

水泳におけるプルの能力と泳力

鎌田安久*・栗林 徹*・山下芳男*・北田雅子**

(1994年10月14日受理)

I 序 論

水泳は、陸上運動とは異なり水中で水平位になって水抵抗を少なくし、腕と脚をおもに動かし移動する特性を持っており、このときの腕と脚の動作は、水中で行うことによって受ける抵抗と揚力の結果から推進力を生むのみならず、浮力、バランス、舵取の機能をもつことから¹⁷⁾、重要な要素であると考えられる。そのため、腕のかき(プル)や脚のけり(キック)の関係や役割については、競泳選手を対象として、そのスピードの全体への貢献度^{11),13),16)}や推進力^{4),5),10),14)}、エネルギー消費と効率^{1),6)}、効力や揚力^{2),15)}についてこれまで研究が行われている。そのなかで、鎌田ら⁹⁾は、一般学生を対象に初心者指導の導入段階や部分練習として実施されているバタ足キックやドル平キック、蛙足キックの能力をどの程度向上させたらよいかの目安について比較検討し報告している。さらにこの水泳における脚のけり(キック)の能力同様、水泳の重要な要素である腕のかき(プル)の能力について、泳力との関係を明確にすることは重要であると考えられる。

そこで本研究では、年齢19歳から22歳までの健康な大学生130名を対象に、50m・22mのクロールや平泳ぎ、背泳のタイムとそれぞれのプルのみで22m泳いだタイムを測定し検討することによって、水泳の各種プルの能力が泳力とどのような関係にあるかを明確にすることを目的とした。

II 実験方法

被験者は、19歳から22歳までの健康な大学生男子50名女子80名計130名で、クロール・平泳ぎ・背泳の各泳法で最低50m泳が可能なものとした。実験は、1993年7月21日、岩手大学の50mプールで行った。実験時間中の気温は平均25℃、平均水温22℃であった。

被験者にはクロール・平泳ぎ・背泳のうち最も得意とする泳法を選択させ、①50m泳、②22m泳、③22mプルのみの泳ぎの3条件で泳がせタイムを計測した。

①50mクロール・平泳ぎ・背泳のタイム

飛込台からスタートの合図で逆飛び込みさせ、50mをクロール(対象：男子35名・女子42名)、平泳ぎ(対象：男子13名・女子31名)及び背泳(対象：男子2名・女子7名)のいずれかの泳法で1回泳がせストップウォッチを用いて0.1秒単位で計測した。

* 岩手大学教育学部

** 筑波大学体育研究科

②22mクロール・平泳ぎ・背泳のタイム及び③22mプルのみでの泳ぎのタイム：クロールのみでの泳ぎ（以下クロールプル泳と略記する）・平泳ぎのプルのみでの泳ぎ（以下平泳ぎプル泳と略記する）・背泳のプルのみでの泳ぎ（以下背泳プル泳と略記する）

50mクロール・平泳ぎ・背泳のタイム測定と同じ被験者に同種目について測定した。幅22mのプールの側面の壁をスタートの合図で蹴ってスタートさせ、22mをクロール・クロールプル泳（対象：男子35名・女子42名）、平泳ぎ・平泳ぎプル泳（対象：男子13名・女子31名）、背泳・背泳プル泳（対象：男子2名・女子7名）の全体泳・プル泳で1回ずつ泳がせストップウォッチを用いて0.1秒単位で計測した。ただし、クロールプル泳・平泳ぎプル泳・背泳プル泳については、ビート板を長軸方向に、縦に両大腿部と膝ではさませた条件で泳がせて測定した。

以上の方法で得たデータを、大型コンピュータ（S A S）やパーソナルコンピュータ（Lotus123）を用いて、相関分析・分散分析及びTテストによる有意差検定を行った。尚、クロールと平泳ぎにおける泳速別グループ間の比較については、対象とした被験者の22mクロールと22mクロールプル泳の泳速の各平均値、22mの平泳ぎと平泳ぎプル泳の泳速の各平均値を基準として、クロール及び平泳ぎにおいてそれぞれ以下の条件で4つのグループに分けて検討した。

Aグループ：全体泳とプル泳の泳速が平均値よりも速い（Fast型）

Bグループ：全体泳の泳速は平均値よりも速いがプル泳の泳速は平均値よりも遅い（Total型）

Cグループ：全体泳の泳速は平均値よりも遅いがプル泳の泳速は平均値よりも速い（Pull型）

Dグループ：全体泳とプル泳の泳速が平均値よりも遅い（Slow型）

Ⅲ 実験結果

1. クロールの泳力とクロールプル泳の泳速の関係

図1は、50mクロールと22mクロールとの泳速の関係について、男女の表記を区別し示している。50mクロールの平均泳速は1.02m/sec（ $N=77$ ， $S D \pm 0.21$ ）で、男子の平均泳速は1.12m/sec（ $N=35$ ， $S D \pm 0.19$ ）、女子の平均泳速は0.94m/sec（ $N=42$ ， $S D \pm 0.18$ ）であり、泳速の男女差については統計的に有意に認められた（ $T=4.13$ $p < 0.001$ ）。22mクロールの平均泳速は1.16m/sec（ $N=77$ ， $S D \pm 0.19$ ）で、男子の平均泳速は1.28m/sec（ $N=35$ ， $S D \pm 0.17$ ）、女子の平均泳速1.06m/sec（ $N=42$ ， $S D \pm 0.15$ ）であり、泳速の男女差については統計的に有意に認められた（ $T=6.10$ $p < 0.001$ ）。また、50mクロールと22mクロールとの泳速の間には、統計的に有意な相関関係が認められ（ $N=77$ ， $r=0.94$ ， $p < 0.001$ ）、50mクロールが可能なもので泳速が速いものは22mクロールの泳速も速かった。

図2は、22mクロールと22mクロールプル泳の泳速の関係について、泳速を基準とした4つのグループ（A：Fast型・B：Total型・C：Pull型・D：Slow型）の表記を区分し示している。グループ分けの基準となる22mクロールの平均泳速は図1同様1.16m/sec（ $N=77$ ， $S D \pm 0.19$ ）で、男子の平均泳速は1.28m/sec（ $N=35$ ， $S D \pm 0.17$ ）、女子の平均泳速は1.06m/sec（ $N=42$ ， $S D \pm 0.15$ ）であり、泳速の男女差については統計的に有意に認められた（ $T=6.10$ $p < 0.001$ ）。グループ分けの基準となる22mクロールプル泳の平均泳速は、1.04m/sec

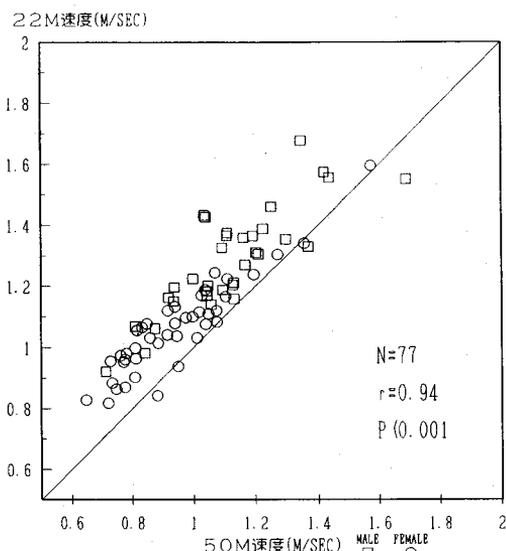


図1 50mクロールと22mクロールとの泳速の関係

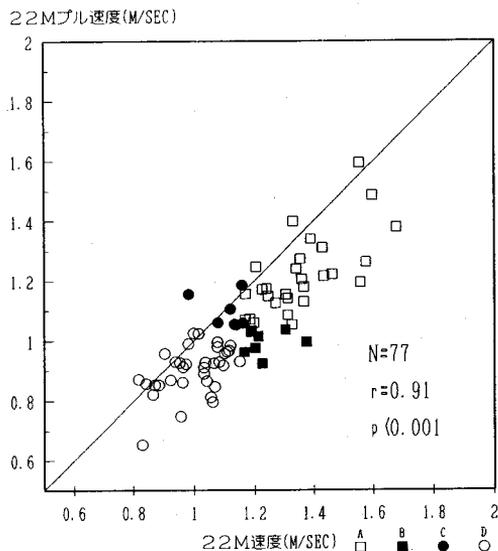


図2 22mクロールと22mクロールブル泳の泳速の関係

($N=77$, $SD \pm 0.17$) で、男子の平均泳速は 1.14m/sec ($N=35$, $SD \pm 0.16$), 女子の平均泳速は 0.97m/sec ($N=42$, $SD \pm 0.14$) であり、泳速の男女差については統計的に有意に認められた ($T=4.93$ $P<0.001$)。また、22mクロールと22mクロールブル泳との泳速の間には、統計的に有意に相関関係が認められ ($N=77$, $r=0.91$, $P<0.001$), 22mクロールの泳速が速いものは22mクロールブル泳の泳速も速い傾向がみられた。

2. 平泳ぎの泳力と平泳ぎブル泳の泳速の関係

図3は、50m平泳ぎと22m平泳ぎとの泳速の関係について、男女の表記を区別し示している。50m平泳ぎの平均泳速は 0.82m/sec ($N=44$, $SD \pm 0.12$) で、男子の平均泳速は 0.89m/sec ($N=13$, $SD \pm 0.09$), 女子の平均泳速は 0.79m/sec ($N=31$, $SD \pm 0.12$) であり、泳速の男女差については統計的に有意に認められた ($T=2.56$ $P<0.05$)。22m平泳ぎの平均泳速は 0.88m/sec ($N=44$, $SD \pm 0.11$) で、男子の平均泳速は 0.95m/sec ($N=13$, $SD \pm 0.07$), 女子の平均泳速は 0.85m/sec ($N=31$, $SD \pm 0.11$) であり、泳速の男女差については統計的に有意に認められた ($T=2.98$ $P<0.01$)。また、50m平泳ぎと22m平泳ぎとの泳速の間には、統計的に有意な相関関係が認められ ($N=44$, $r=0.91$, $P<0.001$), 50m平泳ぎが可能なもので泳速が速いものは22m平泳ぎの泳速も速かった。

図4は、22mの平泳ぎと平泳ぎブル泳との泳速の関係について、泳速を基準とした4つのグループ (A:Fast型・B:Total型・C:Pull型・D:Slow型) の表記を区別し示している。グループ分けの基準となる22m平泳ぎの平均泳速は図3同様 0.88m/sec ($N=44$, $SD \pm 0.11$) で、男子の平均泳速は 0.95m/sec ($N=13$, $SD \pm 0.07$), 女子の平均泳速は 0.85m/sec ($N=31$, $SD \pm 0.11$) であり、泳速の男女差については統計的に有意に認められた ($T=2.98$ $P<0.01$)。グループ分けの基準となる22m平泳ぎブル泳の平均泳速は 0.64m/sec ($N=44$, SD

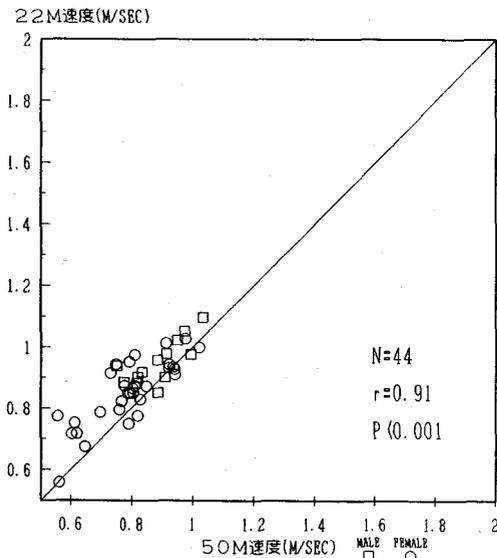


図3 50m平泳ぎと22m平泳ぎとの泳速の関係

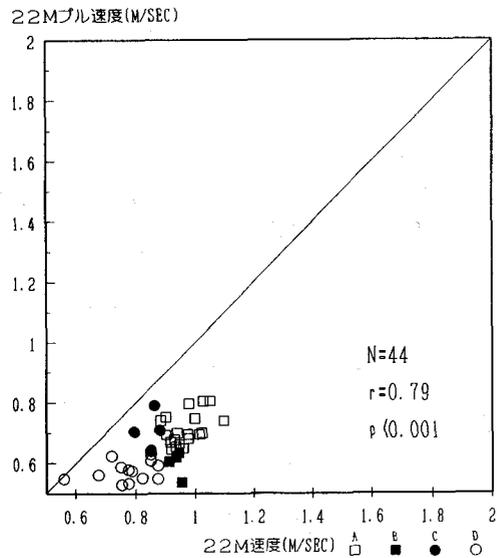


図4 22m平泳ぎと22m平泳ぎプル泳との泳速の関係

±0.09) で、男子の平均泳速は0.71m/sec (N = 13, S D ±0.05), 女子の平均泳速は0.61m/sec (N = 31, S D ±0.09) であり、泳速の男女差については統計的に有意に認められた (T = 3.82 p < 0.001)。また、22m平泳ぎと22m平泳ぎプル泳との泳速の間には、統計的に有意な相関関係が認められ (N = 44, r = 0.79, p < 0.001), 22m平泳ぎの泳速が速いものは22m平泳ぎプル泳の泳速も速い傾向が認められた。

3. 背泳の泳力と背泳プル泳の泳速の関係

図5は、50m背泳と22m背泳との泳速の関係について、男女の表記を区別し示している。50m背泳の平均泳速は0.82m/sec (N = 9, S D ±0.16) で、男子の平均泳速は0.98m/sec (N = 2, S D ±0.20), 女子の平均泳速は0.77m/sec (N = 7, S D ±0.13) であり、泳速の男女差については統計的に認められなかった (T = 1.76 N S)。22m背泳の平均泳速は0.91m/sec (N = 9, S D ±0.17) で、男子の平均泳速は1.02m/sec (N = 2, S D ±0.20), 女子の平均泳速は0.87m/sec (N = 7, S D ±0.16) であり、泳速の男女差については統計的に認められなかった (T = 1.10 N S)。また、50m背泳と22m背泳との泳速の間には、統計的に有意な相関関係が認められ (N = 9, r = 0.94, p < 0.001), 50m背泳が可能なもので泳速が速いものは22m背泳の泳速も速かった。

図6は、22mの背泳と22m背泳プル泳との泳速の関係について、泳速を基準とした4つのグループ (A : Fast型・B : Total型・C : Pull型・D : Slow型) の表記を区別し示している。22m背泳の平均泳速は図5同様0.91m/sec (N = 9, S D ±0.17) で、男子の平均泳速は1.02m/sec (N = 2, S D ±0.20), 女子の平均泳速は0.87m/sec (N = 7, S D ±0.16) であり、泳速の男女差については統計的に認められなかった (T = 1.10 N S)。22m背泳プル泳の平均泳速は0.66m/sec (N = 9, S D ±0.21) で、男子の平均泳速は0.92m/sec (N = 2,

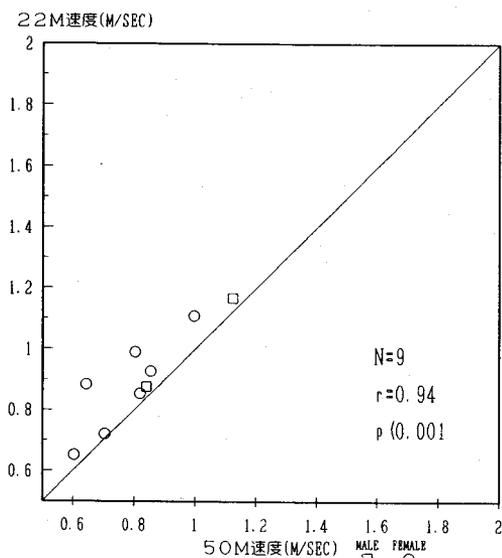


図5 50m背泳と22m背泳との泳速の関係

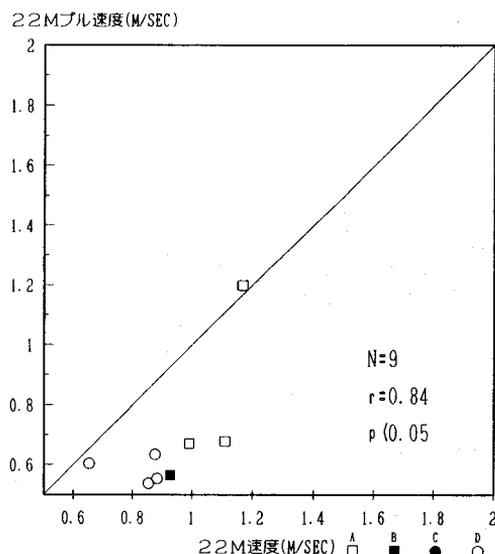


図6 22m背泳と22m背泳プル泳との泳速の関係

S D \pm 0.40), 女子の平均泳速は0.59m/sec (N = 7, S D \pm 0.07) であり, 泳速の男女差については統計的に認められなかった (T = 2.52 N S)。また, 22mの背泳と22m背泳プル泳の泳速の間には, 統計的に有意な相関関係が認められ (N = 9, $r = 0.84$, $p < 0.05$), 22m背泳の泳速が速いものは22m背泳プル泳の泳速も速い傾向が認められた。

4. クロールと平泳ぎにおける泳速別グループ間の比較

図7は, 22mクロールと22mクロールプル泳の泳速の差 (=22mクロール泳速 - 22mクロールプル泳泳速) について, 泳速を基準とした4つのグループ (A: Fast型・B: Total型・C: Pull型・D: Slow型) ごとの平均値を示している。A: Fast型における平均泳速差は, 0.14m/sec (N = 34, S D \pm 0.11), B: Total型における平均泳速差は, 0.25m/sec (N = 6, S D \pm 0.07), C: Pull型における平均泳速差は, -0.02m/sec (N = 6, S D \pm 0.08), D: Slow型における平均泳速差は, 0.10m/sec (N = 31, S D \pm 0.08) であった。分散分析の結果, クロールの平均泳速差について4グループ間に有意差が認められ (F = 9.02 D F = 3 $p < 0.001$), B: Total型における平均泳速差は, 他どのグループよりも統計的に有意に大きかった。また, C: Pull型における平均泳速差は, 他どのグループよりも統計的に有意に小さかった。平均泳速差についてA: Fast型とD: Slow型のグループ間に差は認められなかった。

図8は, 22m平泳ぎと22m平泳ぎプル泳の泳速の差 (=22m平泳ぎ泳速 - 22m平泳ぎプル泳泳速) について, 図7同様泳速を基準とした4つのグループ (A: Fast型・B: Total型・C: Pull型・D: Slow型) ごとの平均値を示している。A: Fast型における平均泳速差は, 0.25m/sec (N = 21, S D \pm 0.06), B: Total型における平均泳速差は, 0.34m/sec (N = 6, S D \pm 0.05), C: Pull型における平均泳速差は, 0.15m/sec (N = 4, S D \pm 0.07), D: Slow型における平均泳速差は, 0.20m/sec (N = 13, S D \pm 0.09) であった。分散分析の結果,

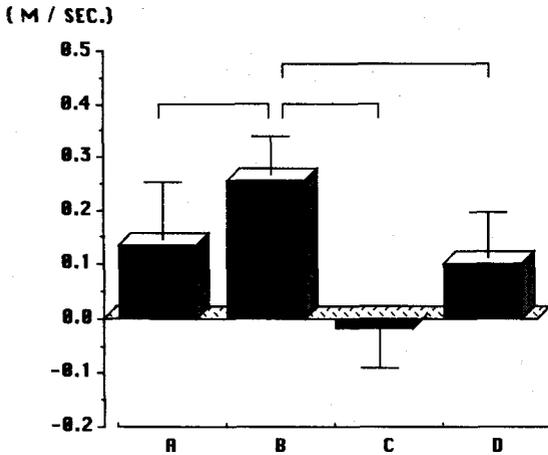


図7 グループ別 (A : Fast型 B : Total型 C : Pull型 D : Slow型) の22mクロールと22mクロールプル泳の泳速の差の平均 (有意差5%水準)

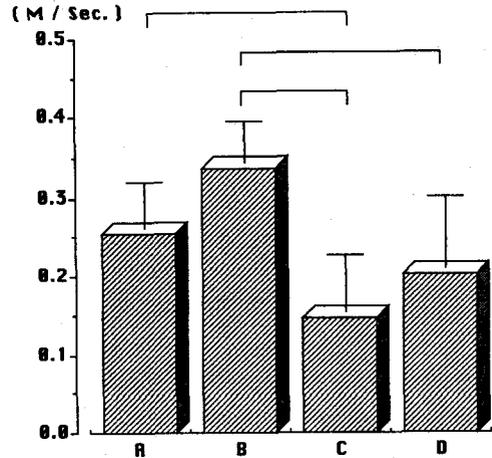


図8 グループ別 (A : Fast型 B : Total型 C : Pull型 D : Slow型) の22m平泳ぎと22m平泳ぎプル泳の泳速の差の平均 (有意差5%水準)

平泳ぎの平均泳速差について4グループ間に有意差が認められ ($F=7.71$ $DF=3$ $P<0.005$), B : Total型における平均泳速差は, C : Pull型及びD : Slow型のグループよりも統計的に有意に大きかった。また, A : Fast型の平均泳速差は, C : Pull型のグループよりも統計的に有意に大きかった。

図9は, 22mクロールの泳速に対する22mクロールプル泳の泳速の比率 (=22mクロールプル泳速/22mクロール泳速) について, 泳速を基準とした4つのグループ (A : Fast型・B : Total型・C : Pull型 D : Slow型) ごとの平均値を示している。A : Fast型における平均泳速比率は, 90.0% ($N=34$, $SD\pm 7.2$), B : Total型における平均泳速比率は, 79.4% ($N=6$, $SD\pm 4.5$), C : Pull型における平均泳速比率は, 101.8% ($N=6$, $SD\pm 8.4$), D : Slow型における平均泳速比率は, 90.3% ($N=31$, $SD\pm 8.3$) であった。分散分析の結果, クロールの平均泳速比率について4グループ間に有意差が認められ ($F=8.66$ $DF=3$ $P<0.001$), C : Pull型における平均泳速比率は, 他のどのグループよりも統計的に有意に高かった。また, B : Total型における平均泳速比率は, 他のどのグループよりも統計的に有意に低かった。平均泳速比率についてA : Fast型とD : Slow型のグループ間に差は認められなかった。

図10は, 22m平泳ぎの泳速に対する22m平泳ぎプル泳の泳速の比率 (=22m平泳ぎプル泳速/22m平泳ぎ泳速) について, 図9同様泳速を基準とした4つのグループ (A : Fast型・B : Total型・C : Pull型・D : Slow型) ごとの平均値を示している。A : Fast型における平均泳速比率は, 73.7% ($N=21$, $SD\pm 5.4$), B : Total型における平均泳速比率は, 62.7% ($N=6$, $SD\pm 5.1$), C : Pull型における平均泳速比率は, 82.7% ($N=4$, $SD\pm 8.5$), D : Slow型における平均泳速比率は, 74.2% ($N=13$, $SD\pm 10.9$) であった。分散分析の結果, 平泳ぎの平均泳速比率について4グループ間に有意差が認められ ($F=5.93$ $DF=3$ $P<0.005$), B : Total型における平均泳速比率は, 他のどのグループよりも統計的に有意に低

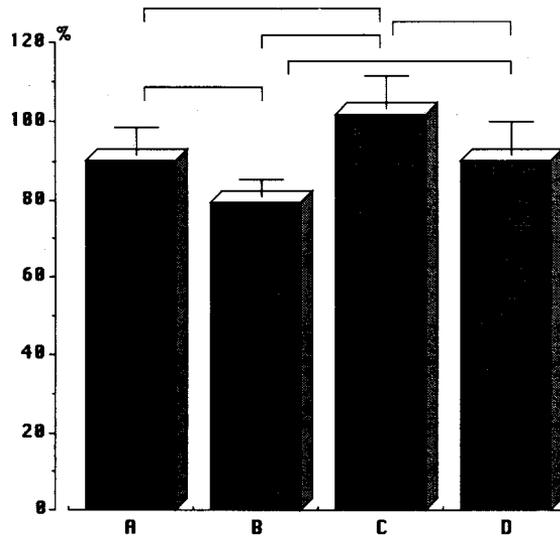


図9 グループ別 (A:Fast型 B:Total型 C:Pull型 D:Slow型) の22mクロールの泳速に対する22mクロールプル泳の泳速の比率の平均 (有意差5%水準)

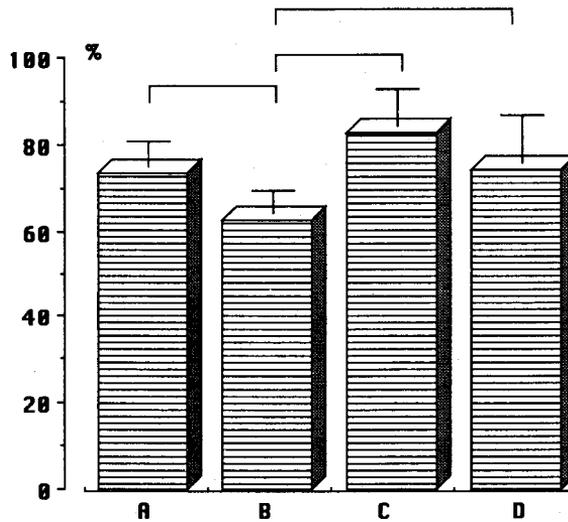


図10 グループ別 (A:Fast型 B:Total型 C:Pull型 D:Slow型) の22m平泳ぎの泳速に対する22m平泳ぎプル泳の泳速の比率の平均 (有意差5%水準)

かった。

図11は、50mクロールの泳速について、泳速を基準とした4つのグループ（A：Fast型・B：Total型・C：Pull型・D：Slow型）ごとの平均値を示している。A：Fast型における平均泳速は、1.19m/sec（N=34，SD±0.17），B：Total型における平均泳速は、1.07m/sec（N=6，SD±0.07），C：Pull型における平均泳速は、0.89m/sec（N=6，SD±0.05），D：Slow型における平均泳速は、0.86m/sec（N=31，SD±0.12）であった。分散分析の結果、クロールの50m平均泳速について4グループ間に有意差が認められ（ $F=29.97$ $DF=3$ $P<0.001$ ），A：Fast型における平均泳速は、C：Pull型やD：Slow型よりも統計的に有意に速く、B：Total型における平均泳速はD：Slow型よりも統計的に有意に速かった。

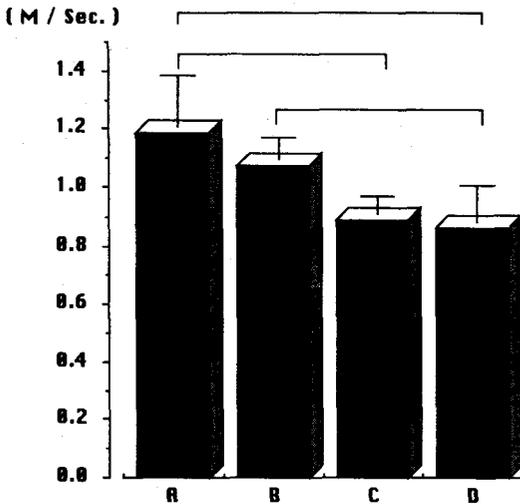


図11 グループ別（A：Fast型 B：Total型 C：Pull型 D：Slow型）の50mクロールの泳速の平均（有意差5%水準）

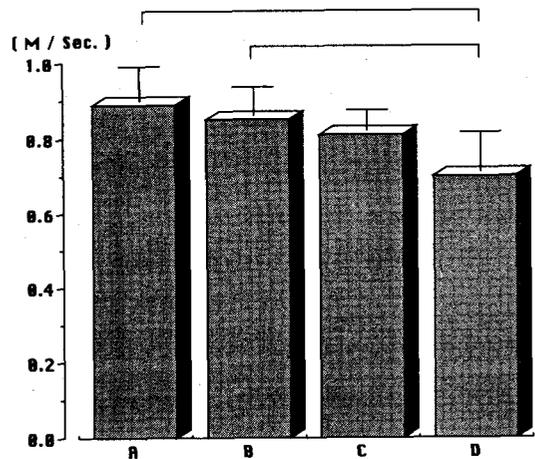


図12 グループ別（A：Fast型 B：Total型 C：Pull型 D：Slow型）の50m平泳ぎの泳速の平均（有意差5%水準）

図12は、50m平泳ぎの泳速について、図11同様泳速を基準とした4つのグループ（A：Fast型・B：Total型・C：Pull型・D：Slow型）ごとの平均値を示している。A：Fast型における平均泳速は、0.89m/sec（N=21，SD±0.09），B：Total型における平均泳速は、0.85m/sec（N=6，SD±0.07），C：Pull型における平均泳速は、0.81m/sec（N=4，SD±0.05），D：Slow型における平均泳速は、0.70m/sec（N=13，SD±0.10）であった。分散分析の結果、平泳ぎの50m平均泳速について4グループ間に有意差が認められ（ $F=11.44$ $DF=3$ $P<0.001$ ），A：Fast型とB：Total型のグループは、D：Slow型よりも統計的に有意に速かった。また、A：Fast型、B：Total型とC：Pull型のグループ間には、平均泳速の有意差は認められなかった。

図13は、22mクロールの泳速に対する50mクロールの泳速の比率（=50mクロール泳速/22mクロール泳速）について、泳速を基準とした4つのグループ（A：Fast型・B：Total型・C：Pull型・D：Slow型）ごとの平均値を示している。A：Fast型における平均泳速比率は、

89.5% (N=34, S D±8.1), B: Total型における平均泳速比率は, 88.1% (N=6, S D±6.0), C: Pull型における平均泳速比率は, 84.4% (N=6, S D±2.7), D: Slow型における平均泳速比率は, 86.6% (N=31, S D±8.2)であった。分散分析の結果, クロールの平均泳速比率について各グループ間に統計的に有意な差は認められなかった。(F=1.07 D F=3 N S)

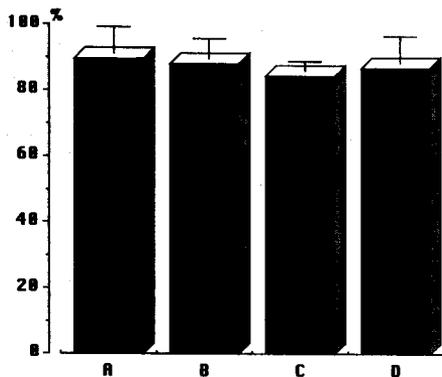


図13 グループ別 (A: Fast型 B: Total型 C: Pull型 D: Slow型) の22mクロールの泳速に対する50mクロールの泳速の比率の平均

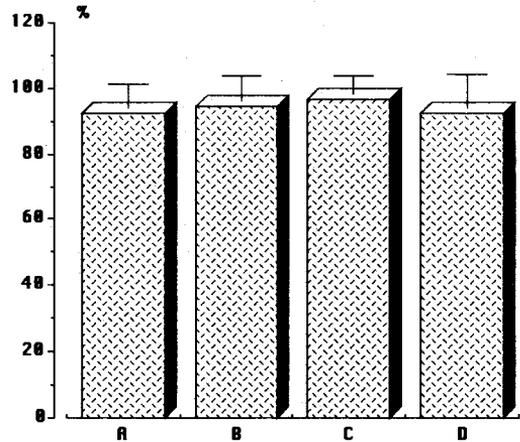


図14 グループ別 (A: Fast型 B: Total型 C: Pull型 D: Slow型) の22m平泳ぎの泳速に対する50m平泳ぎの泳速の比率の平均

図14は, 22m平泳ぎの泳速に対する50m平泳ぎの泳速の比率 (=50m平泳ぎ泳速/22m平泳ぎ泳速) について, 図13同様泳速を基準とした4つのグループ (A: Fast型・B: Total型・C: Pull型・D: Slow型) ごとの平均値を示している。A: Fast型における平均泳速比率は, 92.4% (N=21, S D±7.1), B: Total型における平均泳速比率は, 94.4% (N=6, S D±7.5), C: Pull型における平均泳速比率は, 96.5% (N=4, S D±5.3), D: Slow型における平均泳速比率は, 92.5% (N=13, S D±9.7)であった。分散分析の結果, 平泳ぎの平均泳速比率について各グループ間に統計的に有意な差は認められなかった。(F=0.38 D F=3 N S)

5. クロール・平泳ぎ・背泳における平均比率の比較

図15は, クロール・平泳ぎ・背泳における22m全体泳の泳速に対する22mプル泳の泳速の平均比率 (=22mプル泳の泳速/22m泳の泳速)を示している。クロールの泳速に対するクロールプル泳の泳速の平均比率は90.2% (N=77 S D±8.7)であった。また, 平泳ぎの泳速に対する平泳ぎプル泳の泳速の平均比率は73.2% (N=44 S D±8.9)であり, 背泳の泳速に対する背泳プル泳の泳速の平均比率は72.3% (N=9 S D±15.0)であった。分散分析の結果, 平均泳速比率について各泳法間に統計的に有意な差は認められ (F=58.3 D F=2 p<0.001), クロールにおける22m全体泳の泳速に対する22mプル泳の泳速の平均比率は, 平

泳ぎや背泳よりも統計的に有意に高く、また、平泳ぎと背泳の間には平均比率の有意な差は認められなかった。

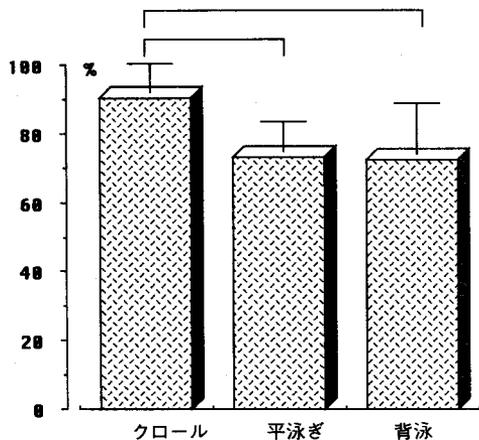


図15 泳法による22m全体泳の泳速に対する22mプル泳の泳速の比率の平均 (有意差5%水準)

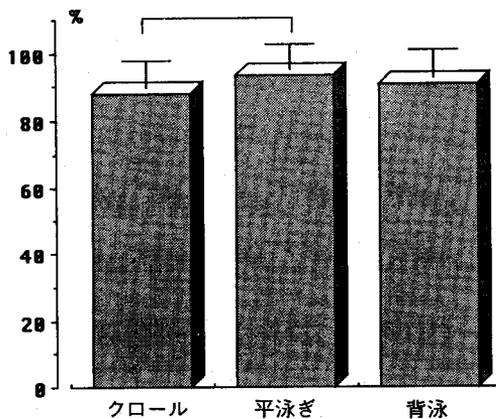


図16 泳法による22m全体泳の泳速に対する50m全体泳の泳速の比率の平均 (有意差5%水準)

図16は、クロール・平泳ぎ・背泳における22m全体泳の泳速に対する50m全体泳の泳速の平均比率(=50m泳の泳速/22m泳の泳速)を示している。クロールの22m全体泳の泳速に対する50m全体泳の平均比率は87.9% (N=77 SD±7.8)であった。また、平泳ぎの22m全体泳の泳速に対する50m全体泳の泳速の平均比率は93.1% (N=44 SD±7.8)であり、背泳の22m全体泳の泳速に対する50m全体泳の泳速の平均比率は90.5% (N=9 SD±8.3)であった。分散分析の結果、平均泳速比率について各泳法間に統計的に有意な差は認められ (F=6.25 DF=2 P<0.001), 平泳ぎにおける22m全体泳の泳速に対する50m全体泳の泳速の平均比率は、クロールよりも統計的に有意に高いことが認められた。

IV 考 察

本研究では、クロールや平泳ぎ、背泳のタイムとそれぞれのプルのみで泳いだタイムを50m・22mの距離で測定し検討することによって、水泳の各種プルの能力が泳力とどのような関係にあるか明確にすることを目的とした。

1. クロールの泳力とクロールプル泳の泳速

50mクロールと22mクロールとの泳速の関係について、図1の結果から、50mクロールと22mクロールとの泳速の間には、統計的に有意に相関関係が認められ、50mクロールが可能なもので泳速が速いものは22mクロールの泳速も早く、本研究においても鎌田らの報告⁹⁾同様距離による泳速への影響はみられなかった。

また、22mクロールと22mクロールプル泳との泳速の関係について、図2の結果から、22m

クロールと22mクロールプル泳との泳速の間には、統計的に有意な相関関係が認められ、22mクロールの泳速が速いものは22mクロールプル泳の泳速も速い傾向がみられた。このことから、クロールの泳力を向上させるために、22mクロールプル泳の能力が高いことは重要な要素の一つであることが推察される。

2. 平泳ぎの泳力と平泳ぎプル泳の泳速

50m平泳ぎと22m平泳ぎとの泳速の関係については、図3の結果から、50m平泳ぎと22m平泳ぎとの泳速の間には、統計的に有意な相関関係が認められ、50m平泳ぎが可能なもので泳速が速いものは22m平泳ぎの泳速も速く、本研究においても鎌田らの報告⁹⁾同様距離による泳速の影響はみられなかった。

また、22m平泳ぎと22m平泳ぎプル泳との泳速の関係については、図4の結果から、22m平泳ぎと22m平泳ぎプル泳との泳速の間には、統計的に有意な相関関係があり、22m平泳ぎの泳速が速いものは22m平泳ぎプル泳の泳速も速いことが認められた。このことから、平泳ぎの泳力を向上させるためには、22m平泳ぎプル泳の能力が高いことも重要な要素の一つであることが推察される。

3. 背泳の泳力と背泳プル泳の泳速

50m背泳と22m背泳との泳速の関係について、図5の結果から、50m背泳と22m背泳との泳速の間には、統計的に有意な相関関係が認められ、50m背泳が可能なもので泳速が速いものは22m背泳の泳速も速く、クロールや平泳ぎと同様の結果となった。

また、22m背泳と22m背泳プル泳との泳速の関係について、図6の結果から、22m背泳と22m背泳プル泳との泳速の間には、統計的に有意な相関関係が認められ、22m背泳の泳速が速いものは22m背泳プル泳の泳速も速い傾向が認められた。このことから、背泳の泳力を向上させるためには、22m背泳プル泳の能力が高いことも重要な要素の一つであることが推察される。

4. クロールと平泳ぎにおける泳速別グループ間の比較

22mクロールと22mクロールプル泳の泳速の差(=22mクロール泳速-22mクロールプル泳泳速)については、図7の結果から、B:Total型の平均泳速差は、他のどのグループよりも統計的に有意に大きく、C:Pull型の平均泳速差は、他のどのグループよりも統計的に有意に小さかった。また、A:Fast型とD:Slow型のグループ間に平均泳速差について有意差は認められなかった。

22mクロールの泳速に対する22mクロールプル泳の泳速の比率(=22mクロールプル泳泳速/22mクロール泳速)については、図9の結果から、C:Pull型における平均泳速比率は、他のどのグループよりも統計的に有意に高く、B:Total型における平均泳速比率は、他のどのグループよりも統計的に有意に低かった。また、A:Fast型とD:Slow型のグループ間に平均泳速比率の有意差は認められなかった。Bucher³⁾は、泳力にかかわらず全体泳の泳速に対するプルの貢献比率は約90%であることを報告しており、本研究のA:Fast型とD:Slow型のグループはこれを支持する結果となった。

4グループ(A:Fast型・B:Total型・C:Pull型・D:Slow型)における50mクロールの泳速については、図11の結果から、A:Fast型における平均泳速は、C:Pull型やD:Slow型

よりも統計的に有意に速く、B：Total型における平均泳速は、D：Slow型よりも統計的に有意に速かった。また、22m全体泳の泳速と50m全体泳の泳速の相関関係は高く、A：Fast型とB：Total型、B：Total型とC：Pull型、C：Pull型とD：Slow型のグループ間に50m平均泳速の有意差は認められなかった。

C：Pull型の50mクロールの泳速がB：Total型のそれと同じ程度であるにもかかわらず、C：Pull型の22mクロールの泳速に対する22mクロールプル泳の泳速の平均比率は101.8%、B：Total型のそれは79.4%と他のグループとの間に有意差が認められている。このことは、B：Total型の被験者はプル泳に比べ、高い泳速で50mをクロールで泳ぐことが可能であることを示している。また、C：Pull型の被験者にとって、ビート板を両脚にはさむという条件が22mクロールプル泳に有利に機能したといえる。すなわち、C：Pull型の被験者はクロールのプル以外に大きな技術的な欠点が存在していることが推察される。

22mクロールの泳速に対する50mクロールの泳速の比率（ $=50\text{mクロール泳速}/22\text{mクロール泳速}$ ）については、図13の結果から、各グループ間に統計的に有意な差は認められなかった。このことから、クロールの泳力やプルの能力の特性による明確な比率の差はみられないことが推察される。

22m平泳ぎと22m平泳ぎプル泳の泳速の差（ $=22\text{m平泳ぎ泳速}-22\text{m平泳ぎプル泳泳速}$ ）については、図8の結果から、B：Total型における平均泳速差は、C：Pull型及びD：Slow型のグループよりも統計的に有意に大きく、A：Fast型の平均泳速差は、C：Pull型のグループよりも統計的に有意に大きかった。このことから、平泳ぎの全体泳とのプル泳の平均泳速は、全体泳の速いグループで大きい傾向が認められる。

22m平泳ぎの泳速に対する22m平泳ぎプル泳の泳速の比率（ $=22\text{m平泳ぎプル泳泳速}/22\text{m平泳ぎ泳速}$ ）については、図10の結果から、B：Total型における平均泳速比率は62.7%と、他のどのグループよりも統計的に有意に低かった。また、B：Total型以外のグループは、平均泳速比率に違いがみられなかった。A：Fast型とD：Slow型では、泳力にかかわらず全体泳の泳速に対するプルの貢献比率は約74%であることが示唆される。

4グループ（A：Fast型・B：Total型・C：Pull型・D：Slow型）における50m平泳ぎの泳速については、図12の結果から、A：Fast型とB：Total型のグループは、D：Slow型よりも統計的に有意に速かった。また、A：Fast型、B：Total型とC：Pull型のグループ間に50m平均泳速の有意差は認められなかった。

このことから、平泳ぎにおいて22mプル泳が平均値0.64m/sec以上であれば50m全体泳において、22m全体泳平均値0.88m/sec以上のグループと差がないことが推察され、平泳ぎの全体泳とプル泳の平均値を基準とした分け方でB：Total型の被験者の特徴を明確に掌握できることが示唆される。

22m平泳ぎの泳速に対する50m平泳ぎの泳速の比率（ $=50\text{m平泳ぎ泳速}/22\text{m平泳ぎ泳速}$ ）についても、図14の結果から、各グループ間に統計的に有意な差は認められなかったことから、クロール同様平泳ぎの泳力やプルの能力の特性による明確な比率の差はみられないことが推察される。

5. クロール・平泳ぎ・背泳における平均比率の比較

クロール・平泳ぎ・背泳における22m全体泳の泳速に対する22mプル泳の泳速の平均比率(=22mプル泳の泳速/22m泳の泳速)については、図15の結果から、クロールにおける泳速の平均比率は平泳ぎや背泳よりも統計的に有意に高く、また、平泳ぎと背泳の間には平均比率の有意な差が認められなかった。このことから、クロールでは、平泳ぎや背泳に比べ泳速に対するプルの貢献度が高く、一般学生を対象とした本研究においても、田口らの報告を支持する結果となった。また、同様の研究で鎌田ら⁹⁾は、22m泳の泳速に対する22mキック泳の泳速の平均比率がクロール72.0%、平泳ぎ79.3%と報告している。これらのことから、クロールではプル泳平均比率90.2%と比較してキック泳比率が約20%低く、クロールの泳速においては、キックよりもプルの貢献比率が高い傾向が推察される。

また、平泳ぎの泳速では、プルの比率は73.2%とキックよりも低いが、キックと近い平均値の傾向が認められた。一般に平泳ぎではキックによる泳速が大きく貢献しているといわれている^{10),14),18)}が、本研究の結果では、プルによる泳速もキックによる泳速と大きく変わらないと考えられる。平泳ぎのキックは、大きな推進力を生むと同時に、リカバリー時に泳速に対し大きな抵抗となることが知られている¹⁸⁾。今回のプル泳は、ビート板を両脚にはさむという条件で行ったため、抵抗の少ない姿勢を保つことが可能となり、プルによる推進力が小さくとも、プルによる泳速はキックの場合と同じ程度となったと推測される。

クロール・平泳ぎ・背泳における22m全体泳の泳速に対する50m全体泳の泳速の平均比率(=50m泳の泳速/22m泳の泳速)については、図16の結果から、平泳ぎにおける泳速の平均比率は、クロールよりも統計的に有意に高いことが認められた。このことから、平泳ぎはクロールに比べて距離の延長による泳速の減少率が小さく、また、クロールは、短い距離の場合には、エネルギー消費が多く¹⁾、効率が低いキック^{14),18)}を多用し、またプルの回数も増加させ息継ぎの回数を減らすことで泳速を高めている^{8),12)}ことが推測される。

V ま と め

本研究は、水泳のプルの能力が泳力とどのような関係にあり、そのことからプルの能力の実態を検討するため、年齢19歳から22歳までの健康な大学生130名を対象に、50m・22mのクロールや平泳ぎ、背泳のタイムとそれぞれのプルのみで22m泳いだタイムを測定し、以下のことが明らかになった。

- (1) クロールや平泳ぎ、背泳において22mと50mの泳速は高い正の相関が認められた。また、22mプル泳の泳速は22mや50mの泳速と高い正の相関が認められたことから、泳力を向上させるために、22mプル泳の能力が高いことは重要な要素の一つであることが推察される。
- (2) クロールの泳速が速いグループと遅いグループでは、平均泳速比率に違いがみられず、泳力にかかわらず全体泳の泳速に対するプルの貢献比率は平均90%であることが示唆され、Bucherの報告を支持する結果となった。
- (3) 平泳ぎの泳速が速いグループと遅いグループでも、平均泳速比率に違いがみられず、クロール同様泳力にかかわらず全体泳の泳速に対するプルの貢献比率は平均74%であることが示唆される。
- (4) クロールでは、平泳ぎや背泳に比べ泳速に対するプルの貢献度が高く、一般学生を対象

として本研究においても、田口らの報告を支持する結果となった。また、クロールではプル泳平均比率がキック泳平均比率に比較して約20%高く、クロールの泳速においては、キックよりもプルの貢献比率が高い傾向が推察される。

(5) 平泳ぎはクロールに比べて距離の延長による泳速の減少率が小さいことが推察される。

参 考 文 献

- 1) Adrian, M. J. et al. : Energy cost of leg kick, arm stroke, and whole crawl stroke. *J. Appl. Physiol.* 33 : pp1763-1766, 1966.
- 2) Brown, R. M. and Councilman, J. E. : The role of lift in propelling swimmers. *Biomechanics, Athletic Institute*, pp179-188, 1971.
- 3) Bucher, W. : The influence of the leg kick and the arm stroke on the total speed during the crawl stroke. *Swimming II, University Park Press*, pp180-187, 1975.
- 4) Councilman, J. E. : *The science of swimming*, Prentice-Hall Inc., 1968.
- 5) Hollander, A. P. et al. : Contribution of the legs to propulsion in front crawl swimming. *Swimming Science V, Human Kinetics Books*, pp39-43, 1988.
- 6) Holmer I. : Energy cost of arm stroke, leg kick, and the whole stroke in competitive swimming styles. *Euro. J. Appl. Physiol.* 33 : pp105-118, 1974.
- 7) 池上康男：水泳のバイオメカニクス，その研究の流れ。 *Jap. Jour. Sports Science*, Vol.12(7), pp492-499, 1983.
- 8) 鎌田安久，栗林 徹，出口敦美，山下芳男：スタート前の深呼吸が水泳に及ぼす効果 -50m泳のタイムと血中乳酸値- 岩手大学教育学部附属教育実践センター研究紀要， Vol.1 pp375-383, 1992.
- 9) 鎌田安久，栗林 徹，沢村省逸：水泳指導におけるキックの能力と泳力-バタ足キック・ドルフィンキック・蛙足キックを中心に- 岩手大学教育学部研究年報， Vol.52(2) pp103-120, 1992.
- 10) 金子公宥：スポーツバイオメカニクス入門 第2章バイオメカニクスの実際，杏林書院，pp72-77, 1982.
- 11) Karpovich, P. V. : *Physiology of muscular activity*. W. B. Saunders Comp. Vol.96, 1965.
- 12) 栗林 徹，鎌田安久，山下芳男，伊藤章一：スタート前の深呼吸が水泳に及ぼす効果 (その2) -クロールの泳速と面かぶりクロールの泳距離について- 岩手大学教育学部附属教育実践センター研究紀要， Vol.2 pp105-120, 1992.
- 13) 宮下充正：水泳の科学. 体育の科学社，1971.
- 14) Mosterd, W. L. and Jongbloed, J. : Analysis of the stroke of highly trained swimmers. *Int. Z., angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol* Vol. 20 pp288-293, 1964.
- 15) Schleihau, R. E. : A hydrodynamic analysis of swimming propulsion. *Swimming III, Univ. Park Press*, pp70-109, 1979.
- 16) 高橋伍郎：水泳における身体動作. *Jap. Jour. Sports Science*. Vol.12(7) pp518-526, 1983.
- 17) 田口正公，進藤宗洋，古賀長善：クロール泳法におけるPull Speed, Kick Speed のDash Speedへの貢献度の研究. *福岡大学体育学研究* 2-2, pp129-137, 1972.
- 18) 田口正公：泳ぎにおける腕と脚の役割. *体育の科学*, Vol.41(9) pp703-707, 1991.