122.
- ・ 合屋十四秋, 野村照夫, 松井敦典(2006) けのび動作の力発揮と前方牽引による受動抵抗との関係. 愛知教育大学研究報告. 55:21-25.
- ・ 窪康之, 岩原文彦(2014) DVD レベルアップ! 水泳4泳法完全マスター. 株式会社西東社. pp.22, 52, 84
- ・ Maglischo, Ernest W. (2003) Swimming Fastest. Human Kinetics pp.44.
- ・ 奈良梨央, 市川浩, 永野康治, 池田祐介, 佐藤大輔, 馬場康博, 下山好充(2015) 重心-浮心間距離がけのびパフォーマンスおよび受動抵抗に与える影響. コーチング学研究 第29巻第1号 51-58
- ・ 成田健造, 中島求, 仙石泰雄, 本間三和子, 椿本昇三, 高木英樹(2018) 多段階の泳速度におけるクロール泳中の自己推進時抵抗とストリームライン姿勢中の受動抵抗の比較. 体育学研究. 63: 505-515
- ・ 野村照夫(2004) 子どもとスイミング. 子どもと発育発達 2(1):8-12.
- ・ 小山田早織, 合屋十四秋(2004) 大学生男子トップスイマーのけのび動作と力発揮-泳能力別による横断的検討を中心として-. 愛知教育大学保健体育講座研究紀要. No.29:1-6
- ・ 柴田義晴(1992) 水泳指導についての一考察:け伸びの始動について. 東京学芸大学紀要. 第5部門, 芸術・健康・スポーツ科学, 44:133-140

- 柴田義晴(2005) 上達する！水泳. 株式会社ナツメ社. pp.49
- 下永田修二, 田口正公, 田場昭一郎, 大城敏裕, 浜口麻衣子(1999) クロール泳における Active drag 定量法の検討. バイオメカニクス研究概論 . 270-275
- 白木孝尚, 若吉浩二(2010) ラバー水着が泳者の身体負荷に与える影響-血中乳酸カーブテストから-. びわこ成蹊スポーツ大学研究紀要. 第7号 117-122
- 高木英樹(2002) 人はどこまで速く泳げるのか. 株式会社岩波書店 pp.38-39
- 高木英樹(2001) 抵抗を制する者、勝負を制す. Japanese Journal of Sciences in swimming and water exercise. 4:5-10
- 竹島良憲, 高橋繁浩, 山田悟史(2000) クロールのアクティブ・ドラッグの解析. 日本体育学会号. (51):275
- 富川理充, 椿本昇三, 仙石泰雄, 市川浩(2012) 高速水着のアシステッド練習用具としての可能性. デサントスポーツ科学. Vol.33:136-145
- Toussaint HM, Hollander AP, van den Berg C, and Vorontsov A (2000) Biomechanics of swimming. In: Exercise and Sport Science (Garrett WE & Kirkendall DT, eds), pp 639-660.
- 渡邊泰典, 白木孝尚, 若吉浩二, 来田宣幸, 野村照夫(2013) 練習用有浮力水着は水中水平姿勢保持にどのように作用するか？—浮心重心間距離とパフォーマンスとの関係. 日本体力医学会 2013 年次大会予稿集. pp.495
- Watanabe Y, Wakayoshi K, Nomura T.(2017) New evaluation index for the retainability of a swimmer's horizontal posture. PLoS ONE 12(5)
- 吉村豊, 小菅達男(2008) 泳ぐことの科学. 日本放送出版協会. pp 18-20