

泳法別に見た水泳選手の形態, 筋力, 柔軟性, 及び神経機能の比較

出 村 慎 一 (仁愛女子短期大学)

松 浦 義 行 (筑波大学)

田 中 喜 代 次 (大阪市立大学)

(昭和58年11月14日 受付)

Comparison of physique, muscular strength, flexibility, and neuromuscular function among different swimming strokes of swimmers

Shinichi Demura¹

Yoshiyuki Matsuura²

Kiyoji Tanaka³

Abstract

The purpose of the present study was to compare four sub-domains of physical fitness (physique, muscular strength, flexibility, and neuromuscular function) among different swimming strokes of highly skilled swimmers trained more than five years. One hundred and forty swimmers (20.2 ± 2.9 yr) were categorized into six groups: sprint crawl (CR1), breast stroke (BR), back stroke (BA), butterfly stroke (BT), individual medley (IM), and long distance crawl (CR2). The Principal Factor Analysis was applied to four different correlation matrices, each consisting of various variables that represent any one of the physique, muscular strength, flexibility, and neuromuscular function sub-domains. The factor analysis, after rotation of the Normal Varimax Criterion procedure, resulted in the following inferences:

1) In a sub-domain of physique, three extracted factors were interpreted as subcutaneous fat, body linearity, and body bulk. Body linearity was found significantly superior in CR1 group to CR2 and BR groups, and in BA and IM groups to CR2 group. Body bulk was significantly greater in IM, BT, and CR1 groups as compared with BR and BA group.

2) Six factors (interpreted as arm strength, dynamic strength of arm-shoulder girdle and leg, static strength of abdomen, grip strength, strength of arm-shoulder girdle and explosive strength of leg, and dynamic strength abdomen) were extracted in a sub-domain of muscular strength. However, there were no distinct differences in any of the six factors between the groups.

1 *Jin-ai Women's Junior College, Takefu, Fukui (915)*

2 *Institute of Health and Sport Science, University of Tsukuba, Niihari, Ibaraki (315)*

3 *Department of General Education, Osaka City University, Sumiyoshi, Osaka (558)*

3) Also in a sub-domain of flexibility, six factors were extracted and interpreted as trunk rotation, lateral trunk flexion, shoulder flexibility, ankle extension, ankle flexion, and trunk forward and backward flexibility. BT group as compared with CR1, CR2, and BR groups, and IM group as compared with CR2 and BR groups were found to possess significantly greater trunk rotation. Ankle extension appeared significantly superior in BA group to the other groups, and in BT group to BR, CR1, and CR2 groups.

4) Limbs agility, trunk agility, dynamic balance, static balance, and whole body agility were five interpreted factors in a sub-domain of neuromuscular function. No distinct differences existed in any of these factors between the groups.

(Shinichi Demura, Yoshiyuki Matsuura and Kiyoji Tanaka, "Comparision of physique, muscular strength, flexibility, and neuromuscular function among different swimming strokes of swimmers", *Jap. J. Phys. Educ.*, 29-1 : 25-34, June, 1984)

緒 言

水泳運動の成就には、諸々の身体的要因が関与すると考えられる。しかし、単に水泳運動と言っても、クロール、平泳、背泳、バタフライ、等の各泳法ではそれぞれ運動様式が異なる。運動様式が異なれば、各水泳運動の成就に主として関与する能力もまた異なるものと考えられる。したがって、各泳法を得意とし、且つ、専門として長く水泳トレーニングを積んでいる選手は、それぞれの泳法の成就において、とくに重要且つ必要となる能力が発達ないし優れているものと考えられる。

これ迄、水泳選手の身体特性に関する研究は、Cureton^{3),4),5),6)}をはじめ多くの人達^{1),12),13),14),18),22),27)}によって報告されているが、泳法別立場から体力要因の比較・検討を試みた研究は、主に Cureton⁶⁾、平田¹⁵⁾の体型に関するものに限られており、筋力、柔軟性、及び神経機能の体力要因については未だ検討されているとは言いがたい。

本研究の目的は、水泳運動の成就に重要な影響を及ぼすと考えられる形態、筋力、柔軟性、及び神経機能の泳法別・種目別比較を行うことであった。

方 法

1. 標本

標本は、短距離クロール(37名)、平泳(32名)、背泳(18名)、バタフライ(18名)、個人メドレー

(14名)、長距離クロール^{※1)}(21名)の各泳法を専門として5年以上の水泳トレーニングを積んだ140名の大学男子水泳選手(平均年齢20.2歳)で、いずれも日本水泳連盟認定のA級以上に属する技能の高い者であった。

2. テスト変量

テスト変量は、いずれの体力要因の場合も、妥当性及び信頼性の高いものを選択した。

- 1) 形態：この体力要因からは、表1に示す16変量を選択した。体密度、除脂肪体重、体表面積、及び体脂肪量の4変量はBrôzekら²⁾及び長嶺^{4),23)}の式を利用して算出した。テストの計測方法は一般的に行われている方法に従った^{17),19),20),24)}。
- 2) 筋力：表1に示すように、静的筋力、動的筋力、及び瞬発筋力を代表する15項目を選択した。測定方法は、一般的に行われている方法^{17),19),20),24),25)}及び同種のテストを利用した筆者ら^{7),8)}の先行研究に詳述した方法に従った。
- 3) 柔軟性：この体力要因からは、身体各部位の柔軟性を代表する17変量を選択した(表1)。測定方法は、大山の方法²⁶⁾及び筆者ら^{9),10),11)}の先行研究に詳述した方法に従った。なお、体前後可動性、体捻転可動性、体側屈可動性、及び肩前後拳可動性は、それぞれ体前屈と後屈、体捻転右と左、体側屈右と左、肩前拳と後拳の和から、足首伸屈可動性は足首伸展と屈曲の差から算出された。なお、計測は全て角度法が利用された。
- 4) 神経機能：この体力要因からは、敏捷性、協応

表1 平均値・標準偏差・信頼性

要因	番号	変 量 (単位)	\bar{X}	SD	R
I 形 態	1	身長 (cm)	171.3	5.31	0.99
	2	体重 (kg)	65.7	5.86	0.99
	3	座高 (cm)	90.6	2.66	0.99
	4	腕長 (cm)	76.0	3.38	0.99
	5	脚長 (cm)	92.9	3.89	0.99
	6	大腿圍 (cm)	53.8	2.67	0.99
	7	胸圍(吸気) (cm)	96.9	4.14	0.99
	8	胸圍(呼気) (cm)	92.6	4.26	0.99
	9	上腕圍(屈曲) (cm)	31.9	1.85	0.99
	10	上腕圍(伸展) (cm)	29.1	2.07	0.99
	11	皮脂厚(上腕) (cm)	9.7	2.62	0.98
	12	皮脂厚(背部) (cm)	12.4	2.86	0.97
	13	体密度	107.7	0.42	
	14	除脂肪体重 (kg)	58.9	5.00	
	15	体表面積 (m ²)	178.4	9.74	
	16	体脂肪量 (kg)	10.2	1.20	
II 筋 力	1	背筋力 (kg)	128.8	21.26	0.96
	2	握力(右) (kg)	47.3	7.25	0.93
	3	握力(左) (kg)	45.6	7.55	0.94
	4	アームプルス(回)	124.3	56.79	0.98
	5	垂直跳 (cm)	62.1	5.74	0.93
	6	腹筋力 (kg)	37.4	6.13	0.97
	7	上体起こし (回)	39.5	5.36	0.85
	8	腕筋力(右) (kg)	26.0	4.00	0.96
	9	腕筋力(左) (kg)	24.3	3.79	0.95
	10	腕立伏せ (回)	37.5	9.39	0.97
	11	肩腕力(押) (kg)	47.2	10.61	0.96
	12	肩腕力(引) (kg)	44.2	8.93	0.96
	13	スクワットジャンプ(回)	46.7	8.00	0.95
	14	脚筋力(上方) (kg)	23.4	5.28	0.97
	15	脚筋力(下方) (kg)	27.5	4.29	0.96
III 柔 軟 性	1	体前屈 (度)	142.9	9.13	0.95
	2	体後屈 (度)	76.9	9.50	0.95
	3	体側屈(右) (度)	53.6	6.80	0.96
	4	体側屈(左) (度)	54.8	6.30	0.96
	5	体捻転(右) (度)	151.6	15.39	0.98
	6	体捻転(左) (度)	151.4	15.18	0.95
	7	足首伸展 (度)	169.4	7.48	0.92
	8	足首屈曲 (度)	93.2	5.46	0.90
	9	肩前挙上 (度)	201.3	15.45	0.98
	10	肩後挙上 (度)	71.6	12.54	0.97
	11	体前後可動性 (度)	219.8	15.98	
	12	体側屈可動性 (度)	108.4	12.65	
	13	体捻転可動性 (度)	302.9	29.67	
	14	足首伸屈可動性 (度)	76.2	8.52	
	15	肩前後挙可動性 (度)	272.9	24.42	
	16	肩側方挙上 (度)	195.1	12.13	0.97
	17	股外転 (度)	144.9	12.44	0.98
IV 神 経 機 能	1	全身反応時間 (秒)	34.1	3.07	0.85
	2	タッピング (回)	70.8	6.07	0.96
	3	ステッピング (回)	59.4	5.82	0.95
	4	側方交互曲げ (回)	41.4	6.45	0.92
	5	バンドアンドツイスト(回)	18.3	1.96	0.88
	6	パービーテスト (回)	6.7	0.64	0.89
	7	片足爪先立 (秒)	46.3	26.72	0.88
	8	閉眼その場足踏み (回)	13.3	7.96	0.80

注: Iの13と15及びIVの1の平均値・標準偏差は100倍されている

性, 及び平衡性, 等の能力を代表する8項目を選択した。閉眼その場足踏みテストは, 被検者が直径30cmの円の中央に目隠し状態で直立

し, 0.5秒間隔のリズムでその場足踏みをする。検者は被検者のかかどが円から出るとの足踏み歩数を数える。最高2分間240回までとし, 3

表2 体力要因別因子パターン行列

I 形態			II 筋力						III 柔軟性						IV 神経機能					
F1	F2	F3	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	
1	955		403	369		539			1					847	-544				1	-600
2	547	764				894			2	485				636	712				2	522
3	774					858			3	926					829				3	
4	850								4	930									4	
5	905			678			708		5	933						906			5	
6	354	787		307					6	906						517			6	814
7	336	798			878			831	7			945							7	
8									8				978					930	8	
9									9	873									E	1.52
10									10	878									C	19.0
11	831						400		11	342	614			862						
12	789	370					700		12											
13	-848								13	766										
14		776				485	461		14	374			837	-476						
15		580				307	511		15				932							
16	949								16											
E	3.33	4.48	5.37				1.30		E	2.21	1.84	1.41	2.36	1.41	1.30					
C	20.8	28.0	33.6				8.7		C	14.7	12.3	9.4	15.7	9.4	8.7					

II: F1 腕筋力 F2 肩腕・下肢の動的筋力
 F3 腕部の動的筋力 F4 握力
 F5 胸腕力及び下肢の瞬発筋力
 F6 腰部の動的筋力

III: F1 体捻転柔軟性 F2 体側屈柔軟性 F3 肩の柔軟性
 F4 足首伸屈・可動柔軟性 F5 足首屈曲柔軟性
 F6 体前後屈柔軟性

IV: F1 四肢の敏捷性
 F2 怒辨の敏捷性
 F3 動的平衡性
 F4 静的平衡性
 F5 全身の敏捷性

注1: Eは貢献値, Cは貢献度
 注2: 各体力要因の番号は表1の変位番号と同じ
 注3: 0.3以下の負荷はは省略
 負荷値の少数点省略

表3 泳法別平均因子得点及びF-値

因子	CR1		BR		BA		BT		IM		CR2		F-値	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
I 形態	F1	0.06	0.93	-0.14	1.05	-0.20	0.85	0.02	1.00	0.40	0.86	-0.06	0.84	0.79
	F2	0.33	1.04	-0.19	0.89	0.29	0.88	-0.15	0.81	0.15	0.83	-0.53	0.97	2.92*
	F3	0.32	1.03	-0.41	0.75	-0.33	0.79	0.32	1.11	0.34	0.69	-0.12	0.79	3.58**
II 筋力	F1	0.14	1.14	-0.29	0.73	0.32	0.77	0.12	0.76	-0.14	0.91	-0.10	0.93	1.35
	F2	-0.08	0.75	-0.11	0.93	-0.05	0.90	-0.01	1.06	0.03	0.85	0.11	0.98	0.15
	F3	0.10	0.79	-0.06	0.76	0.27	1.23	0.04	1.08	-0.07	0.81	-0.15	0.88	0.52
	F4	0.01	0.97	0.06	0.86	0.29	0.95	-0.16	0.79	0.36	1.01	-0.49	0.81	2.00
	F5	0.17	0.96	0.16	0.85	-0.19	0.79	0.29	0.94	-0.14	0.70	-0.42	0.92	1.89
	F6	0.03	0.95	-0.29	0.89	0.29	0.92	0.04	0.98	-0.04	1.00	0.39	0.85	1.43
III 柔軟性	F1	-0.14	0.93	-0.23	1.11	0.09	0.67	0.54	0.89	0.45	0.88	-0.27	1.06	2.45*
	F2	-0.24	0.91	-0.06	0.85	0.03	0.99	0.27	1.13	-0.04	0.95	0.31	0.89	1.18
	F3	-0.05	0.92	0.13	1.14	-0.02	1.04	0.15	1.03	-0.12	0.68	-0.04	0.79	0.25**
	F4	-0.21	0.93	-0.33	0.94	1.15	0.81	0.37	0.68	0.00	0.98	-0.21	0.75	7.76**
	F5	0.00	1.07	0.02	0.96	0.17	0.83	0.00	1.17	-0.16	0.71	-0.07	0.92	0.20
	F6	-0.04	0.95	-0.14	1.06	0.35	0.99	-0.07	0.90	0.13	0.65	-0.03	0.72	0.68
IV 神経機能	F1	-0.05	0.97	0.18	0.94	-0.03	1.20	-0.16	0.78	0.20	0.91	-0.09	1.01	0.45
	F2	-0.08	0.89	-0.29	0.93	0.02	0.95	0.25	1.10	0.35	0.82	0.11	1.22	1.07
	F3	-0.14	0.81	0.26	1.11	-0.12	0.99	0.04	1.05	-0.15	0.67	-0.03	1.05	0.64
	F4	-0.04	1.10	0.03	1.06	0.45	0.85	-0.22	0.85	-0.22	0.65	0.17	0.81	1.08
	F5	0.08	0.85	0.36	1.13	-0.17	0.79	-0.49	0.77	0.04	0.99	-0.05	0.90	1.91

注1: CR1 短距離クロール, BR 平泳, BA 背泳, BT バタフライ, IM 個人メドレー, CR2 長距離クロール
 注2: 因子番号は表2の因子番号と同じ * は5%水準で有意性 ** は1%水準で有意性

回の平均を測定値とした。タンピング及びステッピングテストは、それぞれタンピング及びステッピング測定器を利用して、10秒間に実施しうるタップないしステップ回数を測定した。3回実施し、その平均値を測定値とした。他のテストの方法については一般的に行われている方法に従った^{17),19),20),21),24),25)}。

3. 解析法

前述の各テスト変量によってとらえられる形態、筋力、柔軟性、及び神経機能の各体力要因はそれぞれ更にいくつかの下位能力要素に分けて考えることが出来る。従って、本研究では、表1に示した体力要因別テスト変量群から作成された相関行列に因子分析法を適用し、下位能力要素を因

子として抽出し、解釈された因子の泳法別比較を行うことにした。すなわち、各因子の推定式を完全推定法によって求め、各個人の因子得点及び泳法別平均因子得点を算出し、その差異の検討を行うことにした。なお、一要因分散分析法の条件の1つである分散の同質性の検定を Bartlett 法により行い、差異が認められた場合には Welch 法を利用して差異の検定がなされた¹⁰⁾。

結果と考察

表2は、表1の体力各要因別テスト変量群から作成された相関行列に主因子解、normal varimax 基準による直交回転を適用して得られた因子負荷量行列及び解釈された因子名を示したものである。表3は、泳法別平均因子得点及びその差異の検定結果を示したものである。表4は、有意差の認められた因子の多重比較検定結果を示し、図1-4は、各体力要因別に下位能力(因子)の泳法別プロフィールを描いたものである。

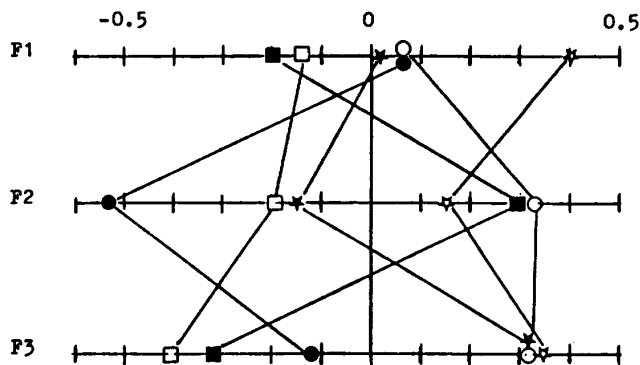
1. 形態

表2及び表3から、形態の因子構造は、体脂肪、長育、及び周・量育の3因子によって構成されていると考えられ、また、この3形態因子によって、16変量によってとらえられる形態領域の約82.4%が説明されると考えられる。

一要因分散分析の結果、長育と周・量育の2因子に有意な差異が認められ、Ryan 法による多重比較検定の結果(表4)、長育の場合、短距離クロールは長距離クロール及び平泳よりも大であり、背泳及び個人メドレーは長距離クロールよりも大であった。周・量育の場合、個人メドレー、バタフライ、及び短距離クロールは平泳及び背泳より大であった。

したがって、長育は短距離クロール選手の方が長距離クロール及び平泳選手に比べて勝り、背泳及び個人メドレー選手は長距離クロール選手に比べて勝ると推測され、周・量育は、個人メドレー、バタフライ、及び短距離クロール選手の方が平泳及び背泳選手に比べて勝ると推測される。

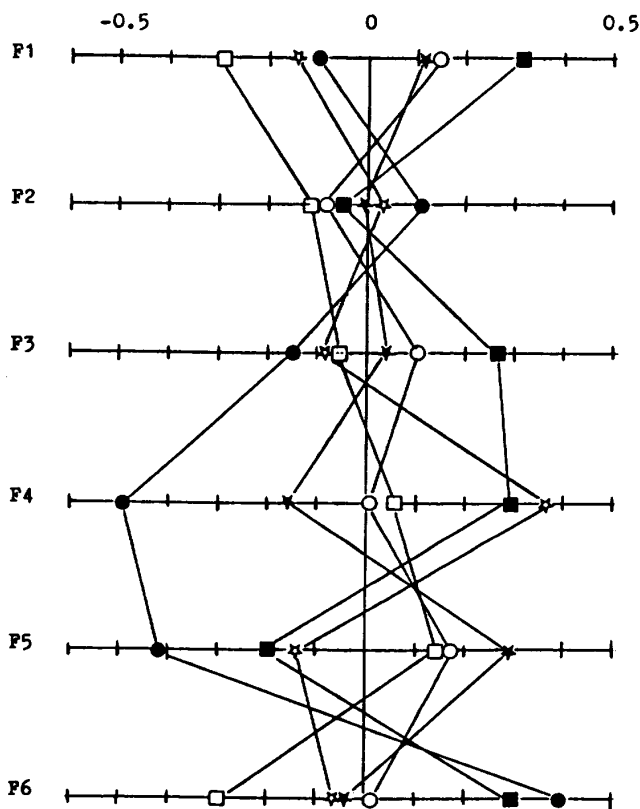
一方、図1から、各泳法別に3形態因子の発育バランスを見ると、クロールの短距離選手は長育及び周・量育の両者共大であるが、長距離選手は



F1-F3の因子番号は表2のI形態の因子番号と同じ

- 短距離クロール
- 長距離クロール
- 平泳
- 背泳
- ★ バタフライ
- ☆ 個人メドレー

図1 形態のプロフィール

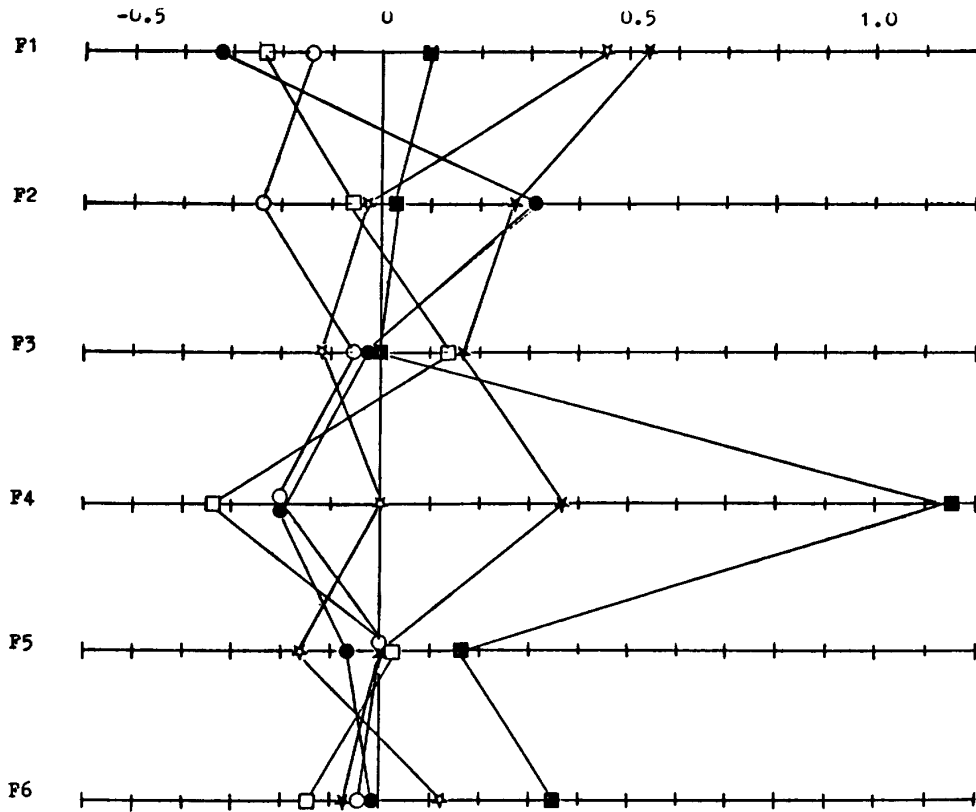


F1-F6の因子番号は表2のII筋力の因子番号と同じ

- 短距離クロール
- 長距離クロール
- 平泳
- 背泳
- ★ バタフライ
- ☆ 個人メドレー

図2 筋力のプロフィール

長育が他の形態因子に比べ劣っていると推測される。平泳選手は周・量育が劣っているが、バタフライ選手は周・量育が勝っており、また、背泳選手は周・量育に比べて長育がとくに勝っていると



F1-F6の因子番号は表2のII筋力の因子番号と同じ

- 短距離クロール ● 長距離クロール
- 平泳 ■ 背泳
- ★ バタフライ ☆ 個人メドレー

図3 柔軟性のプロフィール

表4 多重比較検定結果

I	F2	CR1 > CR2, BR ; BA, IM > CR2
	F3	IM, BT, CR1 > BR, BA
III	F1	BT > CR2, BR, CR1 ; IM > CR2, BR
	F4	BA > BR, CR2, CR1, IM, BT ; BT > BR, CR2, CR1

注1 : I 形態 F2 長育, F3 周・量育

III 柔軟性 F1 体捻転柔軟性, F2 足首伸転・可動柔軟性

注2 : CR1 > CR2, BR は CR1がCR2 及び BRより大 (5%水準)

注3 : CR1, BR, BA, BT, IM, CR2 は表3と同じ

推測される。

短距離クロールと長距離クロール選手間において、形態面における差異が推測されたが、これは Cureton⁶⁾及び Bloomfieldら¹¹⁾の報告と内容的にはほぼ一致するものであった。しかし、泳法別立場から見た平田¹⁵⁾の報告とは必ずしも一致していなかった。これは、標本の相違、すなわち、平田の報告はオリンピック選手という世界のトップスイマーを対象としたのに対し、今回の研究では日本

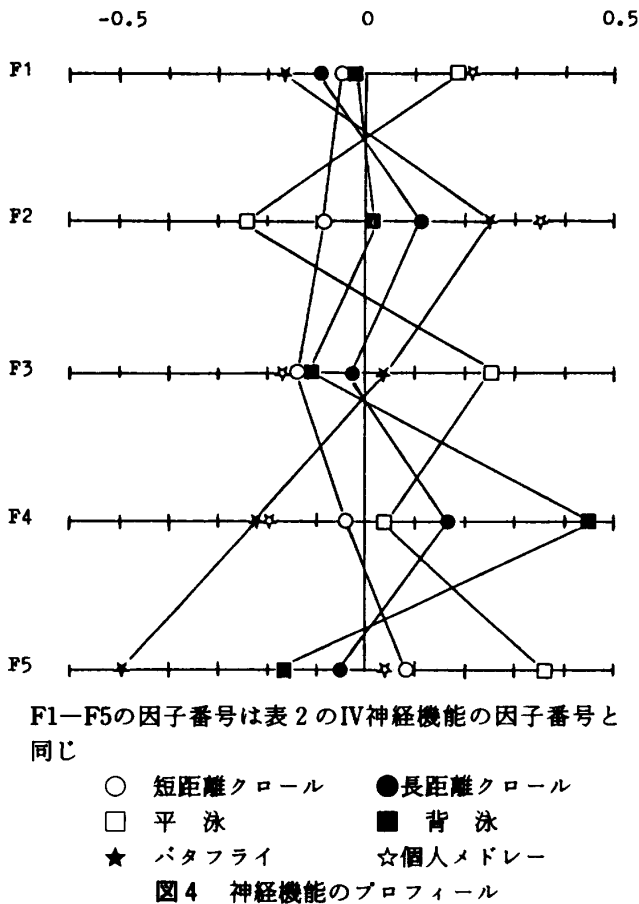
のトップスイマーを対象としたことによるものと考えられる。しかし、いずれにしても今回の結果から見る限りでは、同じ水泳選手であっても、泳法によって、また、同じ泳法であっても短距離と長距離種目を専門とする選手の体格あるいは体型は異なるものと推測される。

一方、短距離クロールの成就の場合には、長距離クロールや平泳の成就の場合に比べて、また、背泳や個人メドレーの成就の場合には長距離クロールの成就の場合に比べて、長育の大きい方が有利であり、よい成績をあげることが出来ると推測される。

また、個人メドレー、バタフライ、あるいは短距離クロールの成就の場合には、平泳や背泳の成就の場合に比べて、周・量育に勝る方が有利であり、よい成績をあげることが出来ると推測される。

2. 筋力

表2及び表3から、本研究でとり上げた15筋力



変量によってとらえられる筋力の因子構造は、腕筋力、肩腕、下肢の動的筋力、腹部の静的筋力、握力、肩腕力及び下肢の瞬発筋力、及び腹部の動的筋力の6因子によって構成されていると考えられ、また、この6筋力因子によって全分散の70.2%が説明されると考えられる。

表3及び図2から、握力、肩腕力及び下肢の瞬発筋力の両筋力因子の場合、各泳法群の平均値間に隔たりが見られるが、一要因分散分析の結果では、いずれの筋力因子の場合にも統計的に有意な差異は認められなかった(表3)。従って、前述の6筋力因子に関しては、6泳法別選手群間に差異はないものと推測される。

Faulkner¹⁴⁾は、水泳選手の腕筋力が一般学生あるいは他の競技者と比べて勝っていたことを報告しているが、Bloomfield¹⁾及びFerguson¹⁵⁾によると、クロールの短距離と中・長距離選手の筋力に差異がなかったことを報告している。筋力テストの種類及び方法は、前述の研究に利用されたものと必ずしも同じではないが、今回の結果は、ク

ロールの短距離と長距離選手の筋力に差異が認められなかった点では一致している。

次に、図2から6筋力因子の発達バランスを考察すると、短距離クロール選手の場合、腹部の動的筋力は他の筋力に比べて勝っているが、握力や肩腕力及び下肢の瞬発筋力が劣っていると推測され、個人メドレー選手の場合、握力が他の筋力に比べて勝っていると推測される。他の泳法の場合、各筋力の発達に多少の差異は認められるが、ほぼバランスのとれた筋力発達をしているものと推測される。

3. 柔軟性

表2から、柔軟性の因子構造は、体捻転柔軟性、体側屈柔軟性、肩の柔軟性、足首伸展・可動柔軟性、足首屈曲柔軟性、及び体前後屈柔軟性の6柔軟性因子によって構成されていると考えられ、また、この6因子によって全分散の86.7%が説明されると考えられる。

一要因分散分析の結果、前述の6柔軟性因子の内、体捻転柔軟性と足首伸展・可動柔軟性に有意な差異が認められた。多重比較検定の結果(表4)、体前屈柔軟性の場合、バタフライ選手と短距離クロール、平泳、及び長距離クロール選手に有意な差異が認められ、個人メドレー選手と長距離クロール及び平泳選手間に有意な差異が認められた。足首伸展・可動柔軟性の場合、背泳選手と他の全ての泳法選手間に、また、バタフライ選手と平泳、短距離及び長距離クロール選手間に有意な差異が認められた。

したがって、単に柔軟性と言ってもいくつかの下位柔軟性に分けて考えられ、各泳法を専門とする選手間において差異のある柔軟性と差異のない柔軟性が存在すると推測される。今回の結果から見る限りにおいては、体捻転柔軟性と足首伸展・可動柔軟性に差異が存在すると考えられ、前者は、バタフライ選手の方が平泳及びクロールの短距離・長距離選手に比べて勝り、個人メドレー選手の方が長距離クロール及び平泳選手に比べて勝ると推測される。足首伸展・可動柔軟性の場合、背泳選手は他の全ての泳法選手に比べて勝り、バタフライ選手は平泳及びクロールの短距離・長距離選手に比べて勝ると推測される。

表3及び図3から, 6柔軟性因子の発達バランスを考察すると, 背泳選手の場合は, 足首伸展・可動柔軟性が他の柔軟性に比べて著しく発達しており, バタフライ選手の場合は, 体捻転柔軟性及び足首伸展・可動柔軟性が足首屈曲柔軟性や体前後屈柔軟性に比べて発達しており, また, 個人メドレー選手の場合には, 体捻転柔軟性が他の柔軟性に比べて発達していることが推測される。平泳, クロールの短距離と長距離選手の場合にも, 各柔軟性の発達水準に多少の差は認められるが, 各柔軟性はほぼバランスのとれた発達をしているものと推測される。

以上のことから, 同じ水泳運動であっても, バタフライの成就の場合には, クロールあるいは平泳の成就の場合に比べて, 柔軟性の中でもとくに体捻転柔軟性及び足首伸展・可動柔軟性が関与し, バタフライにより成績をあげるためには前述の両柔軟性が発達ないし優れていることが重要であると推測される。

また, 背泳の成就の場合には他の全ての泳法成就の場合に比べて, とくに足首伸展・可動柔軟性が関与し, よい成果をあげるためにはこの能力に優れていることが不可欠であろうと推測される。

4. 神経機能

表2から, 神経機能の領域では, 四肢の敏捷性, 躯幹の敏捷性, 動的平衡性, 静的平衡性, 及び全身の敏捷性の5因子が解釈された。四肢の敏捷性は, 主に手足の素速い反復動作を要求するタッピング及びステッピングテストによって, 躯幹の敏捷性は, 主に上体の左右側屈(側方交互曲げ)及び前屈と左右捻転(ペントアンドツイスト)を要求するテストによって定義される因子である。また, 全身の敏捷性は, 主に全身の反応(全身反応時間)や重心の素速い反復位置変化(バービーテスト)を要求するテストによって定義される因子である。前述の5神経機能因子によって全分散の78.4%が説明されると考えられる。

一要因分散分析の結果, いずれの神経機能因子の場合にも有意な差異が認められなかった。従って, 前述の結果から見る限り, 6泳法選手間の神経機能には差異がないものと推測される。

図4から, 各神経機能因子の発達バランスを考

察すると, 背泳選手の場合, 静的平衡性が他の能力に比べて発達しており, バタフライ選手の場合には, 全身の敏捷性が他の能力に比べて劣っており, 個人メドレー選手の場合には, 四肢及び躯幹の敏捷性が静的及び動的平衡性に比べて発達していると推測される。短距離及び長距離クロール選手の場合には, 5神経機能因子がほぼバランスのとれた発達をしているものと推測される。

ま と め

本研究の目的は, 短距離クロール, 平泳, 背泳, バタフライ, 個人メドレー, 及び長距離クロールの各泳法を専門として5年以上の水泳トレーニングを積んだ選手間の形態, 筋力, 柔軟性, 及び神経機能の差異を明らかにすることであった。前述の4体力要因は, 因子分析法を利用して, それぞれいくつかの下位領域に分けられ, その比較検討がなされた。主な結果は次の通りである。

1. 形態の領域では, 体脂肪, 長育, 周・量育の3形態因子が解釈された。長育は, 短距離クロール選手の方が長距離クロール及び平泳選手に比べて勝り, 背泳及び個人メドレー選手は長距離クロール選手に比べて勝ると推測された。周・量育は, 個人メドレー, バタフライ, 及び短距離クロール選手の方が平泳及び背泳選手に比べて勝ると推測された。

また, 長距離クロール及びバタフライ選手の場合, 長育が周・量育に比べて劣り, 背泳選手の場合, 長育が周・量育に比べて勝ると推測された。

2. 筋力の領域では, 腕筋力, 肩腕・下肢の動的筋力, 腹部の静的筋力, 握力, 肩腕力及び下肢の瞬発筋力, 及び腹部の動的筋力が解釈されたが, いずれの筋力因子にも泳法間に有意な差異は認められなかった。長距離クロール選手の場合, 握力, 肩腕力及び下肢の瞬発力が腹部の動的筋力に比べて劣っていると推測された。

3. 柔軟性の領域では, 体捻転柔軟性, 体側屈柔軟性, 肩の柔軟性, 足前伸展・可動柔軟性, 足首屈曲柔軟性, 及び体前後屈柔軟性因子が解釈された。体捻転柔軟性の場合, バタフライ選手は平泳, クロールの短距離及び長距離選手に比べ

て、個人メドレー選手は平泳及び長距離クロール選手に比べて発達していると推測された。足首伸展・可動柔軟性の場合、背泳選手は他の全ての泳法選手に比べて勝り、バタフライ選手は平泳、クロールの短距離及び長距離選手に比べて勝ると推測された。また、背泳選手の場合足首伸展・可動柔軟性が、個人メドレー選手の場合には体捻転柔軟性がそれぞれ他の柔軟性に比べて発達しており、バタフライ選手の場合には体捻転柔軟性及び足首伸展柔軟性の両者がとくに発達していると推測された。

4. 神経機能の領域では、四肢の敏捷性、躯幹の敏捷性、動的平衡性、静的平衡性、及び全身の敏捷性因子が解釈されたが、いずれの神経機能因子にも泳法間に有意な差異は認められなかった。また、背泳選手の場合、静的平衡性が他の能力に比べて発達し、バタフライ選手の場合は、全身の敏捷性が他の能力に比べて劣っていることが推測された。

なお、データ解析は全て筆者自身作成のプログラムを用い仁愛短期大学情報コースの小型コンピュータ-system 50を利用して行われた。

注

- 注1) 200m以下の距離を専門とする場合、短距離クロール選手、800m以上の距離を専門とする場合、長距離クロール選手とした。

引用・参考文献

- 1) Bloomfield, J.B. and Sigerseth, P.O., "Anatomical and physical differences between sprint and middle distance swimmers at the university level," *J. Sports Medicine*, 6: 76-81, 1915.
- 2) Brozek, J., Grande, F., Anderson, J.T. and Keys, A., "Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions," *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 110: 113-140, 1963.
- 3) Cureton, T.K., "Mechanics and kinesiology of swimming (The crawl flutter kick)," *Res. Quart.*, 1: 87-121, 1930.
- 4) Cureton, T.K., "Review of a decade of research in aquatics at Springfield College, 1929-1939," *Res. Quart.*, 11: 72-74, 1940.
- 5) Cureton, T.K., "Flexibility as an aspect of physical fitness," *Res. Quart.*, 12: 381-391, 1941.
- 6) Cureton, T.K., *Physical fitness of champion athletes*, Univ. of Illinois Press, 1951.
- 7) 出村慎一・松浦義行「筋力と水泳パフォーマンスとの関係」*体育学研究*, 24: 1: 59-70, 1979.
- 8) 出村慎一「大学男子水泳選手のための筋力組テスト案」*仁愛女子短期大学紀要*, 14: 85-93, 1983.
- 9) 出村慎一・松浦義行・田中喜代次・田井村明博・服部隆・ムハマッド・マンワル・バサウ「柔軟性の階級的因子構造」*体育学研究*, 24-3: 217-226, 1979.
- 10) 出村慎一・松浦義行「大学男子水泳選手のための柔軟性組テスト」*体力科学*, 31-2: 94-102, 1982.
- 11) 出村慎一「中学性水泳選手の形態、筋力、及び柔軟性の性差・学年差の検討」*体力科学*, 32-1: 8-16, 1983.
- 12) 藤本実雄・松本壽吉・岡部弘道・徳永幹雄・小宮秀一「運動類型についての研究—スポーツの進路指導と体力増強を目的とした—」*体育学研究*, 18-1: 31-40, 1973.
- 13) Ferguson, K.R., *The construction of an athletic profile and comparison of selected physiological and psychological variables for varsity swimmers and wretdlers at Brigham Young University*, Doctoral Dissertation, Brigham Young Univ., 1975.
- 14) Faulkner, J.A., "Physiology of swimming," *Res. Quart.*, 37: 41-54, 1966.
- 15) Hirata, K., *Selection of Olympic champions*, Department of Physical Education, Chukyo Univ., Nagoya, 1977.
- 16) 岩原信九郎, *教育と心理のための推計学*, 日本文化科学社, 1977.
- 17) 川端愛義・永町四郎・緒方維弘・鈴木慎次郎, *体力測定と健康診断*, 南江堂, 1964.
- 18) Lepere, C.B., *Cardiovascular and metabolic response of skilled running and swimming*, Doctoral Dissertation, Univ. of Idaho, 1972.
- 19) 松井三雄・水野忠文・江橋慎四郎, *体育測定法*, 体育の科学社, 1974.
- 20) 松田岩男・小野三嗣, *スポーツマンの体力測定*, 大修館, 1974.
- 21) 松田岩男編, *運動心理学入門*, 大修館, 1976, pp. 301-22.
- 22) McCurdy, J.H. and Larson, L.A., "The validity of circulatory-respiratory measures as an index of endurance condition in swimming," *Res. Quart.*, 11: 3-12, 1940.
- 23) 長嶺晋吉, *スポーツとエネルギー・栄養*, 現代スポーツ科学講座, 大修館, 1979, pp. 259-83.
- 24) 名取礼二・小川義雄・横堀栄・木村邦彦, *最新体力測定法*, 同文書院, 1970.
- 25) 日本体育学会測定評価専門分科会編, *体力の診断と評価*, 大修館, 1977.
- 26) 大山良徳, *体力づくりと身体柔軟性*, 不味堂, 1974, pp. 224-56.
- 27) Redden, W.G., *Pulmonary characteristics of trained university carsmen, swimmers and cross-country trackmen*, Doctoral Dissertation, The Univ. of Wisconsin, 1966.