

# ストリームライン姿勢時における頭部位置の違いが 泳パフォーマンスに及ぼす影響

安藤邦彬\*・仙石泰雄\*・椿本昇三\*

## Effects of Head Position Differences on Streamlined Posture in Swimming Performance

ANDO Kuniaki\*, SENGOKU Yasuo\* and TSUBAKIMOTO Shozo\*

**Key words:** head position, drag, swimming performance.

### 1. 緒言

競泳競技において、泳パフォーマンスの向上に必要とされているのは推進力の増大と抵抗の減少である。また、泳速度は推進力と抵抗の差によって決定される。泳中において泳者に働く抵抗には、造波抵抗、圧力抵抗、摩擦抵抗が存在する。中でも、圧力抵抗は、実際の競泳レース時のように秒速 1.5m を超える速度で泳いだ際に、最も大きな割合を占める抵抗である。また、泳者の動作により、水の流れが乱れ、泳者の身体周囲では圧力の高い部分と低い部分が生まれる。泳動作時、頭部に水がぶつかるとう頭部前面部の圧力は高くなり、後頭部側では渦ができて圧力が低くなる。その圧力差によって圧力抵抗が生じることになる。理想的な流線型をした物体であれば、流れは物体から剥離することなく前縁から後縁へと移動するため大きな圧力差は生じないといわれている。しかしながら、人体のように複雑な形状が水中を移動する際は、水平姿勢時においても、後頭部や臀部の下流で流れが剥離し負圧部分が生じてしまうとされている<sup>9)</sup>。このことから、泳動作中に抵抗の少ない水中姿勢（ストリームライン）を獲得することは、効率的な水泳のために非常に重要である<sup>8)</sup>。

これまで、ストリームライン姿勢や泳者の形状に関した研究は多い<sup>1) 3) 4) 8)</sup>。しかしながら、これらの研究では、ストリームライン姿勢時において、泳者の頭部位置等の多くの不確定要素によって抵抗値は大きく影響を受け一定値を得ることは困難である

とも報告している。

そこで本研究は、ストリームライン姿勢時の頭部位置が泳パフォーマンスにどのような影響を与えているか検討することを目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 被験者

被験者は大学水泳部に所属する、日頃からトレーニングを積んでいる男子選手 7 名とした。被験者は全国大会出場レベルから入賞レベルであった。被験者の平均身長は  $174.4 \pm 5.6\text{cm}$ 、平均体重は  $69.4 \pm 4.09\text{kg}$ 、平均年齢は  $21.0 \pm 0.8$  歳であった。また、水着、スイミングキャップによる影響を最小限にするため、すべての被験者及び試技において同一のものを使用した。

#### 2.2 ストリームラインの定義

本研究におけるストリームラインの定義は、(A) 後頭部側および (B) 耳横と定義し、被験者に試技前に陸上で立位のまま、上記 2 種類のストリームライン姿勢をとり、頭部位置を確認した後、水中にて同様の姿勢を保持するよう指示し、試技を行った。ストリームラインの定義を図 1 に記した。

#### 2.3 実験試技

##### 2.3.1 屋内 50m プール試技

T 大学屋内プールにおいて、ストリームライン試技および、ドルフィンキック試技を行った。スター

\* 筑波大学体育系  
Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba



図1 本研究における2種類のストリームラインの定義

トの影響を除外するため、台上からの飛び込みスタートではなく、水中より壁を蹴ってスタートさせた。また、試技はランダムに行った。その際、水中撮影には水中カメラ（WUC-265、日本事務光機）を使用し、カメラスピード 1/60 sec、シャッタースピード 1/1000 Hz で撮影した。被験者側方より、5m 付近から 10m 付近までが映るよう画角を設定した。撮影した映像はパーソナルコンピュータに取り込み、画像分析ソフトフレームディアスⅣ（DKH 社）により、2次元 DLT 法を用いて、被験者のマーキングポイントの実座標を手動デジタイズにて算出し、Butterworth low-path Filter を用い、遮断周波数 6Hz で平滑化した。

### 2.3.2 実験用回流水槽における受動抵抗値測定

被験者は回流水槽（五十嵐工業、水深 1.2m、水温 27℃）内に設置された抵抗測定器（RTD-2000-S、東日本流体技研）のバーにつかまり、ストリームライン姿勢を保ち、その間の受動抵抗値を測定した。得られたデータはセンサーインターフェース（PC-330B-F、共和電業）を介し、パーソナルコンピュータに記録するように設定した。測定時間は被験者のストリームライン姿勢が安定したことを確認した後の、10 秒間とした。流速は 1.0 m/s から 0.2m/s ずつ漸増させていき、1.8m/s まで上げた後、0.2m/s ずつ漸減させた。1.0m/s → 1.2m/s → 1.4m/s → 1.6m/s → 1.8m/s → 1.6m/s → 1.4m/s → 1.2m/s → 1.0m/s の各流速で耳横、および後頭部側の試技、計 18 試技を行った。水中のバーの深さは造波抵抗の影響を受けないとされている水深 40cm<sup>9)</sup> に設定した。図 2 に実験風景を示した。

## 2.4 分析項目

本研究における泳速度は、先行研究<sup>1) 2) 6)</sup>を参考に、被験者の大転子をデジタイズし、大転子の移動速度を試技中の泳速度とした。

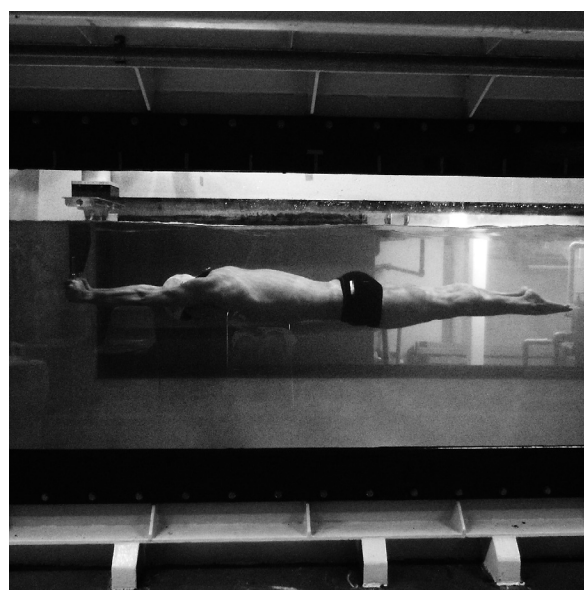


図2 実験用回流水槽における抵抗測定実験風景

### 2.4.1 後頭部側試技、耳横試技のストリームライン姿勢中の泳速度

後頭部側試技 3 回、耳横試技 3 回を行い、5m 通過時が最も速い試技を分析対象とした。

### 2.4.2 後頭部側試技、耳横試技のドルフィンキック動作時の泳速度

後頭部側試技 3 回、耳横試技 3 回を行い、5m 付近でのドルフィンキック動作時の大転子速度が最も速い試技を分析対象とし、5m 通過時の大転子速度を算出した。なお、ドルフィンキックにおける 1 キック周期の定義は被験者つま先の最大蹴り上げから最大蹴り下げまでとした。

## 2.5 統計処理

本研究では、統計処理ソフト SPSS (SPSS Statistics 17.0) を使用し、2 試技間の平均値の有意差検定には、対応のある t 検定を用いた。有意性は危険率 5% 未満で判定した。

### 3. 結果

#### 3.1 ストリームライン動作中の泳速度

被験者全員の耳横試技 3m 通過時最大平均泳速度は  $2.06 \pm 0.13$  m/s、5m 通過時最大平均泳速度は  $1.32 \pm 0.12$  m/s であった。後頭部試技 3m 通過時最大平均泳速度は  $2.11 \pm 0.12$  m/s、5m 通過最大平均泳速度は  $1.36 \pm 0.10$  m/s であった。耳横、後頭部側の両試技間で統計上有意な差が認められなかった。

#### 3.2 ドルフィンキック動作中の最大泳速度

2 種類のストリームライン姿勢時のドルフィンキック最大泳速度を比較した。耳横試技の平均速度は  $1.76 \pm 0.11$  m/s であった。後頭部側試技の平均速度は  $1.79 \pm 0.09$  m/s であった。後頭部の試技の方が、ドルフィンキック動作時の泳速が高くなっていた。耳横、後頭部側の両試技の間に統計上有意傾向がみられた ( $p = .072$ )。

#### 3.3 回流水槽でのストリームライン姿勢時の受動抵抗値

全被験者における各流速平均抵抗値を図 3 に示した。1.2 m/s および 1.4 m/s の流速において抵抗値に有意差がみられた ( $p < 0.05$ )。

### 4. 考察

#### 4.1 耳横試技、後頭部側試技のストリームラインの大転子速度

ストリームライン姿勢中の大転子速度において、耳横試技は 3m 通過時  $2.06 \pm 0.13$  m/s、5m 通過時が  $1.32 \pm 0.12$  m/s であった。後頭部側試技は通過時 3m が  $2.11 \pm 0.12$  m/s、5m 通過時が  $1.36 \pm 0.10$  m/s であった。両試技間で 3m 通過時および 5m 通過時において、有意な差は認められなかった。ストリー

ムライン動作は水面から 40cm 以下の水中で行なわれているため造波抵抗の影響をほぼ受けていないと考えられる<sup>9)</sup>。また、水着の形状や素材の違いが泳パフォーマンス、抵抗値に影響を与える<sup>7)</sup>とされているが、本研究において、水着、スイムキャップは同一のものを全ての試技において着用したため、水着、スイムキャップの摩擦抵抗の変化による影響はないと考えられる。林<sup>4)</sup>は、後頭部形状凸なし時、凸有り時ストリームライン動作の研究においては凸なし時の大転子速度が凸有り時に比べ速度が高くなっているが、頭部位置の違いによっては有意差がないことが示唆されたと報告した。このことから頭部位置より頭部形状の影響が大きいと考えられる。ストリームライン動作時、後頭部試技と耳横試技において、泳速度に差がないのであれば、選手は、浮き上がりや泳ぎ出しが行いやすいストリームライン姿勢を選択することを心がける必要があると考えられる。

#### 4.2 ドルフィンキック動作中の大転子速度

後頭部側試技の 5m 通過時平均最大泳速度は  $1.79 \pm 0.09$  m/s であった。耳横試技の 5m 通過時平均最大泳速度は  $1.76 \pm 0.11$  m/s であった。耳横、後頭部側の両試技の間に統計上有意傾向がみられた ( $p = .072$ )。水着の形状や素材の違いが泳パフォーマンス、抵抗値に影響を与える<sup>7)</sup>とされており、本研究においても、水着、スイムキャップは同一のものを全ての試技において着用したため、水着、スイムキャップの摩擦抵抗の変化による影響はないと考えられる。

耳横試技の泳速度は、後頭部側試技に比べ低い傾向を示した。その要因として、選手が耳横試技について慣れていなかったためと考えられ、選手のト

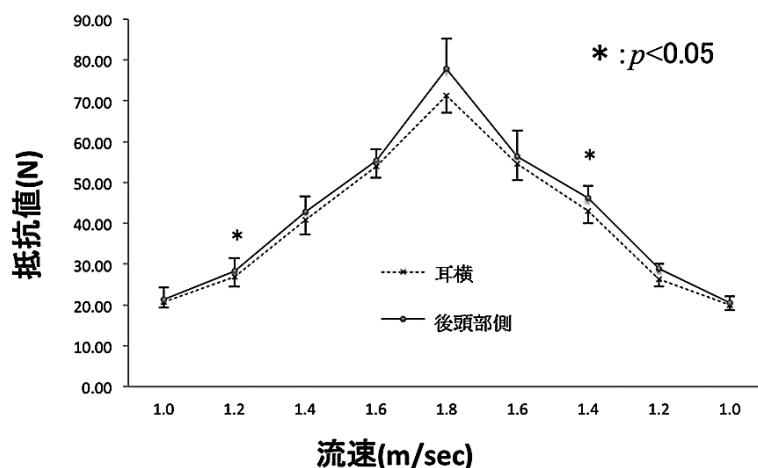


図 3 全被験者における 2 種類のストリームライン姿勢時の各流速平均抵抗値

レーニングによって結果が変化する可能性があると考えられる。また、より詳細に、身体重心速度を算出し、分析を行う必要性があると考えられる。

#### 4.3 実験用回流水槽におけるストリームライン姿勢時の受動抵抗値

後頭部側試技および耳横試技の両試技において 1.0 m/s ～ 1.8 m/s の 5 段階の流速にて各 9 試技を行った。その内、流速を上げた時の 1.2 m/s および流速を下げた時の 1.4 m/s 時において、後頭部側試技が耳横試技よりも有意に高い抵抗値 ( $p<0.05$ ) を示した。このことから、後頭部側試技は受動抵抗値増加の一要因として考えられる。今回の実験において造波抵抗の影響を受けにくいとされる水深 40 cm<sup>9)</sup> で測定を行い、試技ごとの摩擦抵抗値の変化を避けるため全ての試技で同一の水着、スイムキャップを使用した。そのため、受動抵抗増加の要因は圧力抵抗の増加にあると考えられる。

#### 5. 結 論

本研究では、頭部位置に着目し、3 種類の実験を行い、以下のような知見が得られた。

- ① ストリームライン動作中、頭部位置の違いによる泳速度の差は見られなかった。
- ② ドルフィンキック動作中、頭部位置の違いによる泳速度の差は見られなかった。
- ③ 頭部位置の違いによる受動抵抗値測定では、流速によって差が見られた。

以上のことから、頭部位置の違いによる泳パフォーマンスへの影響は低いと考えられる。しかしながら、今後被験者を増やし同様の実験を行うなど、更なる追加研究が必要である。

#### 6. 謝 辞

本研究は、平成 23 年度体育系学内プロジェクトの支援のもと実施された研究であり、ここに深く感謝申し上げます。

#### 文 献

- 1) 安藤邦彬、椿本昇三 (2010)：平泳ぎ初心者における浮力体を用いた顔上げ、顔つけがキック動作に及ぼす影響. いばらき健康・スポーツ科学 28：19-24.
- 2) 河田聖良、小早川ゆり、西山哲成、楠本恭久 (2004)：平泳ぎの 1 ストローク中の速度変化と泳動作の分析—指導現場への実践的応用—. 日本体育大学紀要 33 (2)：129-137.
- 3) 清原信彦、星野春雄 (1974)：頭髪の水泳レコードに及ぼす影響について. 日本体育学会大会号 25：498
- 4) 林 秀和 (2010)：後頭部形状の違いが泳パフォーマンスに与える影響について. 平成 22 年度筑波大学体育専門学群卒業研究抄録集 12：95.
- 5) Maglischo E.W 著、高橋繁浩、鈴木大地 監訳 (2005)：スイミング・ファステスト、ベースボールマガジン社、東京、pp.61-83.
- 6) Miyashita,M (1974)：Method of calculating mechanical power in swimming the breaststroke, Res. Q. 45(2)：128-137.
- 7) 荻田 太、田中孝夫、田口信教 (1996)：競泳水着の材質、機能の違いが水泳中の抵抗、エネルギー消費量に与える影響. デザントスポーツ科学 vol.17：32-41.
- 8) 富樫泰一、向井良生、野村武男 (1988)：児童の人体牽引抵抗に関する研究. 筑波大学体育科学系紀要 11：145-151
- 9) 財団法人日本水泳連盟 編 (2005)：水泳コーチ教本第 2 版、大修館書店、東京、pp.21-24.