

[原著論文：査読付]

簡易型泳パワー測定装置の改良と計測システムの検証

森 誠護¹⁾，下野 晃²⁾，尾関 一将³⁾，田場 昭一郎⁴⁾

Improvement of simplified apparatus and validation of the measuring system for swimming power

Seigo MORI¹⁾，Akira SHIMONO²⁾，Kazumasa OZEKI³⁾，Shoichiro TABA⁴⁾

Abstract

The purpose of this study is to develop a new swimming power measurement apparatus with improved Drag Boat (DB). The name of this apparatus is Improved Drag Boat (IDB), and the measurement system using IDB is verified. IDB is as large as a floating kickboard. The body is made of wood, and the load can be selected from five different levels. Drag force and swimming power can be calculated by measuring swimming velocity.

Calibration of this system was performed using a towing equipment (Active Drag System, ADS). Towing velocity was in the range of 0.4~2.2m/s. The subjects were four male competitive swimmers. They swam 25m front crawl at maximum effort in free swimming. The speed at this time was defined as the maximal swimming velocity (MSV). Semi-tethered swimming was performed using DB and IDB, and maximal swimming power (MSP) was calculated.

Significant linear relationship was observed between towing force and swimming velocity when the subjects swam towing IDB. There was no significant correlation between MSP and MSV using DB($r = 0.817$, n.s). Similarly, no significant correlation was found using IDB($r = 0.930$, n.s). The swimming power calculated using IDB and the swimming power calculated using DB was found to have a significant correlation ($r = 0.953$, $p < 0.01$).

These results suggest that the possibility of evaluating swimming power characteristics for swimmers. However, the MSP was lower than that of DB. This is considered to be a problem with the stability of IDB at towing at low speed. This indicates that further improvement is necessary.

KEY WORDS : swimming power, swimming velocity, swimming power measurement apparatus

1) 九州共立大学スポーツ学部

2) 鈴鹿工業高等専門学校

3) 大阪体育大学体育学部

4) 福岡大学スポーツ科学部

1) Kyusyu Kyoritsu University, Faculty of Sports Science

2) National Institute of Technology, Suzuka College

3) Osaka University of Health and Sport Science,
Faculty of Health and Sports Science

4) Fukuoka University, Faculty of Sports and Health
Science

1. 緒言

競泳のパフォーマンスを決定する要因の中で最も重要なことは泳速度を増加させることである。水泳中に発揮されるパワー（以下、泳パワーとする）はこれまで様々な方法で計測されており、泳パワーは泳速度と高い相関関係にあることがこれまでの研究で明らかにされている¹⁻⁸⁾。その測定には等張力性の負荷を電圧調整で設定できるPower Processor for Swimming⁵⁾、自転車エルゴメーターを改良したErgometer Attachment⁸⁾、速度と張力を同期して測定・記録ができるActive Drag System⁹⁾など大掛かりで電気信号を利用した装置が利用されてきた。しかしこのような装置では測定場所が限定され、準備等に時間を費やし、計測時間もかかることから簡易的な泳パワー測定方法が開発されている。

下永田ら⁷⁾は、ビート板サイズで負荷を4段階に変換することができるEESP (Equipment for Evaluating Swimming Power)を開発しており、泳者がこのEESPを牽引しながら泳いでいる時の速度を計測するだけで泳パワーを算出する方法を提案している。このEESPの問題点は、負荷部分が小さく、負荷範囲が狭い点にあった。そこで森ら⁴⁾は、EESPの計測システムを応用し、同等のサイズで5段階に負荷を変換できる簡易型泳パワー測定装置 (Drag Boat, 以下、DBとする)を開発している。このDBはEESPの問題点を改良しており、EESPよりも高い負荷を与えることができる装置である。この研究では、DBの有用性を検討するため全国大会出場レベルにある大学生男子競泳選手を対象に、DBとActive Drag Systemで測定した泳パワーを比較し、その結果、同等の数値が得られ、両値間には有意な差が見られず、相関関係も高い値を示していた。これはDBを利用した泳パワー計測は有用であることを示している。森ら⁴⁾はこのDBの課題として、EESPより大きな負荷をかけることができるものの、EESPほど小さな負荷をかけることができないため、今後はさらに負荷範囲を広げて測定できる装置に改良する必要があると述べている。この研究における被験者の最大泳速度の平均値は 1.82 ± 0.05 m/s、50mクロールの泳記録の平均値は 25.07 ± 0.65 sであった。しかし、この競技レベルの選手には有効な装置であることがわかっているものの、大学生男子競泳選手よりも泳速度が低いと考えられるジュニア期の選手等や大学生男子競泳選手よりも泳速度が高い世界トップレベルの短距離選手を対象にした場合には負荷が適し

ていないことが考えられる。また、DBは1m/sで牽引した際の負荷1～負荷5の牽引力は30.06～71.77Nであり、同等のサイズで小さい負荷をかけられる装置はEESPのように現存しているが、大きな負荷をかけられる装置はまだ開発されていない。

そこで本研究では、DBの問題点を考慮し、DBと同様のサイズでより大きな負荷をかけることができる装置を新たに作製し、その計測システムを検証することを目的とした。なお、すでに有用性が報告されているDBとの比較を行うため、DBで泳パワーが測定可能な全国大会出場レベルの大学生男子選手を対象とし、検証を行なった。

2. 方法

1) 改良型Drag Boatの概要

改良型Drag Boat (Improved Drag Boat, 以下、IDBとする)の概要を図1に示した。IDBは、DBと同様に木製の浮遊体であり、抵抗部分である可動式抵抗翼はステンレス製のジョイント金具を動かして変換することができる。また泳者が牽引しながら泳ぐ際、本体の水没を防ぐために前下部に発砲ポリウレタン製のフロートを取り付けている。流体抵抗の一般式である式(1)において、代表面積(S)は抵抗を求める際に重要な要素である。流体力学分野では一般的に断面積を代表面積として用いることが多いため¹⁰⁾、本装置では本体部分及び抵抗部分である抵抗翼の移動方向に対する断面積を代表面積とし、抵抗翼を変換させることで本体の抵抗を変化させた。

$$D=C_D (0.5 \cdot \rho \cdot U^2) S \dots \dots \dots (1)$$

D: 流体抵抗, C_D : 抵抗係数, ρ : 水の密度, U: 速度, S: 代表面積

表1にDBとIDBの比較を示した。本体の長さ及び幅は同サイズであるが、可動式抵抗翼の翼部を拡大した。抵抗部が拡大したことにより、牽引時に本体が安定しないことを考慮し、本体前下部のフロート(発砲ポリウレタン製)部分及び本体の厚さを拡大した。

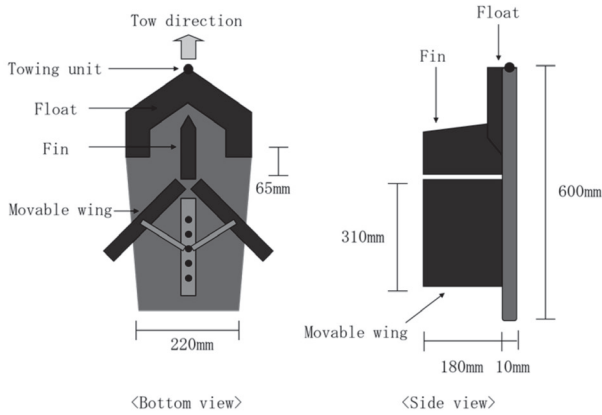


Fig.1 Details of IDB

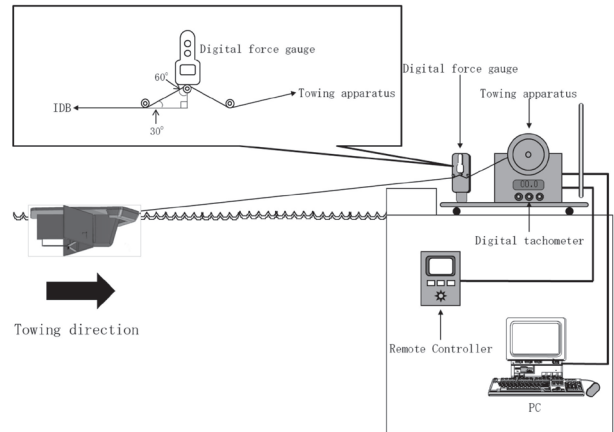


Fig.2 Calibration of IDB

Table.1 Comparison between DB and IDB

	Size				
	Length (mm)	Width (mm)		Thickness (mm)	
		Max	Min	Float	Body
DB	600	295	230	55	13
IDB	600	295	220	65	10

	Movable wing						
	Wing (mm)		Frontal projected area (cm ²)				
	Height	Length	Load1	Load2	Load3	Load4	Load5
DB	180	285	576	702	792	864	918
IDB	180	310	648	792	891	963	1017

2) 装置の較正

森ら⁴⁾が開発したDBの較正には、下永田ら⁹⁾が開発した速度と張力を同期しながら測定できるActive Drag Systemを用いていることから、本研究で開発したIDBの較正も同様にActive Drag Systemを用いた較正実験を50m屋内プールにて行なった(図2)。牽引速度は0.4～2.2m/sの範囲であり、30m地点から10m地点までを一定の速度で牽引した。牽引時の速度は速度センサー(オムロン社製, E6B10R/P)から、張力はデジタル張力計(日本電産シンボ社製, FXG-50)からそれぞれ検出し、各データをサンプリング周波数50HzでPCへ取り込んだ。各負荷における速度と張力の代表値は、安定した5秒間の平均値とし、各負荷での速度と張力間の回帰式を求めた。

3) 泳パワー算出方法

森ら⁴⁾は、自転車エルゴメーターによる負荷とペダル回転数から最大無酸素パワーを算出する方法¹¹⁾を

応用し、泳パワーを算出している。自転車エルゴメーターによる負荷とペダル回転数の関係が直線関係にあることと同様に、水泳中の牽引力と泳速度の関係も直線関係になることが先行研究により報告されている^{4,7)}。したがって、式(2)の牽引力と泳速度間に直線関係が成り立つこと。パワーは力と速度の積によって求めることができることから、式(3)より泳パワーを算出することができる。

$$F = a \cdot V + b \dots \dots \dots (2)$$

$$\begin{aligned}
 SP &= F \cdot V \\
 &= (a \cdot V + b) \cdot V \\
 &= a \cdot V^2 + b \cdot V \dots \dots \dots (3)
 \end{aligned}$$

F: 牽引力, V: 泳速度, SP: 泳パワー, a: 回帰係数, b: 回帰定数

式(3)で得られた泳パワーと泳速度間の曲線に

における最大値を最大泳パワー (Maximal Swimming Power, 以下, MSPとする) とし, その時の泳速度をMSP時泳速度と定義した. また, 式 (2) で得られた牽引力と泳速度間の一次直線において, 泳速度が0の時の牽引力を最大牽引力 (Maximal Towing Force, 以下, MTFとする) と定義した.

4) 泳パワー測定方法

DBとIDBを用いた泳パワー測定方法を図3に示した. 本研究の被験者は日本学生選手権出場レベルにある大学生競泳選手4名を対象とした (表2). 被験者には事前に実験の詳細を口頭及び書面にて十分な説明を行ない, 参加の同意を得た上で実験を行なった. 実験は25m屋内プールにて実施し, 試技は全てクロール泳にて行なった. 試技はまず水中スタートから負荷をつけない状態 (以下, 通常泳とする) での25m全力泳を行ない, この通常泳により得られた泳速度を最大泳速度 (Maximal Swimming Velocity, 以下, MSVとする) と定義した. その後, DB及びIDBを牽引しながら泳ぐ牽引泳を各3種類の負荷で実施した. 泳パワー測定について, 森ら¹²⁾ は3種類の負荷のみでの簡易的なMSP推定法の妥当性について検討しており, 3種類の負荷のみでも簡易的かつ正確な泳パワーを推定できることを報告している. 本研究では, 選手の疲労等も考慮し, この方法を採用した. 牽引泳は泳者の腰にベルトを装着し, そのベルトを介したロープにて抵抗体を牽引した. 牽引泳時の負荷は代表面積が小さい負荷1, 負荷3, 負荷5の順番で実施した. 全ての試技において10m地点から20m地点までの映像をデジタルビデオカメラ (SONY社製, HDR-CX270V) にて水上より撮影し, 頭部通過タイムから10mの平均泳速度を算出した. ここで算出した泳速度を式 (2) 及び (3) に代入することで泳者の牽引力及び泳パワーを求めた. なお, 全ての試技において全力泳で実施しているため, 被験者の疲労を考慮した上で試技間には十分な休息を入れて行なった.

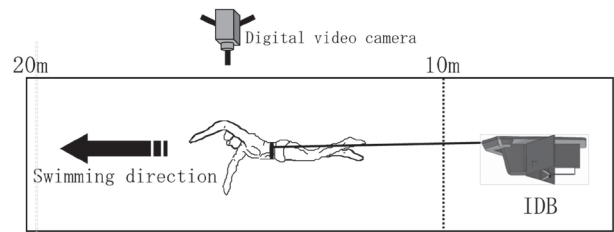


Fig.3 The measurement method of swimming power using IDB

5) 統計処理

本研究にて得られたデータは, 全て平均±標準偏差 (Mean±S.D) で示した. 分析項目間の関係性について, DB及びIDBを牽引しながら泳いだ時の泳速度と牽引力, 泳速度と泳パワーの関係には回帰分析を, DB及びIDBを用いて算出したMSPの関係についてはピアソンの相関分析をそれぞれ行なった. なお, 有意水準はいずれも $p<0.05$ とした.

3. 結果

1) 装置の較正結果

図4にActive Drag Systemを用いてIDBを牽引した時の速度と張力の関係を示した. 5段階の負荷においてそれぞれ速度と張力間の回帰式を算出したところ, 全負荷において2次曲線を示した. 各負荷の相関係数は負荷1が0.994, 負荷2が0.998, 負荷3が0.996,

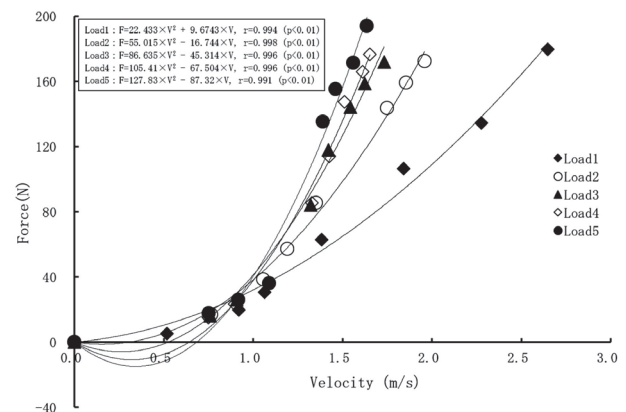


Fig.4 Relationship between velocity and force of IDB

Table.2 Characteristics of subjects

Subjects (n=4)	Age (years)	Career (years)	Height (cm)	Body mass (kg)	Surface area (cm ²)	25mTime (s)	Style
A	19	16	176	69	52.9	11.8	Free style
B	19	15	173	62	50.0	11.9	Free style
C	21	14	177	77	55.7	11.5	Free style
D	20	17	181	66	53.0	12.9	Free style

Table.3 Relational expression between swimming velocity and towing force

Subjects	DB			IDB		
	r	a	b	r	a	b
A	-0.98 **	-113.10	228.57	-0.95 **	-80.97	163.76
B	-0.99 **	-101.18	198.07	-0.94 **	-82.89	163.26
C	-0.99 **	-162.04	331.41	-1.00 **	-109.23	220.64
D	-1.00 **	-101.05	182.32	-0.89 **	-61.47	116.39
Mean±S.D	-0.99±0.01	-119.34±29.02	235.09±67.02	-0.94±0.04	-83.64±19.61	166.01±42.65

**p<0.01

r-Correlation coefficient, a-Regression coefficient, b-Regression constant

負荷4が0.996, 負荷5が0.991であり, 全てにおいて有意な相関関係 ($p<0.01$) が認められた.

2) 牽引泳時の泳速度と牽引力について

DB及びIDBを牽引しながら泳いだ時の泳速度と牽引力の関係について, 全被験者の回帰係数 (a) と回帰定数 (b) の平均値はDBが -119.34 ± 29.02 , 235.09 ± 67.02 であり, IDBが -83.64 ± 19.61 , 166.01 ± 42.65 であった. また, 相関係数の平均はDBが -0.99 ± 0.01 , IDBが -0.94 ± 0.04 であり, DBならびにIDBとも全被験者において有意な相関関係 ($p<0.01$) が認められた (表3).

3) 泳パワー測定結果

DB及びIDBを用いた泳パワー測定結果を表4に示し

た. DBを用いて計測したMSP (以下, MSP_{DB} とする) の平均値は $116.03\pm 38.13W$ であり, IDBを用いて計測したMSP (以下, MSP_{IDB} とする) の平均値は $82.42\pm 23.03W$ であった. 全被験者においてDBを用いた計測で大きな値を示した. V_{MSP} の平均値ではDBが $0.98\pm 0.05m/s$, IDBが $0.99\pm 0.03m/s$ であり, 全被験者において同様の傾向を示していた. MTFの平均値ではDBが $235.09\pm 67.02N$, IDBが $166.01\pm 42.65N$ であり, 全被験者においてDBを用いた場合で大きな値を示していた. MSPとMSVの関係では, DBを用いて算出したMSPとMSV間の相関係数は $r=0.817$ (n.s) であり, IDBを用いて算出したMSPとMSV間の相関係数は $r=0.930$ (n.s) であった. 両測定共にMSVが高い選手ほどMSPは高い傾向にあったものの, 統計学的に有意な相関関係は認められなかった (図5).

Table.4 Results of swimming power measurement

Subjects	MSV (m/s)	MSP (W)		V_{MSP} (m/s)		MSP/BM (W)		MTF (N)	
		DB	IDB	DB	IDB	DB	IDB	DB	IDB
A	1.97	115.48	82.80	1.01	1.01	1.67	1.20	228.57	163.76
B	1.94	96.94	80.38	0.98	0.98	1.56	1.30	198.07	163.26
C	2.01	169.46	111.41	1.02	1.01	2.20	1.45	331.41	220.64
D	1.81	82.23	55.10	0.90	0.95	1.25	0.83	182.32	116.39
Mean	1.93	116.03	82.42	0.98	0.99	1.67	1.19	235.09	166.01
S.D	0.08	38.13	23.03	0.05	0.03	0.40	0.26	67.02	42.65

MSV-Maximal swimming velocity, MSP-Maximal swimming power, BM-Body mass, MTF-Maximal towing force

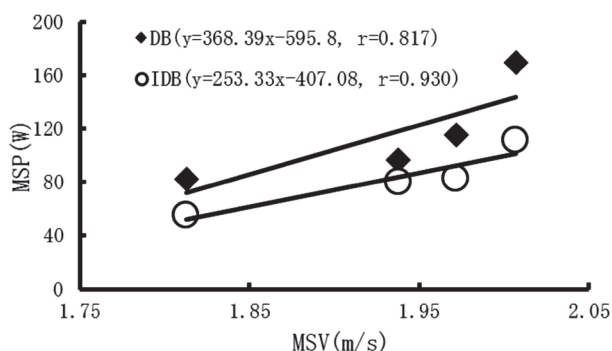


Fig.5 Relationship between MSV and MSP

4) 両測定における泳パワーの関係

図6にDBとIDBを用いて計測したMSPの関係を示した. MSP_{DB} と MSP_{IDB} の相関係数は $r=0.953$ であり, 有意な相関関係が認められた ($p<0.05$).

4. 考察

本研究の目的は, 森ら⁴⁾が開発したDBの問題点を改良したIDBを開発し, 泳パワー検出システムを検証

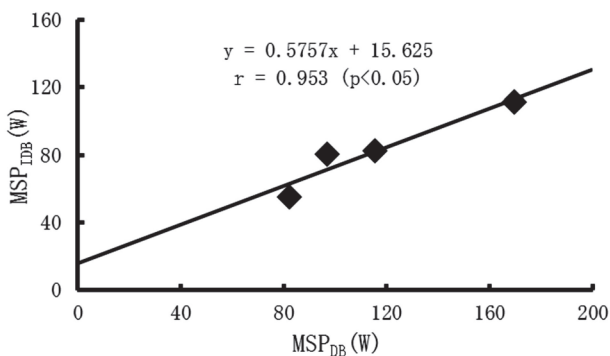


Fig.6 Relationship between MSP_{DB} and MSP_{IDB}

することであった。IDBはDBと同等のサイズであるが、抵抗部分になる可動式抵抗翼の代表面積範囲がDB (IDB: 648 ~ 1017cm², DB: 576 ~ 918cm²) よりも大きく、より大きな抵抗を加えることができるという利点がある。この装置を実際に泳パワー測定で用いるためには、IDBの速度と張力間の関係が有意な相関関係にあり、一般式 (1) に示すように抵抗値が速度の2乗に比例していることを証明する必要がある。

本研究では、速度と張力を同期して測定することができるActive Drag Systemを用いて、各負荷における速度と張力の関係式を算出した (図4)。その結果、5段階の負荷全てにおいて2次曲線を示し、いずれも有意な相関関係 ($p < 0.01$) にあった。したがって、本装置における速度と抵抗力間の2次回帰式に、泳者がIDBを牽引しながら泳ぐ際の泳速度を代入することで、その時の牽引力を算出することが可能となる。

次にIDBを牽引しながら泳いだ時の速度と牽引力の関係が、式 (2) のように有意な直線関係にあれば、式 (3) を用いて泳パワーを求めることができる。表3に示す通り、全被験者における泳速度と牽引力の相関関係はDBが -0.99 ± 0.01 、IDBが -0.94 ± 0.04 であり、いずれも全被験者で有意な相関関係にあった ($p < 0.01$)。本研究で開発したIDBのような抵抗体を牽引する際の力 (牽引力) は、それを牽引する泳者自身が移動することにより生じる抵抗を除いた推進力であるため、この牽引力と泳速度との関係性は2次曲線ではなく、直線関係を示す⁷⁾。森ら⁴⁾が開発したDBにおいても同様の結果を示していることから、式 (3) より泳パワーを算出できると考えられる。

次に、この影響が実際の泳パワー測定時にどのような影響を及ぼすのかを検証するため、少人数の競泳選手を対象に実際の泳パワー測定を実施した。測定を実施するにあたり、森ら¹²⁾が提唱している3種類の負荷のみでの簡易的なMSP推定法を用いて泳パ

ワーを測定し、最大泳パワーを算出した。本研究では、DB及びIDBともに負荷1、負荷3、負荷5の3種類の負荷にて測定を行なった。DBの代表面積は、負荷1が576cm²、負荷3が792cm²、負荷5が918cm²であり、IDBの代表面積は、負荷1が648cm²、負荷3が891cm²、負荷5が1017cm²と大きく異なっている。しかし、被験者Cにおける泳速度と泳パワーの関係 (図7) をみると、いずれも同様の傾向を示しており、3種類の負荷のみでの簡易推定法はIDBの場合でも問題はないものと考えられる。この簡易推定法により測定した結果、DBを用いて算出したMSP_{DB}の平均値は 116.03 ± 38.13 W、IDBを用いて計測したMSP_{IDB}の平均値は 82.42 ± 23.03 Wであり、全被験者においてMSP_{DB}が大きな値を示していた (表4)。

IDBを用いて算出したMSPがDBを用いた場合に比べて低い値を示した要因として、負荷1以外の速度と張力間の2次曲線において1.0m/s以下の低速時に張力が負を示していることが考えられる (図4)。森ら⁴⁾は、DBにおける速度と張力間の回帰式において低速時には張力が負の値を示したと報告しているものの、0.5m/s以下で見られたと述べている。一方、IDBでは0.7m/s付近でも負の値を示しており、負の値の割合も大きい。これは、IDBはDBに比べて抵抗部分となる可動式抵抗翼の代表面積が大きくなっているが、フロート部分の浮力が伴っておらず、低速牽引時の本体の安定性に問題が生じ、このような結果になったものと考えられる。

両測定におけるMSPとMSVの関係では、DBを用いた場合の相関係数は $r = 0.817$ 、IDBを用いた場合の相関係数は $r = 0.930$ であった。また、MSP_{DB}とMSP_{IDB}の相関係数は $r = 0.953$ であり、有意な相関関係が認められた ($p < 0.05$, 図6)。DBも本研究で開発したIDBも簡易測定法のため、従来のような大掛かりな装置を用いて検出する泳パワー値と比較する必要がある。森ら⁴⁾が開発したDBは、大掛かりな牽引装置であるActive Drag Systemとの比較を行っており、両測定で得られたMSPの平均値はDBが 100.80 ± 20.88 W、ADSが 102.37 ± 11.63 Wであり、MSP値には差が見られず、相関関係も高い値を示していた。このため、DBを用いた泳パワー計測システムは、従来から用いられている泳パワー測定装置と同様の評価が可能である。このことから、本研究で開発したIDBを用いた泳パワー値は、従来の泳パワー測定装置と比べて低い値を示すことが明らかとなった。この理由として、低抵抗時の本体の安定性などの問題があると考えられる。今後は本

体の安定性を改善し、さらに本装置の検証を行っていく必要があると考えられる。

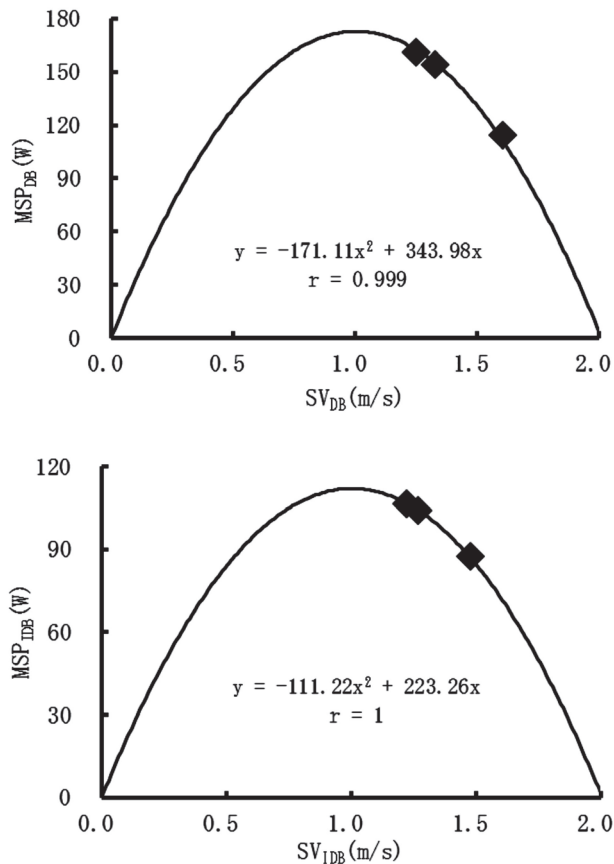


Fig.7 Relationship between SV and SP in the subject C

5. まとめ

本研究では、森ら⁴⁾が開発したDBの問題点を考慮して改良したIDBを作製し、IDBを用いた泳パワー計測システムを検証することを目的とした。その結果、以下のような知見が得られた。

- (1) 5段階の負荷において回帰式をそれぞれ算出したところ、全負荷において2次曲線を示した。相関係数は負荷1が0.994、負荷2が0.998、負荷3が0.996、負荷4が0.996、負荷5が0.991であり、全てにおいて高い相関関係 ($p < 0.01$) にあった。
- (2) MSP_{DB} と MSP_{IDB} の平均値は、それぞれ $116.03 \pm 38.13W$ 、 $82.42 \pm 23.03W$ であり、IDBの方が低い値を示していた。
- (3) MSP と MSV 間の相関係数はDBが0.817、IDBが0.930であった。両測定共に被験者数が4名と少なかったため有意な相関関係は認められなかったが、 MSV が高い選手ほど MSP も高い傾向にあった。

- (4) MSP_{DB} と MSP_{IDB} の間には有意な相関関係が認められた ($r=0.953$, $p < 0.05$)。

以上のことから、IDBを用いた MSP は競泳選手の泳パワー特性を評価できる可能性が示唆された。しかし、DBと比較して MSP 値が低い値を示しており、これは低速牽引時の本体の安定性に問題があるためであると考えられるため、今後はこの問題点を改善することにより、IDBを用いた泳パワー測定が可能になると推察される。

参考文献

- 1) Costill DL, King DS, Holdren A & Hargreaves M (1983) : Sprint speed vs. swimming power. *Swimming Technique* 20 (1) : 20-22.
- 2) Costill DL, Rayfield F, Kirwan J & Thomas T (1986) : A computer based system for the measurement of force and power during front crawl swimming. *J.Swimming Res.* 2 : 16-19.
- 3) 森誠護, 田口正公, 田場昭一郎 (2014) : 競泳4泳法における泳速度と推進力, 泳パワーの関係. *福岡大学スポーツ科学研究*44 (2) : 21-28.
- 4) 森誠護, 下野晃, 田口正公, 田場昭一郎 (2015) : 簡易型測定装置を用いた泳パワー計測の有用性. *水泳水中運動科学*18 (1) : 10-19.
- 5) 森谷暢, 吉村豊, 高橋雄介 (1995) : 競泳選手の競技力向上を目的とSemi-tethered Swimmingの活用. *トレーニング科学*7 (2) , 85-96.
- 6) 清水潤, 田口正公, 森誠護 (2004) : クロール泳におけるpassive drag, active drag, 最大泳パワーの男女差の検討. *福岡大学スポーツ科学研究*34 (1・2) :63-72.
- 7) 下永田修二, 田口正公, 田場昭一郎, 大城敏裕, 三浦望慶 (2002) : 簡易泳パワー計測システムの開発と検討. *簡易泳パワー計測システムの開発と検討. バイオメカニクス研究*6 (1) :15-23.
- 8) Shionoya A, Shibukura T, Koizumi M, Shimizu T, Tachikawa K, Hasegawa M & Miyake H (1999) : Development of Ergometer Attachment for Power and Maximum Anaerobic Power Measurement in Swimming. *Appl.Human Sci.* 18, 13-21.
- 9) 下永田修二, 田口正公, 田場昭一郎, 青柳美由季 (1998) : クロール泳におけるActive Dragの定量化の試み. *福岡大学体育研究*28 (2) :65-79.
- 10) 高木英樹, 野村照夫, 松井敦典, 南隆尚 (1997) :

日本人競泳選手の抵抗係数. 体育学研究41 : 484-491

- 11) 中村好男,武藤芳照,宮下充正 (1984) : 最大無酸素パワーの自転車エルゴメーターによる測定法 .Jpn.J.Sports Sci.3 (10) :834-839.
- 12) 森誠護, 下野晃, 田場昭一郎 (2017) : 競泳選手における簡易泳パワー測定法の妥当性. 九州共立大学研究紀要7 (2) : 11-16

Received date 2017年5月29日

Accepted date 2017年8月7日