

背泳ぎの動作発達とその評価

合屋 十四秋* 伊藤 彰浩**

*名誉教授 (日本福祉大学スポーツ科学部)

**名古屋高校

An Evaluation for the Development and Motor Patterns of Backstroke Swimming in Children

Toshiaki GOYA* and Akihiro Itoh**

**Nihon Fukushi University, Faculty of Sports Sciences, 470-3295 Aichi, Japan*

***Nagoya High School, 461-8676 Aichi, Japan*

The motor patterns and development for school children in back stroke swimming measured by the method of observational evaluation on VTR movie analysis. The results were as follows; 1) The percentage of motor pattern 1 and 2 for Ba, Cr and Br stroke swim showed approximately 50% for appearance. This suggested that the three styles of swimming ability for school children could be integrated in these motor pattern levels. 2) The body position during swimming was considered as the remarkable critical motor pattern changes due to reduce the passive drag against streamlined position. 3) The timing of stroking and rolling of upper body for backstroke swimming were estimated highly difficulty in terms of motor pattern development. 4) With the progress for the development of motor pattern, the ability of three styles swimming could be improve these swim velocities when appropriate teaching opportunity should be done individually.

Key words: backstroke swim, school children, key category, motor pattern, variables of swim stroke.

1. はじめに

ヒトの生涯にわたる運動全般の基本となる動作は、神経系の発達がほぼ完成される児童期に獲得され、そこに至るまでの発育、発達の特徴と密接な関係があるといわれている(後藤, 1984)。発育発達の分野では、動作の発達段階とは「動作獲得プロセスの仮説モデル」と考えられ、動作様式を明らかにすることによって、評価だけでなく動作の習得レベルに合わせた具体的な指導方法や教具の開発が可能となる(中村, 1992)。このような背景から、幼児および児童の基本動作の動作様式や運動発達を観察的に評価する方法が研究され、望ましい運動発達とはどうあるべきか、よりよい運動指導のあり方はどうあるべきかの視点を見いだしてきている(中村ほか, 1992; 加藤, 1990)。

一方、水中運動は陸上運動に比べ、年齢による経年的パフォーマンスの向上(泳速度など)は学習経験量に左右される要素が強いことから、性差や被験者の年齢が広がっていてもそれらへの影響はさほど大きくない(合屋ら, 2005)。また、水泳は学習しな

ければ決してその技能は獲得されない。すなわち、年齢、性別、種目にかかわらず、学習すれば必ずその技能は獲得できる(高橋, 1983)。水泳の能力の評価は、ある一定の距離を泳いだ時のタイムや可泳距離であっても、それを生み出した過程、つまり泳動作の発達そのものは、人によって多くの違いがある(合屋, 1993)。

小学生児童のクロール泳の動作獲得過程のパターン分類によれば、1) プル動作(手・腕の動作) 2) キック動作(バタ足動作) 3) ボディポジション 4) 息つき動作などの組み合わせによって、技術的に未熟なパターン1から完成型に近いパターン5までの5つのパターンが抽出された(合屋ら, 1992)。また、パターン1とパターン2が全体の約60%を占め、この技能レベル(秒速約1.0m/sec前後、ピッチ約0.8秒/回)に集中している。しかし、パターン2からパターン3および4に移行する段階で泳タイムの減少が見られたため、ただ単にタイムなどでは評価できない動作の特徴が現れると報告されている。

同様に、小学生および中学生を対象とした平泳ぎの動作獲得過程のパターン分類では、1) ボディポジ

ション, 2) キック動作, 3) プル動作, 4) タイミングなどの組み合わせの結果, これも未熟なパターン1から成熟したパターン5まで, 5つのパターンが抽出されている(合屋, 1996). クロール泳全体ではおよそ1かきで進む距離の増加によって泳速度の向上が見られているが, 平泳ぎでは1かき1けりで進む距離の増加に加えて, 1かき1けりに要する時間を長くすることによって泳速度が増加することが明らかにされ, それぞれの種目特性や動作獲得過程モデルの特徴が明らかにされている.

しかし, 背泳ぎの動作パターンや動作獲得の習熟段階は明らかにされていない. そこで, 本研究では背泳ぎの動作パターンを観察, 評価することによって児童・生徒の動作獲得モデルの特徴と習熟パターンを明らかにし, 水泳水中運動の教材およびカリキュラムや指導の組み立てや手順の示唆を得ることを目的とした.

2. 研究方法

被験者は, 小学生児童43名(男25名, 女18名)と中学1年生76名(男45名, 女31名), 男女合計119名を対象とした. 被検者全体の平均月齢は, 144.2 ± 8.7 であった. 11mの距離を背泳ぎで全力で泳がせ, 水中側面・水上側面の2方向より8mmカメラ(SONY DCR-TRV20, SHARP VL-FD1)によって撮影した(図1).

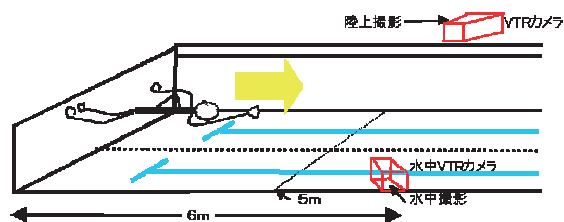


図1. 実験概略図

本研究の目的や方法などを被検者に対し, 事前に十分説明した上で学校長への調査・測定への同意を得た. また, 実施にあたって, 被検者の個人情報の保護および安全や人権擁護に注意を払った.

動作の観察, 評価は先行研究(合屋ら, 1992, 合屋, 1996)を参照し, 各パターンをキーカテゴリー及び動作カテゴリーによって類型化した(図2). 水

泳運動では陸上運動の複数のキーカテゴリー(宮丸, 1989)ではなく, 全ての泳法の基本となるボディポジションを単一のキーカテゴリーとして設定, 分類している(合屋, 1992). これを基に未熟型のパターン1から成熟型のパターン5までの5つの典型的な泳動作パターンに分類した.

動作カテゴリーは, ボディポジション・キック動

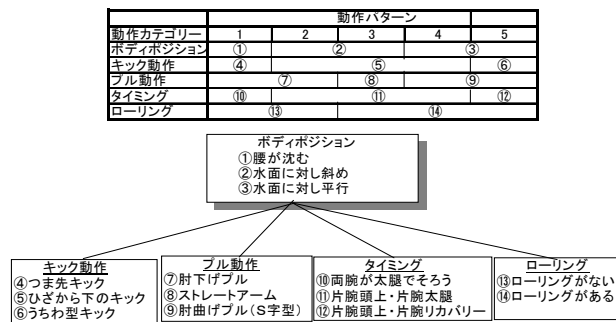


図2. 動作キーカテゴリーの組み合わせ

作・プル動作・タイミング・ローリングの5つとした. タイミングは両手のかきとリカバリー動作が適切な動きとなっているか否かを判断した. また, ローリングは上体のひねりを上手に使うことによって手のかきの推進力に貢献しているか否かを判断した. 双方共に背泳ぎ独自のカテゴリーの設定を行った.

発育段階を反映させるために, 被験者の月齢を用いて, ①泳タイム②ストローク数③泳速度④1ストロークにかかる時間(以下PT)⑤1ストロークに進む距離(以下PD)との関係を分析した. 映像の観察, 評価に当たっては, 大学生水泳部員(水泳歴 12.4 ± 2.3 年・指導歴 4.2 ± 1.3 年)5名で行なった. これは長期の水泳トレーニング及び水泳指導を経験した者は, 水泳技能の観察能力と主観的評価の妥当性が高いことが認められている(胡ら, 2001). 事前観察の結果, 3名以上のパターン評価が一致したのが90.7%, また5名全員の評価の一致は, 23.7%であった.

3. 結果

3.1 各パターンの出現率

表1に各パターンのキーカテゴリーとその特徴をまとめた. 5つの動作カテゴリーは, 1) ボディポジション, 2) キック動作, 3) プル動作, 4) タイミング, 5) ローリングであり, それぞれの動きの特徴を記載した. 表2に各パターンの出現率とStroke変数を示した. 各パター

ンの出現率は、男女全体では、パターン1が10.9%、パターン2が35.3%、パターン3が24.4%、パターン4が23.5%、パターン5が5.9%であった。パターン1と2がほぼ50%近くを占めていた。

3.2 姿勢の違いと動作の特徴

ボディポジションの姿勢を比較してみると、パタ

表1 各動作パターンの特徴

P \ C	1	2	3	4	5
ボディ ポジション	水面に対して 腰が沈む	やや斜め	やや斜め	やや水平	水平
キック動作	つま先キック	自転車こぎ キック	膝屈伸キック	膝屈伸キック	うちわ型 キック
プル動作	グライドがない	グライドがない	グライドが ややある	グライドが ややある	グライドが ある
	ストレート アームプル	ストレート アームプル (肘下げプル)	ストレート アームプル (手の向き が水面に対 して平行)	肘を曲げて 水を押す	肘を曲げて 水を押す
タイミング	両腕が太腿 でそろろう	片腕が頭上 にある時、 片腕が太腿 にある	片腕が頭上 にある時、 片腕が太腿 にある	片腕が頭上 にある時、 片腕が太腿 にある	片腕が頭上 にある時、 片腕はリカ バリーして いる
ローリング	ローリング はない	ローリング がややある (片方)	ローリング がややある (両方)	ローリング がややある (両方)	ローリング がある

注) 表中のPはパターン、Cはカテゴリーを表す。

ーン1では腰が沈み、水面に対し斜めに沈んでいる姿勢から、パターン5では体幹が水面に対しほぼ平行となった(図3)。今回の背泳ぎでは、パターン1のつま先が水面に対して垂直なキックから、パターン5の「うちわ」を扇ぐようにしなやかなキックへと変化していた。クロールおよび平泳ぎと同様に、水中での仰向けの不安定な垂直に近い姿勢から、顎を引いて腰を伸ばした水平に近い姿勢変化となった(図4)。

プル動作の違いと特徴を図5に示した。パターン2では水面に垂直なストレートアームに対し、パターン3では水面に平行に肘を伸ばしたストレートアームであり、パターン4では前半のキャッチと後半のプル動作が形成され、手のひらはS字状を描いた完成形に近づいている。最終的にはパターン5に代表されるような、手のひら、前腕および上腕を巧み

に使用して水を後方へと押し出す効率的な動きへと変わっていた。

3.3 動作パターンとストローク変数

各パターンの泳速度・ストローク数の結果は表2に示したとおりである。また、図6に、泳速度とPTおよび図7に泳速度とPDとの関係を示した。表2よりパターン1からパターン5になるにつれ泳速度は増加し、ストローク数は減少した。パターン1とパターン5の泳タイムとストローク数の違いは、パターン1では平均泳タイム17.3±4.83sec、平均ストローク数16.8±6.48回に対し、パターン5では、それぞれ7.6±0.78sec、9.0±0.90回であった。

図6,7より泳速度とPT($r = -0.384, p < 0.01, n = 119$), 泳速度とPD($r = 0.694, p < 0.01, n = 119$)との間には有意な相関がみられた。

3.4 月齢と動作パターンおよび泳速度PT, PDとの関係

図8に月齢と動作パターン、図9に月齢と泳速度、図10に月齢とPT、図11に月齢とPDとの関係を示した。図8より背泳ぎの月齢と動作パターンとの間には有意な相関がみられなかった。月齢と泳速度およびPDの間には有意な相関が見られたが、月齢とPTの間には有意な相関は見られなかった。

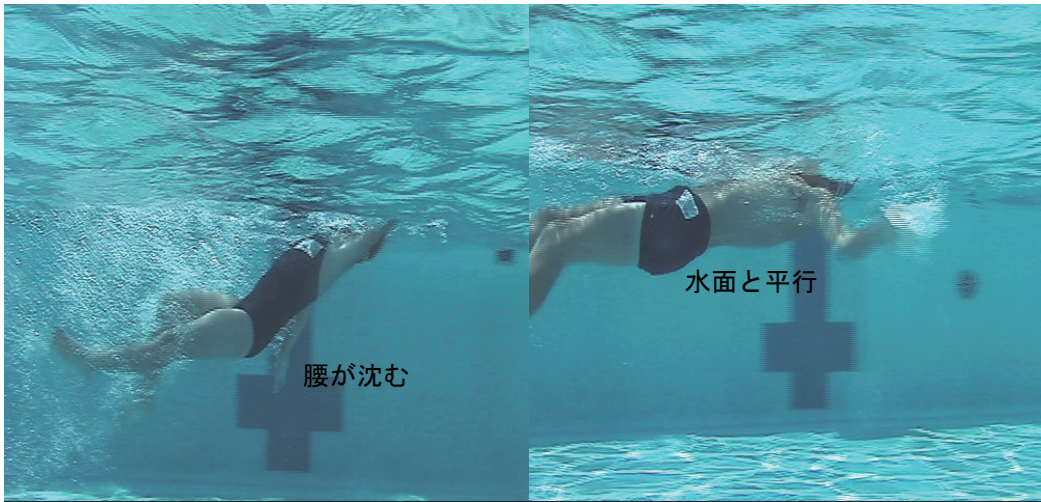
4. 考察

4.1 パターン出現率の様相

クロールではパターン1と2の合計がほぼ60%(合屋ら, 1992)、平泳ぎのそれは40%強であったと報告されている(合屋, 1996)。今回の背泳ぎとクロールおよび平泳ぎ全体で見ると、パターン1とパターン2はおおよそ50%前後の出現率の範囲となり、児童・生徒の3種目の泳能力は、ほぼ半数がこの習熟レベルの段階にあることが判明した。一方、背泳ぎのパターン4が23.5%、パターン5が5.9%であったのに対して、クロールではそれぞれ11.4%と18.1%、平泳ぎでは20.8%と21.3%であった。背泳ぎのパターン5の出現率はクロールおよび平泳ぎに比べて約1/4程度と非常に少なく、技術的要素の難易度が高い

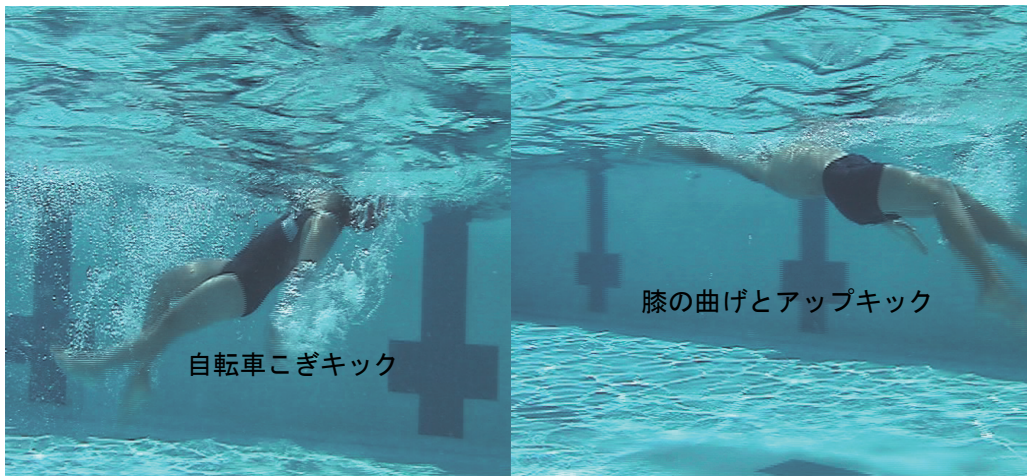
表2. 各パターンの出現率とStroke変数

パターン	項目	人数(n)	出現率(%)	月齢(month)	泳タイム(sec)	ストローク数(times)	泳速度(m/sec)	PT(times/sec)	PD(m/strokes)
パターン1		13	10.9%	140.0±23.8	17.3±4.8	16.8±6.5	0.68±0.18	1.10±0.25	0.76±0.31
パターン2		42	35.3%	140.0±18.6	12.6±3.0	13.4±3.1	0.92±0.22	0.96±0.23	0.87±0.21
パターン3		29	24.4%	143.7±18.3	9.6±1.7	10.4±2.5	1.18±0.19	0.95±0.19	1.12±0.23
パターン4		28	23.5%	147.8±15.1	8.9±1.1	10.4±2.3	1.26±0.16	0.88±0.16	1.11±0.21
パターン5		7	5.9%	149.4±6.0	7.6±0.8	9.0±0.9	1.47±0.17	0.86±0.10	1.25±0.13
全体		119	100%	143.3±18.0	11.2±3.8	12.1±3.9	1.07±0.29	0.95±0.21	1.00±0.27



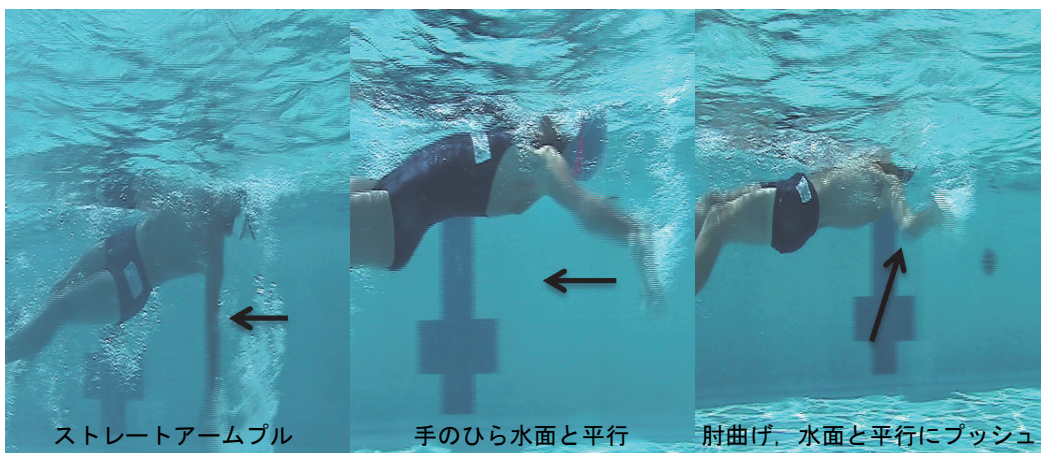
パターン1のボディポジション (左) パターン5のボディポジション (右)

図3. ボディポジションの違いと姿勢の特徴



パターン1のキック動作 (左) パターン5のキック動作 (右)

図4.キック動作の違いと姿勢の特徴



パターン2のプル動作 パターン3のプル動作 パターン5のプル動作

図5.プル動作の違いとその特徴

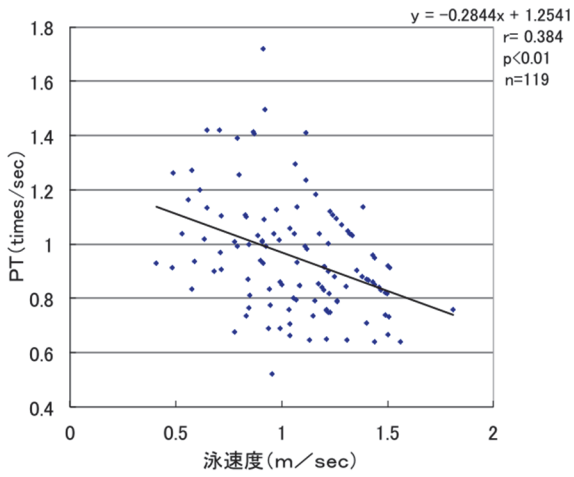


図 6. 泳速度と PT との関係

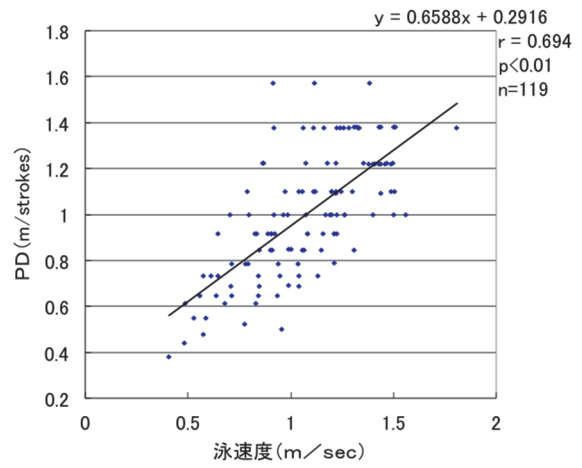


図 7. 泳速度と PD との関係

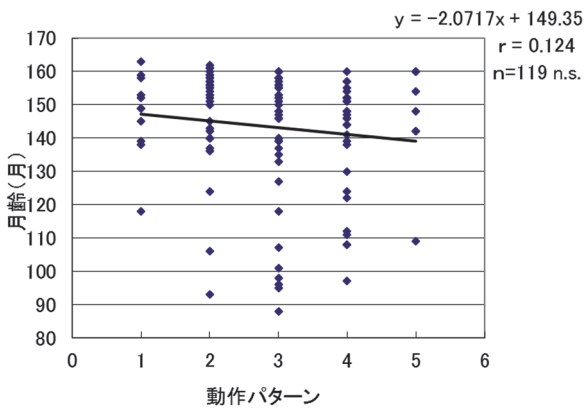


図 8. 月齢と動作パターンとの関係

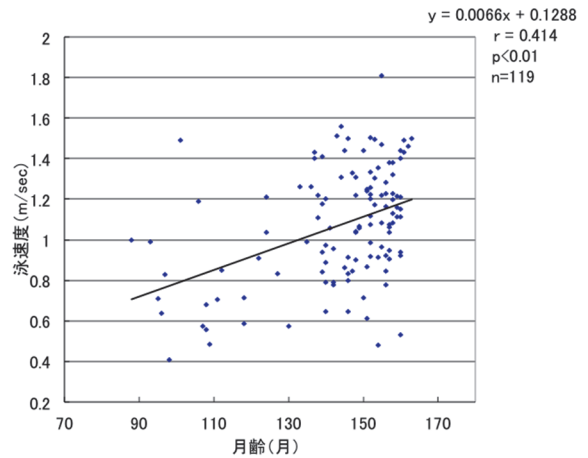


図 9. 月齢と泳速度との関係

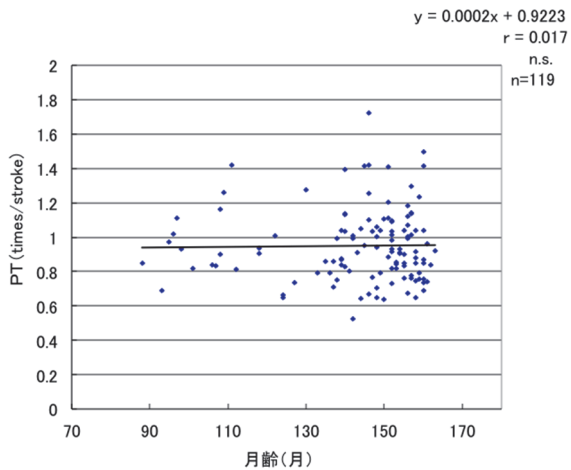


図 10. 月齢と PT との関係

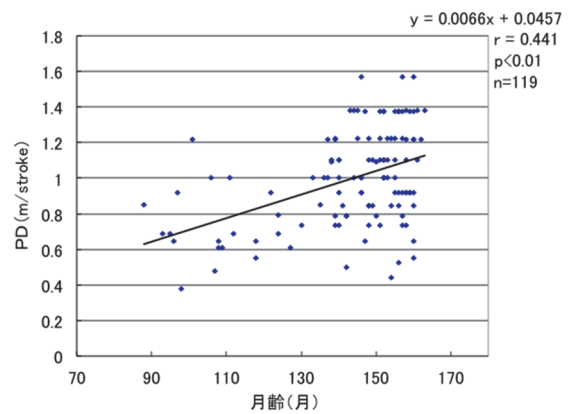


図 11. 月齢と PD との関係

ことと、泳法習得の順序性の影響と考えられる。

4.2 キックおよびプル動作とボディポジションとの関係

背泳ぎのキック動作はクロールの姿勢を 180 度反転した姿勢となる。クロールのキックの特徴は、自転車こぎキックからムチ動作キックへ変化するに従って、ボディポジションは垂直に立った姿勢から水平に近いフラットな姿勢となる（合屋，1992）。

背泳ぎのプル動作では、泳者が自分自身の手の動きをほとんど目視できず、腕を頭上から体側へ S 字状に回す動きとなり、力発揮は容易ではない。また、手のかきのタイミングや上体のローリングなどはクロールに比べて技術獲得の難易度が高くなる。これは、背泳ぎのパターン 5 の出現率が 5.8%、クロールが 18.1%、平泳ぎが 21.3%であったことから推察できる。

児童・生徒のクロールと平泳ぎのパターン 1 と 2 のボディポジションの共通点は、足を真下にして身体が垂直方向に立った姿勢が特徴であり、息つぎ動作と合わせて動作改善のキーポイントとなる（合屋 1996）。低抵抗姿勢（ストリームライン）、すなわち、ボディポジションの取り方が進行方向への推進力に非常に大きな影響を与える（高木ら 1997；高木，2001）。また、ストリームライン姿勢では水中での体幹（ボディポジション）の動きを認識し、その姿勢を的確に保つことの困難さも指摘されている（合屋ら，2012）。このことは、クロール、平泳ぎに限らず背泳ぎでも共通する重要な要素であり、水中での並進運動における動作獲得のクリティカルポイントになると思われる。すなわち、運動プログラムのパラメーターとなる基本動作に対して、どの身体部分を使い、どれだけの力と時間をかけて動作を行うかの指標であるスペーシング、グレーディング、タイミング（猪飼，1966；大築，1998；合屋ら，2008；胡ら 2001）の調整度合いによってよりよいパフォーマンスに繋がっていくと考えられる。

4.3 動作パターンとストローク変数および月齢との関係

背泳ぎの泳タイムは、パターンの上昇に伴い速くなり、ストローク数は減少していた。クロールおよび平泳ぎにおいても同様の結果が得られていることから（合屋，1999）、児童・生徒の 3 種目の泳能力は、動作パターンの発達に伴って 1 かきで進む距離が増加して泳タイムが短縮され、適切な時期に働きかけが行われたか否かで変容していくことが明らかになった（合屋ら，1993）。

本研究の泳速度と PT および泳速度と PD との間に有意な相関がみられたことから、背泳ぎの泳速度が

向上するのは、1 かきに要する時間を短くすることと、1 かきで進む距離の増大が関与することがわかる。Miyashita (1987) の報告によれば、クロール泳の初心者では泳速度の増大は PD と PT の双方の増加によって得られ、秒速約 1.2m 以上になると PD の貢献度がほとんどを占めることが明らかにされている。男女水泳選手のクロール泳の泳速度出力調整でも同様の結果が得られている（合屋ら，2005；合屋ら，2008）。また、児童・生徒のクロール泳および平泳ぎにおいても同様の結果が報告されており（合屋ら，1992；合屋，1996）、PT と PD の増大は初心者レベルの泳運動のできばえを反映すると思われた。さらに、本研究結果のパターン 3 から 4 にかけて泳速度が約 1.2m 前後であることから、このレベル付近が泳ぎ方の質的变化が出現する段階と考えられる。

また、背泳ぎのパターン 3 から 4 にかけて、手のかき方やタイミングおよび上体のローリングなどの洗練化が進み、PT の減少と PD の増加に繋がるのではないかと思われた。

4.4 月齢と動作パターンの発達

クロールの月齢と動作パターンとの間には、男子および女子ともに有意な相関はみられていない（合屋ら，1992）。一方、平泳ぎの月齢と動作パターンとの間には有意な相関がみられているが、これは、パターン 5 に月齢の高い中学生が分布していたことが原因であると推察されている（合屋，1996）。本研究では月齢と動作パターンとの間には有意な相関は見られなかった。これは、背泳ぎの手のかきのタイミングや、上体のローリング技術獲得の難易度の高さ、および、現在の水泳指導のほとんどがクロール泳を最初に教え、次に平泳ぎから背泳ぎへと導入、展開している順序性の反映を考慮すると泳法習得の機会が少ないことが原因かと思われた。

以上のことから、児童期・生徒期のクロール、平泳ぎおよび背泳ぎは、月齢の増加に伴い動作パターンの発達はさほど大きくはないと考えられた。水泳運動のできばえは種目いかににかかわらず、学習経験量の大小と、適切な時期に働きかけられることによってその技能が獲得されていくことが確認できた。

まとめ

本研究では児童・生徒の背泳ぎの泳動作様式の発達過程を観察、評価し、教材の組み立てや指導方法の示唆を得ることであった。結果は以下の通りであった。

- (1) 背泳ぎの動作パターンの出現率は、クロールおよび平泳ぎを含めた全体では、パターン1とパターン2がおおよそ50%前後の範囲となり、児童・生徒の3種目の泳能力はほぼ半数がこの習熟レベルの段階にあることが判明した。
- (2) 背泳ぎの初歩的段階の動作獲得は、1かきで進む距離の増加とピッチの増加にともなって泳タイムが短縮され、適切な働きかけが個々になされた時に向上する。
- (3) 背泳ぎ、クロールおよび平泳ぎのボディポジションは、その姿勢の取り方が進行方向への推進力に大きな影響を与えることから動作改善のキーポイントになると思われた。
- (4) 中間段階から上位段階に移行するレベルでは、背泳ぎの手のかきのタイミングや上体のローリングは、クロールや平泳ぎに比べて技術獲得の難易度が高く、動作が洗練化されると、PTの減少とPDの増加に繋がる。
- (5) 水泳運動のできばえは年齢や種目に関係なく、学習経験量の大小と、適切な時期に働きかけが行われたか否かでその技能が左右される。

ル泳の泳速度出力調整と動作との関係, トレーニング科学, (20) 1, 33-42.

猪飼道夫(1966)生理学から見た Coordination. 体育の科学, 16 : 558-560.

中村和彦(1992)運動発達研究における発達バイオメカニクス, 山梨大学教育学部研究報告, (42)156-163.

中村和彦, 植屋清見, 麻場一徳(1992)観察的評価による幼児の疾走動作の発達, スプリント研究, 2:37-45.

Miyashita.M(1987) Arm action in the crawl stroke, Jan P.Clarys and Lewille(eds.), SWIMMING II, University Park Press,167-173.

宮丸凱史(1989)幼児の跳動作の発達と評価に関する研究, 体育科学(17) 66-76.

大築立志(1986)スパーシング・グレーディング・タイミング—意志による運動の制御—. 体育の科学, 36 : 104-109.

高木英樹ら(1997)日本人競泳選手の抵抗係数. 体育学研究, 41 : 484-491.

高木英樹(2001)抵抗を制する者, 勝負を制す. 水泳水中運動科学, 4 : 1-6.

高橋伍郎(1983)高橋伍郎(1983)水泳における身体運動. J.J.SPORTS.SCI., 2 : 518-526.

文 献

(2018年9月10日受理)

胡泰志, 黒川隆志, 崔勝旭(2001), 水泳技能の主観的評価の妥当性に及ぼす水泳経験と観察方向の影響, スポーツ方法学研究, 13(1), 11-17.

加藤謙一, 宮丸凱史, 阿江通良, 横井孝志, 中村和彦, 児童の疾走フォームの縦断的発達, 日本バイオメカニクス学会編, バイオメカニクス研究1990, メディカルプレス, 東京, 24-29.

後藤幸弘(1984)(連載)発達バイオメカニクス2, 立位から歩行への動作の移り変わり, 体育の科学, (34)12 : 927-933.

合屋十四秋(1992)野村照夫, 松井敦典, 高木秀樹:クロール泳動作の発達, 第11回日本バイオメカニクス学会大会論集, 286-291.

合屋十四秋ら(1993)発育発達にともなうスポーツパフォーマンスの変容に関する縦断的研究—卵性および二卵性双生児一組ずつの事例—, デザントス スポーツ科学, 14 : 151-168.

合屋十四秋(1996)平泳ぎ泳動作の発達とその評価について, 愛知教育大学研究報告, 45(芸術・保健体育・家政・技術科学編) : 11-16, 1996.

合屋十四秋(1999)子どもの泳ぐ動作. 体育の科学, 49 : 115-122.

合屋十四秋ら(2005)女子水泳選手におけるクロール泳の泳速度出力調整と動作との関係, スポーツ方法学研究, (18), 75-83.

合屋十四秋ら(2008)男子水泳選手におけるクロール