

浮き身姿勢での足の沈みやすさが遊泳時の受動抵抗に及ぼす影響 Influence of leg-sinking effect on the passive drag in swimming

1K09A221
指導教員 主査 矢内利政 先生

望月匠
副査 奥野景介 先生

【目的】

水泳競技において泳速度を増加させるためには、水力抵抗を減少させる必要がある。そのためにストリームラインを維持し矢状軸を水平にすることが水泳パフォーマンスを向上させるための重要な要因である。しかし、人が蹴伸び姿勢で水面に浮いた場合、身体に作用する浮力が身体重心周りにモーメントを生み、足部が沈む方向に体を回転させる。この足の沈みやすさ(以下「足沈み効果」と表記する)は、遊泳中のストリームライン姿勢の取り難さの指標として研究対象となってきた。しかしながら、足沈み効果の大きさと遊泳時の水力抵抗との関係については十分に検証されていない。そこで本研究では、被験者の足沈み効果人為的に変化させ、その状態で被験者を牽引した際の受動抵抗を測定する手法も用いて、足沈み効果が大きい被験者ほど遊泳時の水力抵抗も大きいという仮説を検証することとした。

【方法】

被験者は健康な一般男性 7 名であった。被験者には手首及び足首にチューブを装着させ、チューブ内に異なる密度の物質を注入することにより、足沈み効果の大きさの異なる 3 条件「大」、「中」、「小」を設定した。条件「大」では手のチューブに空気、足のチューブに水、条件「中」では全てのチューブに水、条件「小」では手のチューブに水、足のチューブに空気を挿入した。条件「中」にて全てのチューブに水を挿入したことにより、他の条件よりも浮力が小さくなった。専用牽引機(Electric Swim Power Trainer Hector Engineering Co., Inc., USA)を用い、被験者を一定の力(14.7,19.6,24.5,49.0,73.5,98.0,147.0N)で牽引した際の遊泳速度を計測した。その結果から、被験者の受ける抗力を算出した。

【結果と考察】

足沈み効果の大きさと平均速度について二元配置の分散分析の結果、交互作用は見られなかった。またそれらには主効果が見られ、条件「中」のみが有意に遅い($p<0.05$)という結果が得られた。足沈み効果の大きさと抗力係数については、交互作用は見られず条件「中」においてのみ有意に抗力が大きくなる($p<0.05$)ことが示された。この結果は、条件「中」の浮力が他条件よりも小さかったことが原因として考えられる。このため条件「中」では被験者の体が他の条件と比べて水中に多く入り、水と身体が触れる面積が大きくなり摩擦抵抗が増加したことが考えられる。

また、条件によっては被験者の牽引中の姿勢が大きく変化し、腰が反った姿勢で牽引される試行がみられた。

このような姿勢を取った場合、足沈み効果の大きさとは関係なく圧力抵抗が増えると考えられる。そこで、浮力が同じ条件で、足沈み効果のみの影響のみを検討できるように、浮力の異なった条件での全ての試技と明らかに姿勢が変化した試技を排除し、再分析を行った。その結果、条件「小」の速度はどの牽引力においても条件「大」の速度よりも大きく、同じ速度で進んだ場合足沈み効果が小さい方が受ける抗力が少ないということが分かった。また抗力係数についても、条件「小」の抗力係数はすべての速度条件について条件「大」の抗力係数よりも小さくなった。

異なる速度において、脚沈み効果の変化が水の抗力にどの程度影響をもたらすのか推定するため、同条件のデータについて被験者の速度と水の抗力の関係を示す指数近似曲線を作成した(図 1)。この指数近似曲線からも、条件「小」の抗力は全ての速度において条件「大」の抗力よりも小さくなることが分かった。また、速度が小さい時は足沈み効果が小さい場合と大きい場合とで抗力の差が大きいが、速度が大きい時はその差が小さくなることが分かった。これは速い速度においては足沈み効果よりも水の流れにより生じるモーメントの影響を強く受けるためと考えられる。この推定式を用いて足沈み効果による速度と抗力の関係が明らかとなった。

足沈み効果による速度と抵抗の関係が明らかとなった。

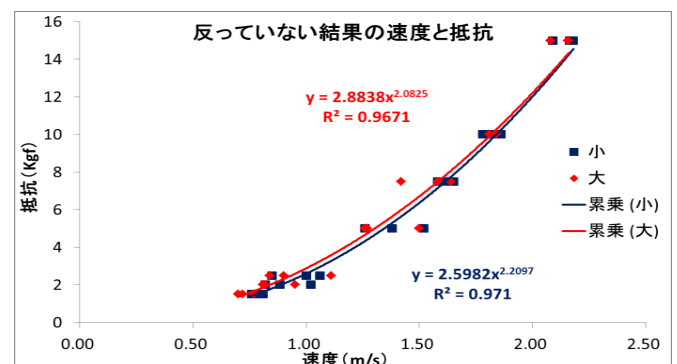


図 1. 同条件での速度と抵抗