

長期間の水泳が子どもの身体発達に  
 与える影響について  
 —呼吸動作を視点として—

The Effects of Long Term Swimming on the Physical Growth  
 of Children from 11-12 of age  
 —From a Breathing Action Point of View—

柴田 義晴 (東京学芸大学)

Yoshiharu Shibata\*

**Abstract**

The purpose of this study was to offer some information for constructing desirable teaching program of swimming corresponding with growth of children. Therefore, 40 swimmers and 20 non-swimmers from 11-12 of age were measured for their body structure, respiratory functions, body flexibility and body rotation in order to determine the effects of long term swimming on physical growth. The results were as follows.

- 1) Chest size and abdominal flexibility of swimmers were shown to be superior to non-swimmers' s.
- 2) Swimmers' respiratory functions were shown to be superior to non-swimmers in inspiratory force, expiratory force, and vital capacity.
- 3) In the back lift test and hand grip test, there were not significant difference between swimmers and non-swimmers. However, the swimming group showed a slight tendency to be stronger.
- 4) Amongst the swimmers, forward flexibility (both hand, right hand, left hand) and behind-back-hand-to-hand-touch were shown to be greater on the side of breathing.

In the degree of body rotation, there was no significant difference in right or left side flexibility for the head, shoulder and hip. However, the hip tended to be more flexible on the side of breathing. The shoulder was found to be more flexible on the blind side. The head appeared to be more flexible on the right side.

In the case of alternate side breathing swimmers, there were no significant difference in right or left flexibility.

- 5) In the measurement of curvature, swimmers' backs were less than 3°. No relation was found corresponding to the breathing side.

Long term Swimming for children has a positive effect on the respiratory function. One-sided breathing tends to cause a slight imbalance in body symmetry.

---

\* Tokyo Gakugei University

## 1. 緒言

近年、水泳はその運動特性から老若男女誰にもできる運動<sup>18)</sup>として、乳幼児から中高年までの幅広い年齢層において楽しまれている。特に、東京オリンピック以後、スイミングクラブに通う子どもたちの数は急増し<sup>18,19,27)</sup>、大都市圏では1学校単位でも30%を上回る子どもたちがスイミングクラブに通っている<sup>10,27)</sup>。中でも、選手コースに所属する子供たちは1週間に3-6回水泳活動を行っている<sup>27)</sup>。

ところで、水泳は陸上の運動に比較して運動環境が大きく異なり、その最大点の一つには水による呼吸制限が挙げられる。水泳中の呼吸は、一般的には一連の動作がなされる1秒の間に1回行われ、陸上における安静時の呼吸1回の所要時間約5秒に比べるとおよそ20%に当たる<sup>24)</sup>。しかも、水泳中の吸息筋は、胸郭に加わった水の圧力に抗して使われ、水圧により急激な呼息を制動するために呼息の時にもある程度反射的に収縮している<sup>11,26)</sup>。したがって、このような運動環境にある水泳を長期間行うことによって泳者の呼吸機能が何らかの形でそれに適応していることが推測される。

また、水中では体比重がおよそ0.96-0.99で<sup>1)</sup>、ほとんど全身が水中に沈むため呼吸が不可能な状態となり、水泳時に主として用いられるクロールでは頭部を左右どちらかの方向に回転させて呼吸をしなければならない。日常的に水泳を行っている子どもたちの一日の泳距離は約3,000mで、平均泳速は約1m/secとされているが<sup>24)</sup>、水泳中の呼吸が1秒間に1回行われることを考えれば1日当たりの頭部の一方向への回転動作は約3,000回に至る。このことは、水泳が左右相称的な全身運動であるため、均整な身体発達を促す運動であるといった意見<sup>16,25)</sup>について再検討してみなければならない点でもある。

以上のことから、長期間の水泳により、呼吸機能の発達や呼吸動作に伴う身体変化への影響が良否何らかの形で及んでいることが考えられる。そのため、子どもたちに対する今後の水泳の指導計画を考える時、それらを明らかにすることは極めて有意義であると考えられる。

そこで、本研究では、成長発達期の著しい時期の小学校高学年児童を対象に、長期間水泳を行ってきた水泳群と日常的に水泳を行っていない対照群に分け、身長、体重、体柔軟性、および呼吸機能の測定を行い、得られた資料を比較検討することによって、成長発達に応じた水泳の指導内容を計画する際の基礎的資料を提供することを目的とした。

## 2. 研究方法

測定は、都内公立小学校およびスイミングクラブにおいて実施した。

被検者は、水泳群として1週間当たり3-6回、かつ3年以上にわたって水泳(1回当たりの泳距離が約3,000m)を行ってきた年齢11~12才の小学生40名(男子24名、女子16名)を対象とした。対照群としては、かつて継続して水泳を行った経験のない同年齢の小学生20名(男子10名、女子10名)を対象とした。

測定項目は、全被検者に対して身長、体重、胸囲、背筋力、握力、腹部および胸部の伸張性、肺活量、体表面積、呼息力、吸息力の測定を行い、水泳群に対しては呼吸側、皮脂厚、立位体前屈、後ろ手たすき(Back-Behind-Hand-to-Hand-Touch Test<sup>28)</sup>)、頭部回転、肩部回転、および腰部回転の測定を行い、併せて脊柱側弯検査を行った。

腹部、胸部の伸張性とは体壁の伸張度を示したもので、本研究では最大吸気後の腹囲と胸囲の計測値と最大呼気後の腹囲と胸囲の計測値の差をcm単位で表し、その指標とした。

呼息力、吸息力とは呼息筋、吸息筋の筋力を示したもので、本研究では長さ10m、直径20mmのホース管に長さ7m分の水を入れ、最大呼気あるいは最大吸気後、一方のホース管口からゆっくり吸息あるいは呼息して2-3秒程度維持できる水位の上昇度をcm単位で表し、その指標とした。

後ろ手たすきは、左右の手先を背中中で接近、交差させ、接触点を0、交差の場合は+表示、離れた場合は-表示にしてcm単位で表した。

身体各部の回転値は、床面の直線上に被検者を垂直向きに直立させ、体を左右それぞれ最大限に回転させて頭部、肩部、および腰部に取り付けた基準棒の回転値を被検者の上部よりビデオ撮影によって計測した(図1)。

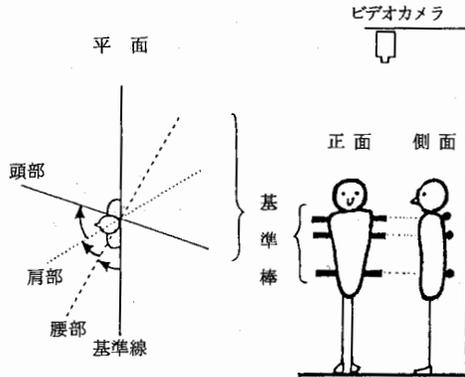


図1 体回転の測定図

脊柱側わん検査は、ヤガミ製のスコリオメータと脊柱側わん基準器を用いて背面傾斜角と側わん状態を測定した。

### 3. 結果

表1は、全被検者の測定結果である。

水泳群と対照群を比較すると、統計学的に有意な差が見られたのは男子の胸囲 ( $P < 0.05$ )、女子の腹部の伸張性 ( $P < 0.01$ )、男女の肺活量 (男子  $P < 0.01$ , 女子  $P < 0.05$ )、男女の呼息力 ( $P < 0.05$ )、男女の吸息力 ( $P < 0.01$ )、および男女の肺活量/体表面積 ( $P < 0.01$ ) であった。その他の項目については、いずれも統計学的有意差は認められなかったが、形態計測値を除くいわゆる機能計測値において水泳群の方がやや高い傾向を示した。

表2は、水泳群の身体的特徴の測定結果である。

表1 水泳群と対照群の身体的特徴 (Mean±S.D.)

項目	身長 (cm)	体重 (kg)	胸囲 (cm)	体表面積 (cm <sup>2</sup> )	背筋力 (kg)	握力 (kg)	肺活量 (cc)	肺活量/体表面積 (cc/cm <sup>2</sup> )	呼息力 (cm)	吸息力 (cm)	腹部伸張性 (cm)	胸部伸張性 (cm)	
水泳群	男子	145.7 6.5	39.2 5.9	74.5 <sup>☆</sup> 6.5	123.4 10.5	88.3 22.9	42.5 8.6	2690.0 <sup>★</sup> 543.8	21.8 <sup>★</sup> 3.1	98.6 <sup>☆</sup> 20.7	86.4 <sup>★</sup> 23.5	4.4 1.6	4.2 0.9
	女子	148.1 4.7	40.7 5.9	75.9 4.2	131.0 9.3	74.6 14.0	36.7 14.5	2573.3 <sup>☆</sup> 282.0	19.6 1.8	76.0 <sup>☆</sup> 13.2	70.8 <sup>★</sup> 13.1	5.4 2.6	5.2 1.2
対照群	男子	143.2 6.3	37.5 3.8	70.0 3.9	123.5 8.4	83.9 11.0	40.5 6.2	2166.0 357.2	17.5 <sup>★</sup> 2.1	81.2 24.8	76.7 16.0	4.7 1.7	4.2 0.8
	女子	148.8 5.7	41.0 4.5	73.2 3.5	131.9 8.5	67.9 19.5	37.7 6.9	2278.0 266.0	17.3 1.6	65.7 10.6	51.8 15.0	3.4 1.2	5.3 1.2

有意差……☆=  $P < 0.05$  ★=  $P < 0.01$

表2 水泳群の呼吸側と身体的特徴 (Mean±S.D.)

項目	皮脂厚 (mm)		握力 (kg)		立位体前屈 (cm)			後ろ手たすき (cm)	
	上腕部	背部	右側	左側	右手	左手	両手	右上	左上
右側呼吸群	12.1 4.6	8.9 3.6	17.5 3.4	16.5 3.3	12.3 4.5	11.8 4.5	11.1 5.1	4.9 6.7	0.9 9.5
	10.2 2.7	7.3 2.3	19.3 2.6	18.7 2.2	11.2 5.8	11.7 6.1	9.4 7.7	-0.7 11.2	1.2 9.0
両側呼吸群	10.4 2.8	8.1 2.7	20.3 4.6	18.3 4.2	11.5 6.5	11.4 6.0	10.7 6.3	6.3 6.1	1.8 6.3

水泳群をクロール泳時に常時行っている呼吸側によってさらにグループ分けした。

水泳群の利き腕側は、すべて右側であった。呼吸側別人数は、右側呼吸群が14名、左側呼吸群が5名、両側呼吸群が21名であった。いずれの測定項目においても呼吸群間と左右間には、統計学的な有意な差は見られなかった。また、呼吸群間には一定の傾向性は認められなかったが、左右間においては右側呼吸群と両側呼吸群では右側の測定値が、左側呼吸群では左側の測定値が大きい傾向が見られた。

表3は、水泳群を対象に行った呼吸側と体の回転度の結果である。身体部位別にみた左右差は、いずれの呼吸群においても統計学的に有意な差は見られなかったが、両側呼吸群ではその差がより小さい傾向であった。呼吸群間の差は、左側呼吸群に対する右側呼吸群の腰部右回転 ( $p < 0.01$ ) のみ有意差が見られたが、頭部ではいずれの呼吸群も右側回転、肩部では右側呼吸群が左側回転で左側呼吸群が右側回転、腰部では右側呼吸群が右側回転で左側呼吸群が左側回転が大きい傾向であった。

脊柱側弯検査の結果は、水泳群全員の傾向として背面傾斜角は3°未満であった。背面傾斜角1°以下の者は、右側呼吸群では15名中8名、左側呼吸群では5名中4名、両側呼吸群では21名中19名であった。また、身体の左右相称性は、いずれの部位においても統計学的に有意な差は見られなかったものの、両肩峰部においてわずかであるが左右差が認められた。両肩甲骨下部と両腸骨上縁

部の高さにおいてはそうした傾向は見られなかった。呼吸側との関連性から左右差を見ると、右側呼吸群14名中5名では右肩が、左側呼吸群5名中4名では左肩が高い傾向が見られ、両側呼吸群21名中15名では左右差が見られなかった。

#### 4. 考 察

長期間にわたる水泳が成長期の子どもたちと与える影響についての研究報告は、体型<sup>1,7)</sup>、身体組成<sup>13)</sup>、筋力<sup>4)</sup>、柔軟性<sup>30)</sup>、最大酸素摂取能力<sup>23)</sup>、あるいは有酸素性能力<sup>3,7)</sup>等といった角度から数多くなされている。しかしながら、泳ぎの技術的特性との関連性を重視し、水泳によってもたらされるであろう形態的变化や機能的变化についての調査や、それによって水泳指導の計画、内容、あるいは評価について検討を試みたものは数少ない。したがって、ここでは水泳のトレーニングにおいて主体的に用いられているクロール泳法の技術的特性を考慮し、また今後の水泳を実施していく上での課題性となるものを求めながら得られた結果について考察を進める。

図2、図3は、それぞれ男女別に形態計測値と機能計測値をレーダーグラフに表したものである。これらを見ると、特に呼吸に関する項目に顕著な差が見られることがわかる。

一般的に運動選手の肺活量は運動をしていない者より多い<sup>2,8)</sup>と言われ、肺胞毛細管の増殖などの組織的变化による<sup>2)</sup>ガス交換の効率化が考えられる。しかし、水泳では、およそ30cmの水面下で行われるため、約1.03気圧の水圧を体を受けて肺活

表3 水泳群の呼吸側と体の回転度 (Mean±S.D.)

項目	頭 部		肩 部		腰 部		右回転 合計値	左回転 合計値
	右回転	左回転	右回転	左回転	右回転	左回転		
右側呼吸	66.9	62.6	22.7	26.6	72.3 <sup>★</sup>	69.2	161.9	158.4
	7.4	6.3	3.0	3.3	9.8	11.3	16.9	16.4
左側呼吸	71.4	65.0	28.4	24.1	65.5	70.1	165.4	159.2
	4.6	6.8	2.4	2.8	7.6	10.8	11.2	20.2
両側呼吸	69.9	69.3	18.2	21.7	74.0	68.8	162.1	159.8
	12.9	12.1	3.9	4.2	17.5	14.8	29.1	28.7

右側呼吸群と左側呼吸群間の有意差……★= $p < 0.01$  (°)

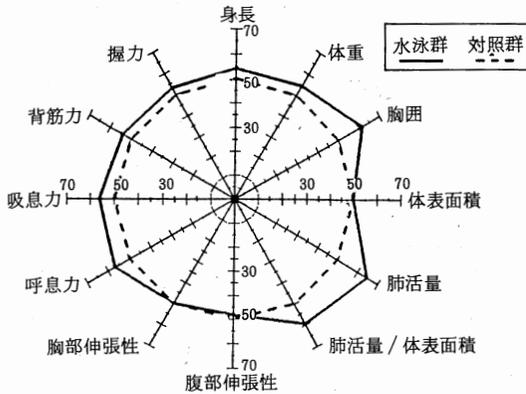


図2 各測定値のレーダーグラフ (男子)

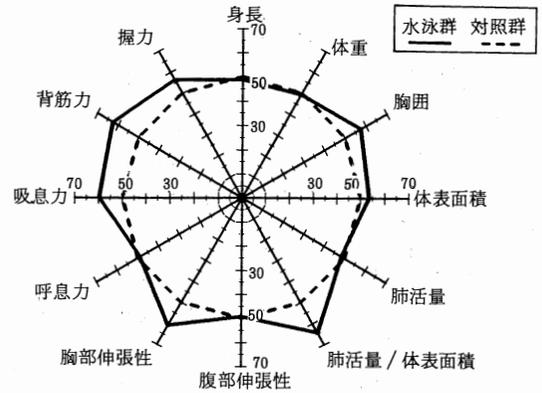


図3 各項目のレーダーグラフ (女子)

量が7-8%減少<sup>20,29)</sup>し、ガス交換の観点からみれば不利な運動条件下で行われている。そのため、泳者はやや多目に息を吸って吸息予備量を増し、陸上運動と同様に換気の増大が期待できる呼吸域を確保している<sup>11,26)</sup>。こうした状態で、1週に3~6回、3年間にわたって水泳を行ってきた子どもたちの肺活量は、その年間発達量が最高量になる時期<sup>17)</sup>と一致していることと、それが好適な運動刺激となって著しい発達が促されたもの、と考えられる。このことは、肺活量が身長、体重、体表面積に大きく関係はしている<sup>2)</sup>が、そうした身体計測値に有意差が見られなかった点を考えてみても水泳群の発達が顕著であることが容易に理解できる。

肺活量の多少は、持久性の基本的な条件の一つであるが、水泳のような持久的運動を考えた場合にはむしろ呼吸機能の効率的な面が強く作用していると考えられる。そこで、呼吸機能の一つの指標とした呼息力と吸息力についてみると、両群間に有意な差が見られるが、特に吸息力においてそれが顕著であった。これは、単に肺活量の多少といった量的な面だけでなく、体壁の伸張性にも関係<sup>11,16)</sup>することが考えられる。しかしながら、胸部と腹部の伸張性については、大学生の場合には水泳群が有意に大きかった<sup>26)</sup>とされているが、本研究において対象とした小学生では両群間にほとんど差が見られなかった点を考えれば、水の圧力に抗して呼吸を行ってきたことにより、呼吸筋の

強化が大きく関与したことによるものと考えられる方が妥当なのかも知れない。この点については、水泳のトレーニングは吸気筋の筋力や持久力を上昇させるといったClantonらの報告<sup>6)</sup>や、水中に入った時の肺活量の変化は吸息予備量の減少変化であって、水中運動を行う場合吸息予備量を陸上時のそれに近付けてきびしい運動に堪えるだけの換気の増大を図っており<sup>21)</sup>、そのため吸気筋が特に強化されるとした報告<sup>11)</sup>からも十分考えられるところである。ところで、少年期の水泳トレーニングでは、主として有酸素的持久力の向上が求められており、その成果を確認するため酸素摂取能力に関する報告<sup>7,12,30)</sup>が数多く見られる。しかし、水泳トレーニングによる呼吸機能への効果を調べるには肺活量より吸息力の方がより密接に表していることを考えれば、より多くの酸素を摂取するための一つの考え方として呼吸筋の陸上でのトレーニングの必要性を唱えるMargaretの意見<sup>14)</sup>についても考慮しなければならないであろう。

水泳は、一般的には全身的、かつ左右バランスのとれた運動<sup>25)</sup>であると言われている。このことは、日常的に水泳を行っていない大学生を対象としてみた柔軟性の左右差が水泳の合宿練習後には小さくなる<sup>25)</sup>によっても明らかである。しかしながら、長期間水泳を行ってきた大学水泳選手では、後ろ手たすきを一例にとっても左右差4.26 cmが見られることもまた事実<sup>25)</sup>である。したがって、長期間の水泳が身体発達に

及ぼす影響についてさらに詳細に把握するためには、こうした点についても検討を加えなければならない。

図4は、後ろ手たすき、立位体前屈、および握力を呼吸側別に表した左右の比較図である。図5は、頭部、肩部、腰部の回転値を呼吸側別に表した左右の比較図である。

まず、水泳群の利き腕側は、被検者全員ともに右腕であったことと、左右の測定値には統計学的有意差は見られなかったことを念頭におかなければならない。握力は、当然ながら呼吸側よりむしろ利き腕側に強い傾向が示され、対照群と比較しても有意な差は認められなかった。このことは、水泳トレーニングが握力に及ぼす影響についてはほとんどないと言っても過言ではないように思われる。この点については、水泳トレーニングによっ

て腕の筋肉や筋力が発達し<sup>9)</sup>、水泳トレーニングの際の指標となり得ることを示唆している<sup>4)</sup>が、筋肉の年間発達量が増加する前に当たる発育期ではそれが当てはめにくいのではないかと考えられる。また、先述の報告で言われるところの腕の筋肉や筋力が、握力という筋の出力特性と異なるものなのかもしれない。

柔軟性については、いずれも統計学的左右差は認められなかったが、左右差の大きさの比較の観点から考えてみた。立位体前屈の左右差がほぼ同値であったのに対して後ろ手たすきの左右差が大きかったことは、手を上にした腕の動作形態と立位体前屈の左右の腕の動作形態が類似している点を考えると、後ろ手たすきでは手を上にした柔軟性よりむしろ手を下にした柔軟性の左右差が表れたものと考えられる。したがって、水泳による肩関節の柔軟性への影響を見る場合には下方から後ろ手にした手の上昇度によって判定した方がよいように思われる。

身体各部の回転度は、頭部では呼吸側との関連性は見られなかったが、肩部は呼吸の反対側、腰部は呼吸側において大きく表れる傾向を示した。肩部については、頭部に対するブラインド側の体のローテーションが呼吸側より大きくとられること、腰部については、全身が呼吸動作によって一方向へ比較的大きく傾斜され、その後においても素早い手のリカバリーに基づく上半身の逆捻転によって、下半身の呼吸側への反動的回転が助長されて大きくなる<sup>22)</sup>ことが考えられ、運動中のバランス確保といった神経支配の影響<sup>25)</sup>によるものかもしれない。

また、脊柱側わん状態については、身体各部の左右高の差や背面傾斜角において病的と判断されるものではなかった。しかし、わずかながらその差や傾斜が認められたことは、被検者が伸長期前であったことを考えると、後年さらにその傾向が拡大されていくことが十分予測される。したがって、水泳を始める時期から両側呼吸を身につけておくことは、競泳時において相手をマークする場合の戦術として、あるいはまた身体の相称的発達を助長する意味において多くの利点を有して

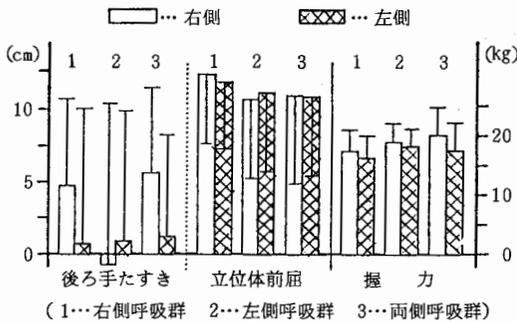


図4 呼吸群別にみた握力と柔軟性の左右差

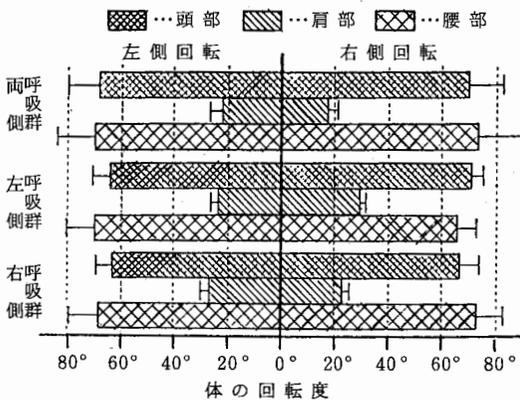


図5 水泳群の呼吸側と身体各部の回転度

おり、極めて重要な指導内容と考える。

長期間にわたる水泳によって、子どもたちの呼吸運動に関連する機能や形態の発達を促す効果が認められたが、成長期のトレーニングの身体的効果は心容積や肺気量等、部分によっては永続的になるとした報告<sup>5)</sup>を考え併せると、この時期の水泳活動は有意義であると考えられる。しかし、身体的効果の永続性が確認される時期であるが故に、同じ動作を繰り返して行う水泳のような運動ではやり方によっては成長期の子どものためにとって害がなくて益なし<sup>17)</sup>と言われるところもある。したがって、成長発達のパターンに応じた運動内容や方法でなくてはならない<sup>5)</sup>。本格的な水泳のトレーニングは最も盛んな成長期をやや過ぎた時期から始めることが望ましい<sup>5,17)</sup>と考える。

## 5. 結 論

本研究は、成長発達に応じた水泳の指導計画を作成する際の基礎的資料を提供することを目的とし、小学校高学年の児童を水泳群と対照群に分けて身長、体重、体柔軟性、および呼吸機能の測定を行い、得られた資料の検討を試みた。その結果、つぎのような結論を得た。

- 1) 胸部および腹部の伸張性は、対照群に比べて水泳群では有意に大きかった。
  - 2) 水泳群では、肺活量/体表面積、呼息力、吸息力が対照群に比べて有意に大きかった。
  - 3) 背筋力および握力は、統計学的な有意差は認められなかったが、水泳群の方が強い傾向が見られた。
  - 4) 立位体前屈および後ろ手たすきは呼吸側の柔軟度が大きく、体の回転度は、頭部では右側、肩部では呼吸の反対側、腰部では呼吸側が大きい傾向が見られた。両側呼吸者では左右の回転差が小さかった。
  - 5) 体の左右相称性は、肩峰部において呼吸側にわずかな上昇が見られ、肩甲骨下部と腸骨上縁部においては差が見られなかった。また、脊柱側弯を表す背部の傾斜角はわずか(3°未満)であった。
- 以上のことから、長期間の水泳によって胸、腹

部の伸張性や筋力の向上、呼吸機能の発達が促されることが認められた。また、一方向の呼吸の繰り返しだが、体の柔軟性の左右のバランス性や体の左右の相称性にわずかながら影響を及ぼすことが示唆された。

## 参考・引用文献

- 1) Andrew, G. M., et al.: Heart and functions in swimmers and non-athlete during growth. *Journal of Applied Physiology*, Vol. 32, pp. 245-251, 1972.
- 2) 朝比奈一男, 中川功哉: 運動生理学, 現代保健体育学体系 7, 大修館書店, pp. 44-46. 1973.
- 3) 浅野勝巳他: 水泳による小学生児童(10-11歳)の有気的トレーニングの効果に関する研究, *体育科学* Vol. 10, pp. 35-43, 1982.
- 4) Benefice, E. et al.: Differences in anaerobic and anthropometric characteristics between peripubertal swimmers and non-swimmers. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 11, No. 6, pp. 456-460, 1990.
- 5) Bruce Meleski: The Physical and Physiological Development of Young Swimmers. *Swimming Technique* vol. 16, No. 1, 1979.
- 6) Clanton, T. L., et al.: Effects of swim training on lung volumes and inspiratory muscle conditioning. *The Journal of Applied Physiology*. Vol. 62, No. 1, pp. 39-46, 1987.
- 7) Francaux M. et al.: Physical fitness of young Belgian swimmers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Vol. 27, No. 2, 1987.
- 8) 藤松 博: 体育実験技術工学, 新体育学講座 36, 逍遙書院, p. 103, 1971.
- 9) Haywood, K., et al.: Differential effects age-group gymnastics and swimming on body composition, strength, and flexibility. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 26, No. 4, pp. 416-420, 1987.
- 10) 小林一久他: 水泳ハンドブック, 大修館書店, pp. 11-12, 1988.
- 11) 小林庄一: 環境科学叢書, 人と潜水, 一水環境への適応一, 共立出版, p. 23, 1969.
- 12) 小村堯: 水泳選手の身体特性について, 第25回日本体育学会口演, 大会号 pp. 361, 1974.
- 13) Lindsay, J. E.,: The Somatotypes of Swimmers. *Swimming Technique* Vol. 3, No. 3. pp. 76-79, 1966.
- 14) Margaret Broucek: Grabbing large breaths and exhaling slowly are keys to winning races. *Swimming Technique* Vol. 29, No. 3, 1993.
- 15) 武藤芳照: 水泳の医学II, 1. 年齢別・種目別指導方法の原理, pp. 14-16, ブックハウスHD, 1989.

- 16) 宮下充正他：スポーツの科学的指導, III 水泳, V 健康管理と傷害予防及び処置, pp. 228-229, 不昧堂出版, 1976.
- 17) 中原英臣：ヘルシー・スイミング, 泳ぐ健康法, 女子栄養大学出版社, pp. 80-83, 1993.
- 18) 日本スイミングコーチ学校編, スイミングコーチテキスト Vol. 1, 水泳概論, III. スイミングクラブ, pp. 81-121, 1976.
- 19) 野村武男：水泳の授業を見直そう, 体育科教育 Vol. 33, No. 6, pp. 18-23, 大修館書店, 1985.
- 20) Peter V. karpovich: Respiration in Swimming and Diving, Res. Quart. 12-3. pp. 3-14, 1939.
- 21) 財日本水泳連盟編：新水泳指導教本, 第4章 水泳の技術, 3. 生理学的要因, pp. 49-51, 大修館書店, 1994.
- 22) 財日本体育協会普及委員会編：スポーツトレーナー教本, 第3編 キネシオロジー, 第2章 運動に関係のある諸原理, pp. 121-122, 財日本体育協会, 1974.
- 23) Saul A. Frankel et al.: Scalenus Anticus syndrome in Swimming. Swimming Technique Vol. 8, No. 2, pp. 53-55, 1971.
- 24) 柴田義晴他：泳ぎのスピード変動と動作の関係, 日本体育学会 第25回大会号, p. 500, 1974.
- 25) 柴田義晴：いわゆる体柔軟性について, 体力科学 Vol. 27, No. 3, 1978.
- 26) 柴田義晴：泳者の呼吸機能の特性について, 東京学芸大学紀要, 第5部門, 第31集, pp. 219-228, 1979.
- 27) 柴田義晴：学校体育の現状と課題, 東京学芸大学紀要, 第5部門, 第42集, pp. 101-108, 1990.
- 28) State Office of Public Instruction: Physical Fitness Manual for Elementary Schools, Olympia, Washington, 1966.
- 29) Thomas K. Cureton: Relationship of Respiration to Speed Efficiency in Swimming, Res. Quart, 1-1, p. 5, 1930.
- 30) Weltman, A., et al.: The effects of hydraulic resistance strength training in pre-purbertal males. Medicine and Science in Sports and Exercise. Vol. 18, No. 6, pp. 629-638, 1986.