

牽引グライド泳テストと泳パワーテスト、形態の相互関係

| | |
|-----|---|
| 著者 | 佐藤 進, 出村 慎一, 中田 征克, 北林 保, 元祐 謙吾, 春日 晃章 |
| 雑誌名 | サーキュラー = circular |
| 巻 | 60 |
| ページ | 53-61 |
| 発行年 | 1999-01-01 |
| URL | http://hdl.handle.net/2297/29368 |

牽引グライド泳テストと泳パワーテスト, 形態の相互関係

佐藤 進¹⁾ 出村 慎一²⁾ 中田 征克³⁾
北林 保⁴⁾ 元祐 謙吾⁵⁾ 春日 晃章⁶⁾

The interrelation among the glide test using tethered load device,
the swimming power test, and physique

Susumu SATO ¹ Shinichi DEMURA ² Masakatsu NAKADA ³
Tamotsu KITABAYASHI ⁴ Kengo MOTOSUKE ⁵ Kosho KASUGA ⁶

Abstract

The purposes of this study were to examine the relation between the glide test using tethered load device (glide test) and the swimming power test (power test) developed by Fox (1957), the interrelation among glide tests by different tethered load, and to examine the relationship between gliding ability and physique characteristics. The glide tests (2.5kg, 5kg, 7.5kg and 10kg) and the power test were administered to 48 college competitive swimmers. The partial correlations, considering sex difference, were calculated to examine the relation between the glide test and the power test, and between gliding ability and physique. Further, the Pearson's correlations were calculated to interrelation among glide tests. As the results of analyses, it was considered that the relation between the glide tests and the power test are moderate, and the power test does not reflect enough individual difference of gliding ability. In the glide test, the relations among 4 glide tests were very high ($r > 0.9$). In addition, the gliding distance increased as tethered load became greater. It was considered that the glide tests have high relation with body composition variables (under water weight, %BF and body density), but the power test dose not have high relation with these variables.

-
- 1) 金沢工業大学
2) 金沢大学教育学部
3) 金沢美術工芸大学
4) 金沢大学大学院
5) 金沢大学教育学部学校教員養成課程
6) 岐阜聖徳学園大学短期大学部

1. *Kanazawa Institute of Technology*
2. *Faculty of Education, Kanazawa University*
3. *Kanazawa College of Art*
4. *Graduate School, Kanazawa University*
5. *Course of Health and Physical Education,
Faculty of Education, Kanazawa University*
6. *Gifu Shoutoku Gakuen University Junior College*

緒 言

水中での身体移動は生産する推進力（推進力生産要因）の大きさとそれに伴う水抵抗の抑制能力に依存する⁵⁾。前者はトレーニングによる体力的・技術的要因の向上により後天的に改善が可能とされるが、後者は後天的には改善しにくく、その個人特有の生得的な要因（水泳適性要因）に依存すると仮定される。水泳適性要因にはいくつかの能力が関与するが、グライド泳能力もその一つである。グライド泳能力は、水抵抗を小さくする水中における身体調節能力であり、泳効率と密接に関与する。宮下¹⁵⁾によれば、浮力、重心のバランス、姿勢の取り方、個人が生まれながらに持っている動作の型の相違などにより人体水抵抗の個人差が生じる。

グライド泳能力はこれまで、一定の距離をより少ないストローク数で移動可能な能力として捉えられ、一定距離を泳ぐ際に要したストローク数により評価がなされてきた^{4, 8)}。しかし、このテストの場合、体力やストローク技術の優劣など推進力生産要因がテスト結果に大きく反映されるため、必ずしも正確にグライド泳能力を捉えているとはいえない。

我々は、この点を考慮し、牽引装置を用いたグライド泳テストを開発した。このテストの場合、牽引負荷の落下によって生じる力により推進力を与えるため、全ての被験者に一定の推進力を与えることができることに加え、移動距離には被験者の水抵抗の抑制能力が反映されると仮定できる。また、類似したグライド泳テストとして、Fox¹⁾の水中パワーテスト（以下、泳

パワーテスト）がある。これは、水中で壁を蹴った後、けのび姿勢のまま水中を進んだ距離を計測するテストであり、簡便で多人数を測定可能であることから、これまでグライド泳能力の評価に用いられている^{4, 7)}。しかし、このテストは、我々が開発したグライド泳テストと部分的に類似しているが、壁を蹴った力を推進力とするため、脚力や壁を蹴ったり水中に潜る技術がテスト結果に影響する点で異なる。

本研究では、まず、我々が開発した牽引グライド泳テストと泳パワーテストを用いて、負荷の異なる牽引グライド泳テスト相互の関係、牽引グライド泳テストと泳パワーテストとの関係を検討する。加えて、グライド泳能力と形態属性との関係を分析し、総合的に牽引グライド泳テストの有効性について検討することを目的とした。

方 法

1. 被験者

本研究の被験者は、大学競泳選手48名（男子34名、女子14名）であった。被験者の身体特性は表1に示した。

2. グライド泳テスト

1) 牽引グライド泳テスト（図1-1, 2）

牽引グライド泳テストでは、4種類の負荷（2.5kg, 5.0kg, 7.5kg, 10.0kg）を高さ2mから落下させた時に生じる力により牽引された身体移動距離を測定する。負荷の落下により牽引された身体は前方に移動するが、身体の移動に伴い水抵抗が発生し、推進力は抑制され、や

表1. 被験者の体格特性および性差（男子34名、女子14名）

| | 男 子 | | 女 子 | | t-value |
|------|-------|------|-------|------|---------|
| | Mean | SD | Mean | SD | |
| 身長 | 172.4 | 6.14 | 160.6 | 4.32 | 6.42 ** |
| 体重 | 64.1 | 8.38 | 52.4 | 4.71 | 5.98 ** |
| 胸囲 | 91.2 | 4.69 | 85.9 | 3.99 | 3.62 ** |
| 水中体重 | 2.8 | 0.71 | 1.3 | 0.40 | 9.12 ** |
| 身体密度 | 106.3 | 1.31 | 104.1 | 0.83 | 5.79 ** |
| 体脂肪率 | 15.5 | 5.35 | 24.7 | 3.49 | 5.79 ** |

注) *:p<0.05, **:p<0.01

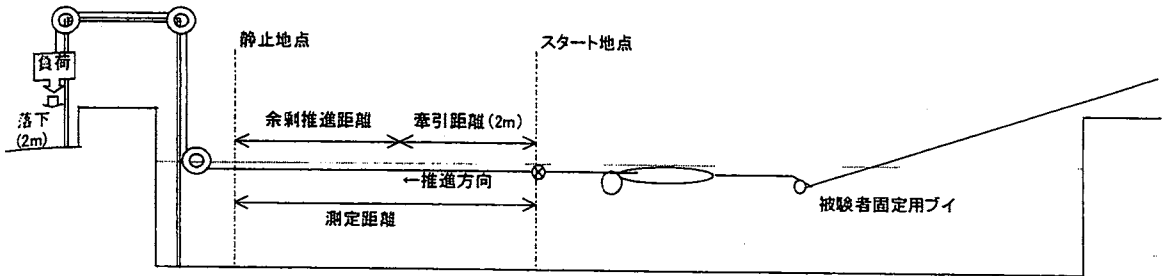


図1-1. 実験器具および測定方法（真横から）

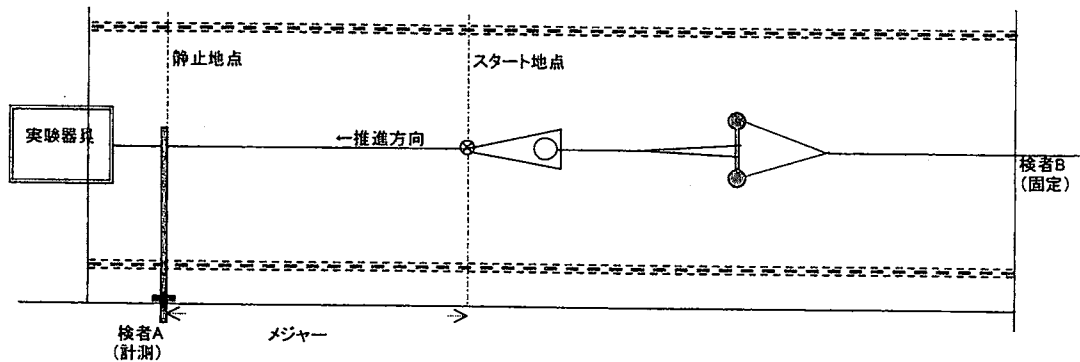


図1-2. 実験器具および測定方法（真上から）

がて身体の移動は停止する。身体は負荷の移動距離（2m）を移動後、余剰推進力により水面上を移動する。本テストでは、この余剰移動距離にグライド泳能力を反映した個人差が生じると仮定した。すなわち、同一負荷により牽引した際の移動距離が長い者ほど、グライド泳能力に優れると仮定した。また、負荷が重くなるにしたがい、牽引時の速度は高くなり、身体移動時の水抵抗も増大する。したがって、牽引の強度（速度の速さ）の違いによるグライド泳能力の影響を検討するために、上述の4種類の負荷を用いた。

テスト器具として、被験者を牽引するためのワイヤー、牽引負荷装置、姿勢制御装置の3つを準備し、図1-1, 2のように取り付けた。ワイヤーには、一方に被験者が握る把握バーを、もう一方には牽引負荷を装着した。牽引負荷装

置は、ワイヤーに装着した負荷の落下によって、常に一定の力で被験者を牽引する。姿勢制御装置は、被験者が水面上で足を掛けることにより、ワイヤーの把握バーを握りながらグライド姿勢をとった状態で、水面上に静止できるようにしている。

テスト方法は次の手順で行った。1) 検者Aは実験に先立ちワイヤーに負荷を取りつけておく。2) 被験者は、プールに入り把握バーを握り、姿勢制御装置に足を掛け、蹴伸び姿勢をとる。3) 検者Bの指示に従い、呼吸を整えた後、姿勢制御装置から足首を真っ直ぐに伸ばす。4) 測定状態が整った時点で検者Aが負荷を落下させる。5) 検者Bは被験者と並行して移動し、被験者の身体が静止するまでの移動距離を計測する。測定部位は把握バーの位置とする。ただし、被験者が静止する前に以下の条件に該

当した場合は測定を中止し、再度実施した。すなわち、①被験者の足がプールの底に着いた場合、②被験者の胴体が進行方向に対して90度以上傾いた場合、③被験者が仰向けの状態になった場合、④被験者の身体の一部がコースロープに接触した場合。なお、被験者の着衣は、市販されている競泳用着、スイムキャップ（ゴム製）、スイムゴーグルを、それぞれ着用した。尚、試行数はそれぞれの牽引負荷について2試行実施した。

2) 泳パワーテスト

本研究ではさらに、Fox⁷⁾の泳パワーテストを用いた。これは、被験者が壁を蹴った力を利用して、けのび姿勢により水中を移動した距離を測定するテストである。移動距離は、壁から推進力がなくなり静止した地点における被験者の指先までの距離を計測した。測定中止条件、測定回数、被験者の着衣は、牽引グライド泳テストと同様とした。

3. 形態項目

本研究では、形態項目として、身長、体重、胸囲、水中体重の4項目を測定した。また水中体重の結果より、Brozekの推定式を用いて体脂肪量、体脂肪率、身体密度の3項目を算出した。

4. 解析方法

両グライド泳テストの信頼性を検討するために、同一検者が実施した2試行の測定値について一要因にのみ対応のある二要因（個体×試行）分散分析を行い、以下の式を用いて信頼性係数 Re を算出した。

$$Re = (MSa - MSe) / MSa = 1.0 - MSe / MSa$$

$$MSe = (SSb + SSR) / (dfb + dfr)$$

SSa: 個人間変動,

dfa: 個人間変動の自由度, $MSa = SSa / dfa$

SSb: 試行間変動,

dfb: 試行間変動の自由度, $MSb = SSb / dfb$

SSr: 残差変動, dfr: 残差変動の自由度

牽引グライド泳テストの測定値について、二要因（性×牽引負荷）分散分析を実施し、有意な主効果が認められた場合には多重比較検定（TukeyのHSD法）を行った。各牽引負荷におけるグライド泳テスト相互間の関係を検討するために、Pearsonの相関係数を算出した。また、牽引グライド泳テストと泳パワーテストとの関係、および両グライド泳テストと形態項目との関係を検討するために、性の影響を考慮した偏相関係数を算出した。本研究の有意水準は5%とした。

結 果

1. 両グライド泳テストの信頼性

各牽引負荷を用いた時の牽引グライド泳テスト（以下、グライド泳テスト）および泳パワーテストの信頼性を検討した結果、いずれのグライド泳テストにおいても0.95以上の高い信頼性係数が得られた。

2. グライド泳テスト

グライド泳テストについて、二要因（性×牽引負荷）分散分析を行った結果（表2）、両要因とも有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果、いずれの牽引負荷を用いた場合も女子のグライド距離の方が男子よりも有意に大きな値であった。グライド距離は男女とも、10.0kg、7.5kg、5.0kg、2.5kgの順に有意に大きな値を示した。

牽引負荷の異なるグライド泳テスト相互間の相関係数を算出した結果（表3）、0.9以上の有意な高い値を示した。図2-1~6には、各牽引負荷でのグライド泳テスト相互間における測定値の相関図を示した。

3. グライド泳テストと泳パワーテストとの関係

グライド泳テストと泳パワーテストとの関係を検討した結果（表3）、いずれの負荷においても0.515以上の有意な相関係数が認められた。グライド泳テストの測定値に有意な性差が認められたことから、性による影響を考慮し、グラ

表2. グライド泳テストの性差および牽引負荷間の差

| | 男子 (34名) | | 女子 (14名) | | 二要因分散分析 | 多重比較検定 |
|---------|----------|--------|----------|--------|-------------------|---|
| | Mean | S D | Mean | S D | | |
| 2.5kg | 520.9 | 148.60 | 742.6 | 113.60 | 牽引負荷 性 交互作用 | 94.8** 14.9** 0.06ns 10kg>7.5kg>5kg>2.5kg 女子>男子 |
| 5.0kg | 609.1 | 154.90 | 851.3 | 100.80 | | |
| 7.5kg | 693.9 | 170.80 | 909.9 | 117.40 | | |
| 10.0kg | 721.0 | 146.10 | 950.2 | 111.00 | | |
| 泳パワーテスト | 1127.4 | 201.50 | 1157.1 | 169.20 | 性差: ns# | |

注) #: t-testの結果、有意差は認められなかった。 **:p<0.01, ns:有意差なし

表3. グライド泳テスト相互間の関係

| | 2.5kg | 5.0kg | 7.5kg | 10.0kg |
|---------------|---------|---------|---------|---------|
| 2.5kg | | | | |
| 5.0kg | 0.945** | | | |
| 7.5kg | 0.913** | 0.937** | | |
| 10.0kg | 0.945** | 0.924** | 0.942** | |
| 泳パワーテスト | 0.566** | 0.515** | 0.592** | 0.607** |
| 泳パワーテスト (偏) # | 0.656** | 0.609** | 0.654** | 0.712** |

注) #: 性による影響を考慮した偏相関係数 **:p<0.01

表4. グライド泳テストと形態との関係 (偏相関係数)

| | 2.5kg | 5.0kg | 7.5kg | 10.0kg | パワーテスト |
|------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|
| 身長 | -0.159 | -0.145 | -0.040 | -0.114 | 0.302 |
| 体重 | -0.088 | -0.016 | 0.112 | -0.018 | 0.333 * |
| 胸囲 | -0.032 | -0.012 | 0.119 | 0.031 | 0.412 * |
| 水中体重 | -0.430 ** | -0.495 ** | -0.470 ** | -0.364 * | -0.072 |
| 体脂肪率 | 0.304 * | 0.414 ** | 0.459 ** | 0.329 * | 0.217 |
| 身体密度 | -0.304 * | -0.414 ** | -0.459 ** | -0.329 * | -0.230 |

注) 表中の値は、性の影響を考慮した偏相関係数 *:p<0.05, **:p<0.01

イド泳テストと泳パワーテストとの偏相関係数を算出した。解析の結果、0.609以上の有意な値が認められた。図3-1~4には各牽引負荷でのグライド泳テストと泳パワーテストにおける測定値の相関図を示した。

4. 牽引グライド泳テスト、泳パワーテストと形態との関係

形態項目において有意な性差が認められたことから、性の影響を考慮した偏相関係数により牽引グライド泳テストと形態の関係について検

討した(表4)。分析の結果、グライド泳テストは全ての負荷において体組成変数(水中体重、体脂肪率、身体密度)と有意な関係が認められた。泳パワーテストは、体重と胸囲との間のみ有意な関係が認められた。

考 察

本研究では、我々が開発したグライド泳テストと従来よりグライド泳能力を評価する簡便法として用いられている泳パワーテスト⁷⁾の両グライド泳テストを用い、異なる負荷におけるグ

ライド泳テスト相互の関係、および両ガイド泳テスト相互の関係を検討すること、加えて、ガイド泳能力と形態属性との関係について分析し、総合的に牽引ガイド泳テストにおける有効性について検討することを目的としている。ガイド泳テストおよび泳パワーテストにおける信頼性係数は高値を示したことから、本研究で用いた評価値の信頼性は高いと考えられる。

ガイド泳能力は、水中を移動する際の水抵抗をより小さくする水中での身体調節能力であり、泳効率と密接に関係する。従来の Fox¹⁾ による泳パワーテストは、グライディングのための推進力を被験者自らが壁を蹴ることにより生み出すため、その測定値には、被験者の脚力や壁を蹴る技術などが影響する。一方、我々が開発したテストは、いずれの被験者に対しても一定の推進力を与えることができる点で、より統制された条件下でガイド泳能力を測定できると考えられる。

ガイド泳テストによる評価と泳パワーテストによる評価とを比較した結果、ガイド泳テストでは、測定値に有意な性差が認められ、女子の方が男子よりも優れる傾向を示したのに対し、泳パワーテストによる評価では有意な性差は認められなかった。また、ガイド泳テストと泳パワーテストとの関係について検討した結果、異なる負荷を用いた場合のガイド泳テスト相互間の関係は非常に高かった ($r \geq 0.987$) のに対し、ガイド泳テストと泳パワーテストとの関係は性による影響を取り除いた場合でも中程度 ($0.609 \leq r \leq 0.712$) の関係しか認められなかった。これらの結果は、前述した両テストの測定法の違いによるものと考えられる。

図3-1~4は、ガイド泳テストと泳パワーテストにおける相関図を負荷ごとに示している。これをみると、相関係数の値からもわかるように、泳パワーテストによる評価とガイド泳テストによる評価はある程度の対応関係にある。しかし、特に女子の場合、泳パワーテストの測定値はガイド泳テストの測定値と比較して、同水準に分布する傾向にある。一方、各牽引ガイド泳テスト相互の測定値における相関図を

みてもわかるように(図2-1~6)、牽引ガイド泳テストの場合、いずれの牽引負荷においても、ガイド泳能力の個人差が測定値に反映されている。このことは、ガイド泳テストで評価可能なガイド泳能力の個人差が泳パワーテストでは十分に反映されない可能性を示唆している。

さらに、ガイド泳テストにおける測定値の特性を分析すると、ガイド泳テストでは有意な性差および牽引負荷による差が認められた。今回、牽引負荷として、2.5kg、5kg、7.5kg、10.0kgの4種類を用いた。水中では、推進力の自乗に比例して水抵抗が大きくなるため、牽引負荷が重く推進力が大きいほど、身体が受ける水抵抗も大きくなる。しかし、本研究の結果からは、測定値にそのような相反関係による影響は特に認められず、牽引負荷が重いほど水中移動距離も長くなる傾向にあった。また、牽引負荷相互の関係は高く、いずれの負荷を用いてもガイド泳能力が同様に評価できると考えられる。テストの実用性を考慮した場合には、今後、さらに測定条件について検討し、これら4つの牽引負荷からよりガイド泳能力の評価に有効な負荷を吟味する必要があると考えられる。

本研究では両ガイド泳テストと形態属性との関係についても検討している。本研究で用いた形態項目(身長、体重、胸囲、水中体重、体脂肪率、身体密度)はいずれも有意な性差が認められたことから、両ガイド泳テストと形態属性との関係の検討には、性を考慮した偏相関係数を用いた。ガイド泳テストはいずれの負荷においても体組成変量(水中体重、体脂肪率、身体密度)とのみ有意な関係を示したのに対し、パワーテストは、体組成変量とは有意な関係が認められず、体重および胸囲とのみ有意な関係を示した。

ガイド距離を延ばすには、大きな推進力を生み出すことと、水抵抗の少ない水中姿勢を保持することが重要である。水中において水抵抗の少ない水平姿勢を保持するには、両足が沈まないことが重要であり、これには、体脂肪の量や分布の仕方が影響する^{12, 18)}。牽引によるグ

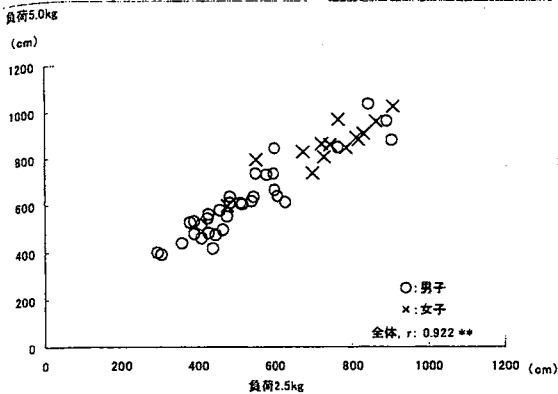


図2-1 負荷2.5kgと負荷5.0kgのグライド距離間の関係

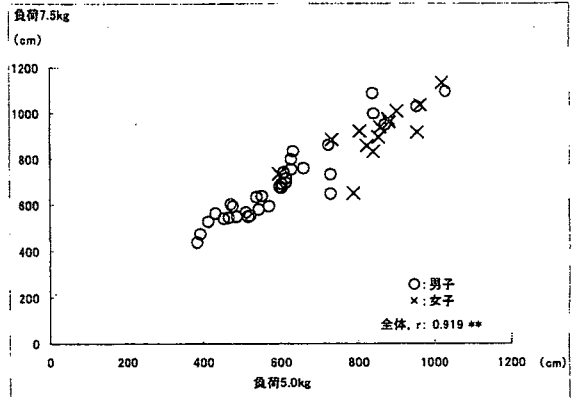


図2-4 負荷5.0kgと負荷7.5kgのグライド距離間の関係

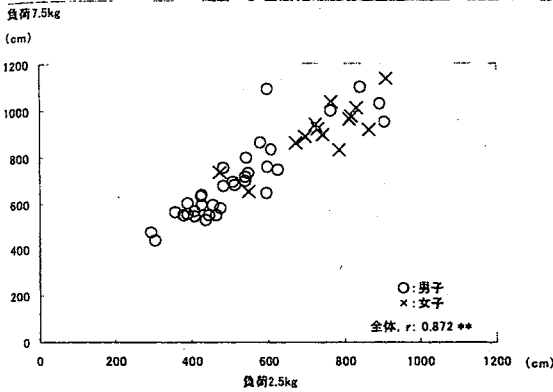


図2-2 負荷2.5kgと負荷7.5kgのグライド距離間の関係

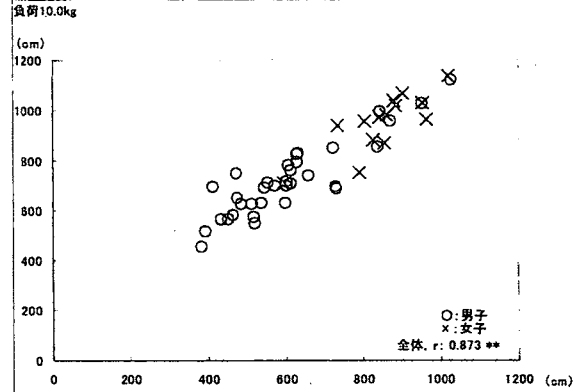


図2-5 負荷5.0kgと負荷10.0kgのグライド距離間の関係

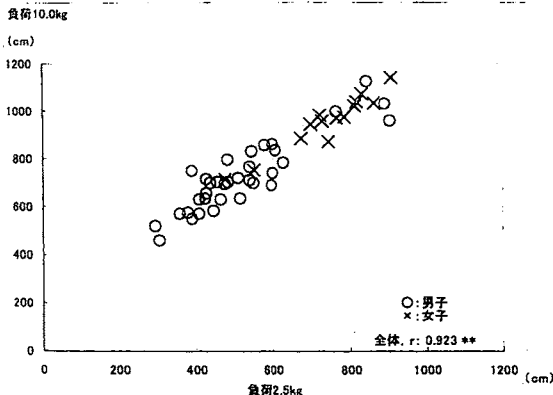


図2-3 負荷2.5kgと負荷10.0kgのグライド距離間の関係

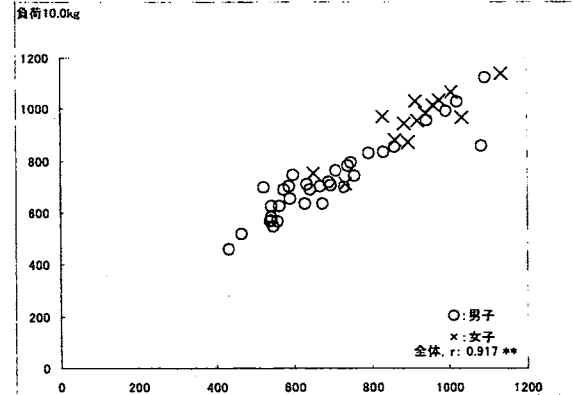


図2-6 負荷7.5kgと負荷10.0kgのグライド距離間の関係

注) **: $p < 0.01$

ライド泳テストでは、推進力は一定であるため、いかに水抵抗の少ない水中姿勢を保持するかが測定値の優劣に大きく影響する。一方、泳パワーテストは水抵抗の小さい姿勢をつくることに

加え、自ら生み出した推進力の大きさも測定値に影響する。水中で水平姿勢を保持するという点では、脂肪量が多いことは有利に作用するが、さらにより少ない水抵抗で水中を移動すること

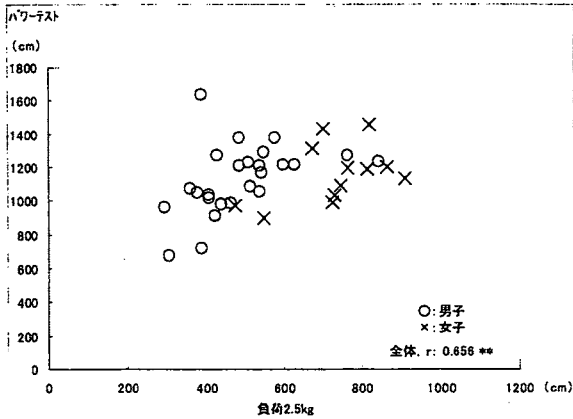


図3-1 負荷2.5kgとパワーテストのクライト距離間の関係

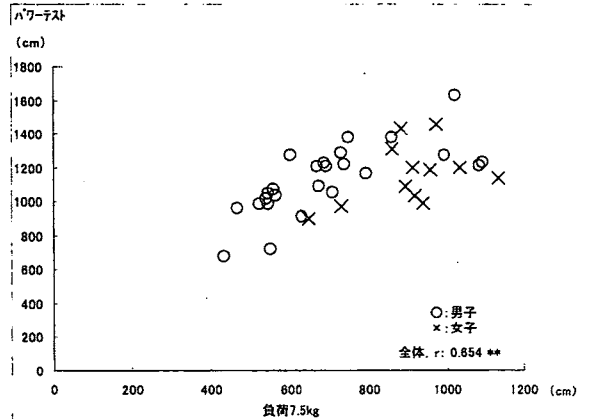


図3-3 負荷7.5kgとパワーテストのクライト距離間の関係

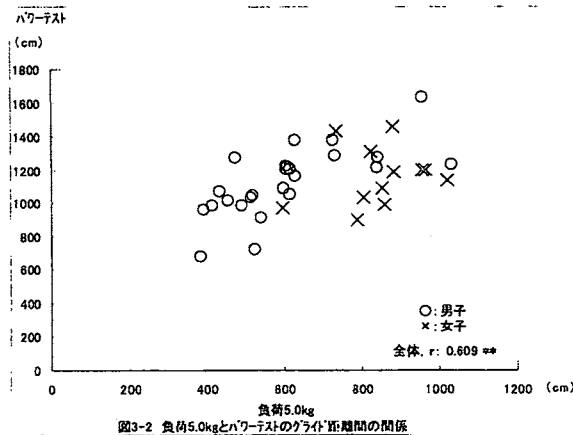


図3-2 負荷5.0kgとパワーテストのクライト距離間の関係

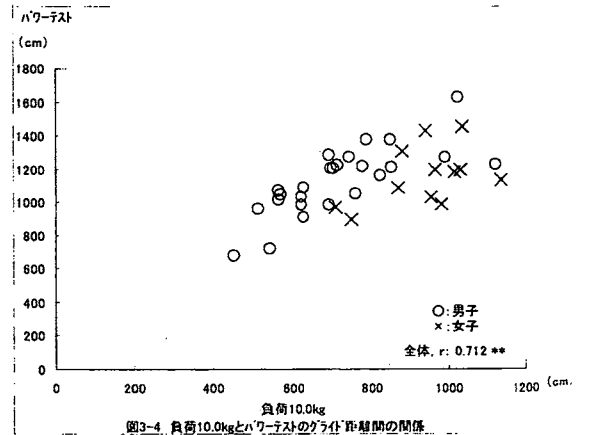


図3-4 負荷10.0kgとパワーテストのクライト距離間の関係

注) **: $p < 0.01$

が要求された場合、単に脂肪量が多いほどよいというわけではなく、脂肪量が多いことが水抵抗を大きくしてしまう可能性もある。いずれにしても、これらの要因が、今回、体脂肪に関するこれらの変量と有意な関係が認められた理由の一つと考えられる。

しかし、形態属性には、本研究で用いた項目だけではなく、四肢の長育や周育に関する項目もあることに加え、男女において特徴が異なると考えられることから、今後、グライド泳能力と形態との関係やその性差について、より大きな標本を用いて詳細に検討する必要があると考えられる。

まとめ

本研究の結果以下のことが明らかにされた。

1. 牽引グライド泳テストによる評価と泳パワーテストによる評価との関係は中程度であり、泳パワーテストはグライド泳能力の個人差を十分に反映しない。
2. 異なる牽引負荷を用いた場合のグライド泳テスト相互間の関係は高く、牽引負荷の増加に伴い、身体の移動距離も増加する。
3. 牽引グライド泳テストは体組成に関する形態変量との関係が高いが、泳パワーテストとこれらの形態変量との関係は低い。

文 献

- 1) Brace, D. K. (1941) Studies in the rate of learning gross bodily motor skills. *Research Quarterly* 12-2: 181-185.
- 2) 出村慎一 (1986) 大学競泳選手の体格、体力、及び水泳技能の性差. *体育学研究* 31-2:151-161.
- 3) 出村慎一・長澤吉則 (1994) 筋力発揮調整能テストの作成：統計的妥当性、信頼性及び客観性の検討. *体育学研究* 39:176-188.
- 4) 出村慎一 (1995) 大学競泳選手におけるグライド泳と形態・泳スピードとの関係及びその性差. *金沢大学教育学部紀要 自然科学編* 44:1-10.
- 5) 出村慎一・村瀬智彦 (1999) 健康・スポーツ科学入門. 大修館書店(東京) pp. 60-63.
- 6) Elmer A. Gross and Hugh L. Thompson (1957) Relationships of dynamic balance to speed and to ability in swimming. *Research Quarterly* 28-4:342-346.
- 7) Fox, M. G. (1957) Swimming power test. *Research Quarterly* 28:233-237.
- 8) Hewitt, J. E. (1948) Swimming achievement scale scores for college men. *Research Quarterly* 21: 170-179.
- 9) 池上晴夫・重枝武司・久山順子・野村武男・黒川隆志・後藤慎二 (1983) 水泳における浮くためのエネルギーと推進のための男女比較. *体育学研究* 28-1:33-42.
- 10) John D. Brock, Walter A. Cox, and Erastus W. Pennock (1941) Motor fitness (Athletic performance as indicators of fitness). *Research Quarterly* 12-3:407-415.
- 11) 鞆田幸徳・宮下充正・高橋伍郎 (1964) 人体水抵抗に関する研究. 1963年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 1-16.
- 12) 北 一郎・出村慎一・矢部俊政 (1987) 浮力と水泳パフォーマンスの関係: *Journal of Sports Science* 12:37-41.
- 13) 野村照夫・松浦義行 (1987) 水泳パフォーマンスに關与する能力の抽出とその相対的貢献度—大学男子一流水泳選手の場合—. *体育学研究* 31-4:293-303.
- 14) Peter V. Karpovich (1933) Water resistance in swimming. *The Research Quarterly of the A. P. E. A.*, 4-3: 21-28.
- 15) 宮下充正 (1970) 水泳の科学 キネシオロジーと指導への応用. 杏林書院(東京) pp. 72-103.
- 16) 長澤吉則・出村慎一・吉村喜信 (1992) サッカーのドリブル技能テストの作成. *北陸体育学会紀要* 28:11-16.
- 17) 松浦義行 (1993) 数理体力学, 朝倉書店(東京) pp. 15-20.
- 18) 佐藤 進・出村慎一 (1995) 各種浮漂課題の成効率とその性差. *CIRCULAR* 56:53-61.