

## 〈原著論文〉

# 物理的・生理的運動強度からみた児童の着衣泳と水着泳の比較

広島大学大学院教育学研究科 崔 勝 旭  
広島大学教育学部 黒 川 隆 志  
広島大学大学院教育学研究科 仰 木 孝 治  
広島大学大学院教育学研究科 胡 泰 志

キーワード：児童 着衣泳 水着泳 物理的運動強度 生理的運動強度

### 〔要旨〕

軽装時の児童の水難事故防止の観点から、Tシャツ及びTシャツ+長ズボンを着用した着衣泳と水着泳の間で、泳速、ストローク頻度とストローク長、及び心拍数を比較検討した。10名の児童を対象に、クロール、平泳及び背泳の3泳法で25mを全力で泳がせた。その結果、次の結論を得た。

①クロールは水着の場合3泳法中最も速い0.69m/秒の泳速を示した。水着泳に対する着衣泳の泳速はTシャツ泳で12.2% ( $P<0.05$ )、Tシャツ+長ズボン泳で26.7% ( $P<0.01$ ) 低下した。

②背泳は水着の場合3泳法中最も遅い0.49m/秒の泳速を示した。水着泳に対する着衣泳の泳速はTシャツ泳で2.3%、Tシャツ+長ズボン泳で24.5% ( $P<0.001$ ) 低下した。

③平泳は水着の場合3泳法中第2位の0.58m/秒の泳速を示した。水着泳に対する着衣泳の泳速はTシャツ泳で5.9%、Tシャツ+長ズボン泳で12.7% ( $P<0.01$ ) 低下した。

④Tシャツ泳の泳速はクロール、平泳、背泳の順に高かった。Tシャツ+長ズボン泳の泳速はクロールと平泳の間に差はなかったが、背泳はこれらより遅かった。

⑤着衣泳の泳速の低下はクロールではストローク頻度の影響が大きく、平泳ではストローク長の影響が大きく、背泳では両者が影響した。

⑥生理的運動強度としての心拍数はどの泳法においても150拍/分前後であり、着衣泳と水着泳の間に差はなかった。

## 1. 研究目的

警察庁の統計によると、水難事故による死者及び行方不明者の年間数は1980年代の前半は約2000名であり、1990年以降では約1400名に達している<sup>8)</sup>。このような水の犠牲者の中で特に注目すべきは、人工的なプールでの死者は極めて少なく、むしろ海や湖沼、河川といった自然の中での事故が全体の約80%を占めていることである<sup>2)</sup>。これらの事故の場合、衣服や靴を身につけていたために、水中での運動が制限され、泳ぐことが困難になり、泳力のあるものでさえ犠牲者となっ

まうケースもある。このようなことから、突発的に水中に落ちた時の心構えと対応能力を養うために、衣服を着用して泳ぐ着衣泳が注目されてきている<sup>3)</sup>。

着衣泳に関しては、1960年の Andersen<sup>1)</sup>の実験では、水着で平泳を泳いだ時より3.1kgの軍服と11.9kgの装備品を身につけて泳いだ時の方が酸素摂取量で1~1.5ℓ/分多かったと報告されている。日本においては、椿本たち<sup>14)</sup>によって着衣と水着による成人の10分間泳が比較され、着衣泳では泳距離と心拍数が減少したと報告されている。児童を対象にした崔たち<sup>5)</sup>の報告によれば、Tシャツ+ジャージ上下+運動靴を着用した着衣泳では、クロールと背泳よりも平泳が最も適していると結論されている。

これらの研究では冬期の衣服の条件で着衣泳に適した泳法が検討されている。しかし、児童・生徒が水辺に近づき水難事故に遭遇する可能性が高いのは、水辺がぬるみ始めた春先から、夏場をピークとして、秋口までであろう<sup>2)</sup>。そこで本研究では児童を対象に、比較的軽装で各種の泳法を泳がせ、物理的運動強度と生理的運動強度の観点から着衣泳と水着泳の運動強度を比較することにより、着衣泳に適した泳法を明らかにすることを目的とした。

## II. 研究方法

### 1. 被検者

小学校2年生から5年生の男女61名を対象とした1993年H大学子ども水泳教室の受講生の中からクロール、背泳及び平泳で25mを完泳できた児童10名を被検者として用いた。彼らの年齢、身長、体重及び25mの水泳記録を表1に示した。

表1 被検者の身体特性と水泳記録

被検者	性	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	水着での25mの水泳記録(秒)			着衣での25mの水泳記録(秒)			
					クロール	背泳	平泳	着衣の* 条件	クロール	背泳	平泳
W・S	男	8	125.0	27.5	37	52	41	A	39	57	44
F・S	男	9	130.0	31.5	34	50	52		34	53(13)	52(14)
I・K	男	10	143.9	32.0	31	46	47		46(12)	57(8)	46(18)
S・H	女	10	133.5	28.0	44	59	44		46(6)	73	54(16)
$\bar{x}$		9.2	133.1	29.7	36.5	51.7	46.0		41.2	60	49
$\sigma$		0.8	6.9	2.0	4.8	4.7	4.0		5.0	7.6	4.1
Y・U	女	7	118.0	20.4	39	50	44	B	53	77(14)	58
T・T	女	8	123.0	22.5	38	55	39		60	99	60
K・M	女	10	133.8	31.0	34	49	47		48(20)	65(8)	56
S・K	女	11	135.2	27.0	40	59	46		42(8)	63(14)	59(14)
F・Y	男	11	143.2	35.0	29	37	35		46	48	41
I・H	男	11	147.8	51.0	40	43	40		50(6)	63(6)	52(3)
$\bar{x}$		9.6	133.5	31.5	36.6	48.8	41.8			49.8	69
$\sigma$		1.5	10.4	10.1	3.9	7.2	4.2		5.6	15.7	6.4
$\bar{X}$		9.5	133.3	30.5	36.6	50.5	43.5				
S. D		1.3	9.1	7.9	4.3	6.5	4.6				

表中の( )内の数値は着衣泳において最初に立ち止まった距離で、単位はmである。

\* A: Tシャツ、B: Tシャツ+長ズボン

## 2. 実験手順

泳法としてクロール、背泳及び平泳の3泳法を用い、この順序でまず水着を着用して試行した。その後、着衣の条件で同じ順序で試行し、合計6回各25mを泳がせた。試行は50mプールの1コースと2コースを使い、25mの位置に設置したプールフロアを蹴って二人ずつ同時に出発した。努力感は全力とし、試行間の休憩時間は約10分であった。着衣の条件として、4名には上半身にTシャツだけ着用させた。残りの6名には、上半身にTシャツを下半身に長ズボン（ジャージ）を着用させた。

## 3. 測定項目と測定方法

### 1) 物理的運動強度

図1に示したように、泳距離、泳時間、泳速度、ストローク頻度及びストローク長を求めするため、試行の全過程をVTRで撮影した。被検者が途中で立ち止まった場合の泳距離を測るため、プールサイドに5m間隔にビート板を置いた。各被検者には色違いの水泳帽子を被せ、個々人の動きが弁別できるようにした。泳距離、泳時間及びストローク頻度はVTRの再生画面から測定した。ストローク長は泳距離をストローク頻度で徐すことにより求めた。なお、被検者が途中で立ち止まった場合にも、できるだけ休ませないでその場から再び泳がせた。そして、各指標はすべての被検者において25m単位で算出した。

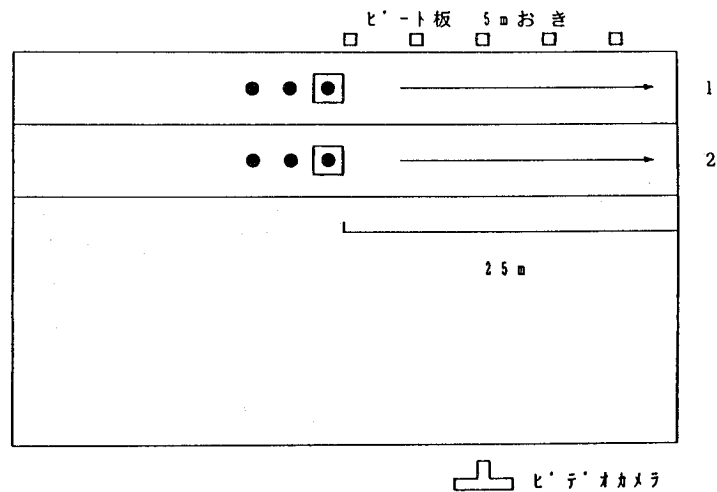


図1 50mプールにおけるビデオカメラによる物理的運動強度の測定概要図

### 2) 生理的運動強度

生理的運動強度を心拍数から求めるため、VINE社製 Portable Heart Rate Memory を被検者に装着させ、10秒毎の心電信号（R波）を胸部双極誘導法で導出した。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 物理的運動強度

##### 1) 水着泳と着衣泳の泳速度の比較

図2は、クロール、背泳及び平泳における水着泳と着衣泳の泳速度を比較したものである。クロールの場合、Tシャツ泳の0.61m/秒は水着泳より12.2%低かった（t検定、 $P < 0.05$ ）。Tシャツ+長ズボン泳の0.50m/秒は水着泳より26.7%低かった（ $p < 0.01$ ）。背泳の場合、Tシャツ泳は水着泳とほとんど差はなかったが、Tシャツ+長ズボン泳の0.39m/秒は水着泳より24.5%低かった（ $p < 0.001$ ）。平泳の場合、Tシャツ泳の0.51m/秒は水着泳より5%低く、Tシャツ+長ズボン泳の0.52m/秒は水着泳より12.7%低かった（ $p < 0.01$ ）。

泳法間で比較すると、水着泳の場合、クロールは平泳と背泳より速く（いずれも $p < 0.001$ ）、平泳は背泳より速かった。Tシャツ泳の場合もクロールが最も速く、次いで平泳、背泳の順であり、クロールと背泳の差は有意（ $p < 0.001$ ）であった。Tシャツ+長ズボン泳の場合には、クロールと平泳はほぼ等しかったが、背泳はこれらより遅かった（いずれも $p < 0.05$ ）。さらに、着衣泳において25mを泳ぎきれないで立ち止まってしまった者は、表1に示したように、背泳で最も多く10名中6名であり、クロールと平泳では10名中5名であった。

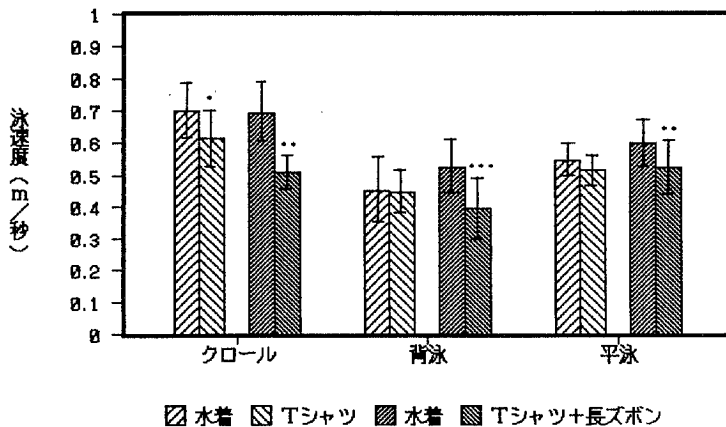


図2 水着泳と着衣泳における泳速度の比較  
各泳法における水着泳に対する有意差（\* $p < 0.05$ 、\*\* $p < 0.01$ 、\*\*\* $p < 0.001$ ）

##### 2) 水着泳と着衣泳のストローク頻度の比較

図3は、水着泳と着衣泳におけるストローク頻度を比較したものである。クロールの場合、泳速と同様の傾向を示し、Tシャツ泳は水着泳より16.4%低く、Tシャツ+長ズボン泳は水着泳より21.3%低かった（ $p < 0.001$ ）。背泳と平泳の場合、水着泳とTシャツ泳の間、及び水着泳とTシャツ+長ズボン泳の間に有意差はなかった。

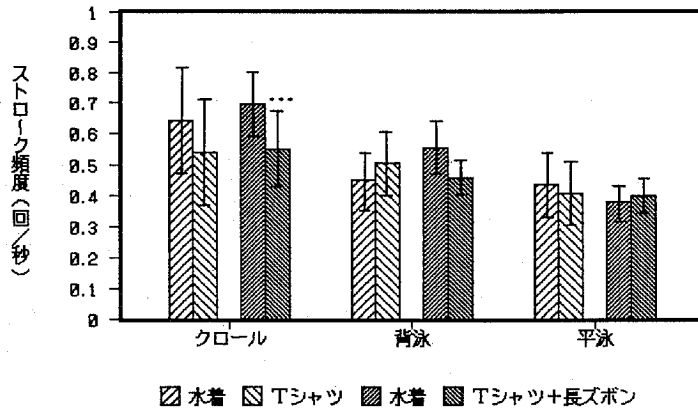


図3 水着泳と着衣泳におけるストローク頻度の比較  
各泳法における水着泳に対する有意差 (\*\*\*)  $p < 0.001$

### 3) 水着泳と着衣泳のストローク長の比較

図4は、水着泳と着衣泳におけるストローク長を比較したものである。クロールと背泳の場合、水着泳とTシャツ泳の間、及び水着泳とTシャツ+長ズボン泳の間に有意差はなかった。平泳の場合も水着泳とTシャツ泳の間にほとんど差はなかったが、Tシャツ+長ズボン泳は水着泳より17.1% ( $p < 0.01$ ) 低かった。

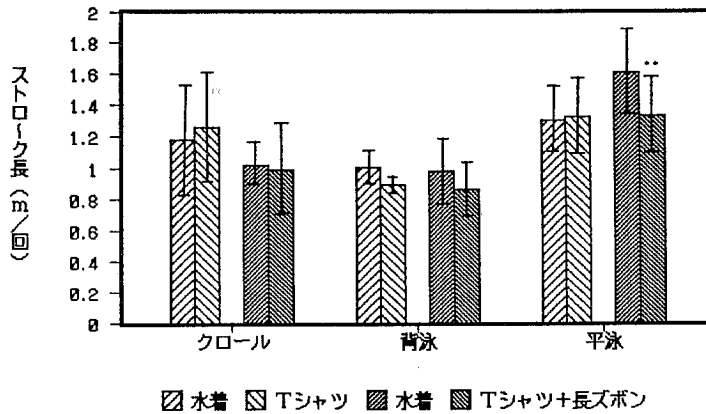


図4 水着泳と着衣泳におけるストローク長の比較  
各泳法における水着泳に対する有意差 (\*\*  $p < 0.01$ )

## 2. 生理的運動強度

### 1) 水着泳と着衣泳の心拍数の比較

図5は、水着泳と着衣泳の心拍数を比較したものである。クロール、背泳、平泳のいずれの泳法

においても心拍数は150拍/分前後の値を示し、水着泳とTシャツ泳の間、及び水着泳とTシャツ+長ズボン泳の間に有意差は認められなかった。

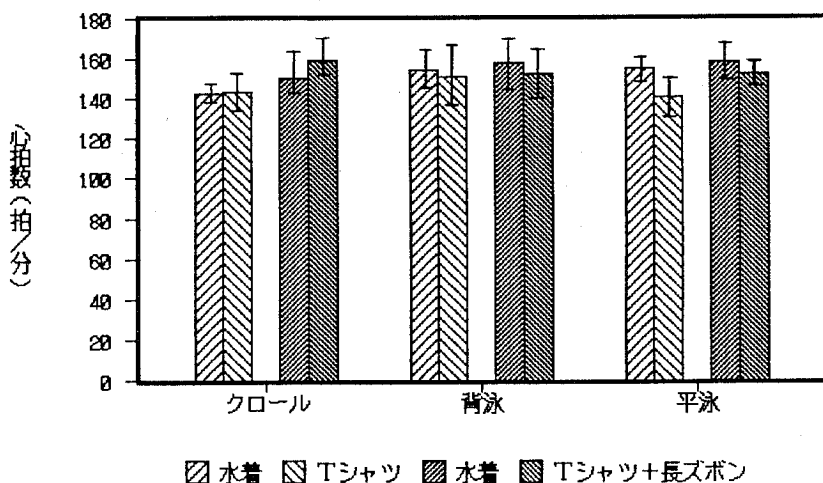


図5 水着泳と着衣泳における心拍数の比較

#### IV. 考察

##### 1. 着衣泳と水着泳の物理的運動強度について

本研究においてクロールは水着の場合3泳法中最も速い泳速を示した。しかし、着衣の影響を受け、水着泳に対する着衣泳の泳速はTシャツ泳で12.2%、Tシャツ+長ズボン泳で26.7%低下した。また着衣では10名中5名が25mを泳ぎきることができなかった。

同じクロールを用いた野村たちの研究<sup>13)</sup>では水着泳に対する着衣泳の泳速は50%低下、崔たちの研究<sup>5)</sup>でも58%低下し、本研究の低下率より大きい。このような低下率の差は、本研究が夏期用に近い服装、すなわちTシャツかTシャツ+長ズボンであったのに対し、野村たちと崔たちは冬期用に近い服装、すなわち長袖上衣+長ズボン+運動靴で着衣泳を行ったことが原因したと考えられる。これらのことから、着衣の量の増大とともに、衣類のカッティング方法の相違等の質的制約により泳速の低下率が增大すると推定される。

背泳はTシャツの影響をほとんど受けなかったが、Tシャツ+長ズボン泳の泳速は水着泳より24.5%低下した。そして、Tシャツ泳及びTシャツ+長ズボン泳のいずれの条件でも3泳法中最も低い泳速を示し、着衣泳で25mを泳ぎきった者は半数にもならない4名であった。このように背泳の着衣泳の泳速が低かったのは、着衣の影響に加えて、水着での水泳記録において背泳が3泳法中最も低かったことが示すように、本研究の被検者が背泳に十分習熟していなかったことも関係したと考えられる。

平泳は崔たちの研究<sup>5)</sup>では、着衣泳において3泳法の中で最も速かったと報告されている。しか

し、本研究のTシャツ泳ではクロールに次ぐ第2位の泳速であり、Tシャツ+長ズボン泳ではクロールと等しかった。クロールでは脚より腕の動作が推進力の多くを生み出す<sup>10),11)</sup>ので、腕の動作の制限は致命的な欠陥となる。崔たちの着衣泳においてクロールが平泳より遅かったのは、彼らの被検者が長袖の上衣を着用したために腕の動作が顕著に制限されたためではないかと考えられる。しかし、本研究のように上衣がTシャツだけであった場合には腕の動作がそれほど制限されないのでクロールの方が速くなったと考えられる。

泳速はストローク長とストローク頻度の積で示される。本研究において、着衣泳の泳速の低下はクロールではストローク頻度の影響が大きかった。クロールの着衣泳におけるストローク頻度の低下はTシャツとはいえ水を含んだ袖の重さがリカバリー時の腕の動作に負荷を加えたことや、水を含んだズボンがキックのピッチを低下させたことなどが考えられる。

背泳のTシャツ+長ズボンにおける泳速の低下にはストローク頻度とストローク長の両方が影響した。背泳はクロールと泳ぎの形態が類似していることから、ストローク頻度の低下についてはクロールと同じ原因が考えられる。ストローク長の低下については本研究の被検者が背泳に十分習熟していなかったことに加えて、水中でふくらんだ衣服が抵抗を増加させたために抵抗の少ない水平位を保つことができなかつたためではないかと推察される。

平泳のキック動作において長ズボンを着用していると、足を殿部に引き寄せる時に動作が制限され、水着の場合より引き寄せにくい<sup>2)</sup>。このことは抵抗を異常に増大させてストローク長を顕著に低下させることになる。このことが本研究のTシャツ+長ズボン泳でストローク長を低下させ、ひいては泳速を低下させたものと推察される。

## 2. 着衣泳と水着泳の生理的運動強度について

本研究における心拍数はいずれの泳法においても150拍/分前後であり、水着泳とTシャツ泳の間、及び水着泳とTシャツ+長ズボン泳の間に差がなかった。このことから、本研究の被検者は水着泳、着衣泳とも指示通りに全力で泳いだものと推察される。

池上ら<sup>7)</sup>の式を用いて本研究の被検者の年齢から最高心拍数を推定すると210拍/分になる。これと比較すると本研究の心拍数は60拍/分低い。水泳時の最高心拍数は陸上運動時のそれと比較して20拍/分低いとする黒川らの報告<sup>9)</sup>で補正しても本研究の心拍数は最高心拍数に達していない。本研究の運動時間は水着泳で29~59秒、着衣泳で34~99秒であった。呼吸循環系が最高水準に達するには5分必要であるとされている<sup>4)</sup>。このことから、本研究の心拍数が最高水準に到達しなかつたのは運動時間が短かつたためであると考えられる。

成人を対象にした椿本たちの報告<sup>14)</sup>によると心拍数は水着泳で155拍/分、着衣泳で142拍/分である。これは10分間泳中の心拍数なので、最高心拍数に到達するのに必要な時間的条件は満たしている。着衣泳の心拍数が低かつた原因としては、着衣の影響で速い運動ができなかつたことによると考察されている。本研究のクロールでも水着泳に比べて着衣泳のストローク頻度が低かつたので、ストロークの動作速度は着衣泳で遅いと考えられるにもかかわらず、心拍数には差がなかった。これは着衣泳で抵抗が増大したことによると考えられる。これらのことから、椿本たちの報告で着

衣泳の心拍数が低かったのは、10分間泳であったために、彼らの被検者が着衣泳において無意識のうち力を抑制したためではないかと推察される。

### 3. 着衣泳に適した泳法について

水難事故にはいろいろな場合が想定される。海や川の岸から滑り落ちた場合などでは少し泳げば岸にたどり着いて助かる場合もあろう。岸から遠く離れた場所で水難事故に遭遇した場合でも、少し泳げば身体を浮かすことができる浮遊物に到達できる場合もあろう。このような場合どのような泳法が有効であろうか。

本研究ではこの有効性の指標として泳速を用いた。これは、同一のエネルギー消費量における泳速の差は水泳効率の高低を反映することによる<sup>6)</sup>。本研究の水着泳と着衣泳の心拍数に差はなく、また心拍数はエネルギー消費量と比例関係にある<sup>9)</sup>ので、これら二つの条件のエネルギー消費量に差はないと考えられる。したがって、水着泳と着衣泳の泳速に生じた差は生理的側面の差ではなく、水泳効率の差によるものである。すなわち、着衣泳は水着泳に比べて水泳効率が低く、余分なエネルギーを消費するために、早期に疲労をきたすものと考えられる。

椿本たち<sup>11)</sup>が実施したアンケート調査では、着衣泳としては、平泳がクロールより適していると思う者が多かった。この場合の着衣の条件は先に指摘したように、冬期の服装であった。平泳は頭部が常に水面上にあって、目標物を見失うことがなく、泳速の低下率も低いことから、確かに着衣泳に適した泳法として推薦されよう。

本研究におけるような軽装の場合にも同様であろうか。本研究のTシャツ泳において泳速が最も高かった泳法はクロールであった。Tシャツ+長ズボン泳でもクロールと平泳の泳速に差はなかった。したがって夏期のように軽装の場合、特にTシャツだけを着るような場合にはクロールも有効であるといえよう。

背泳はTシャツ泳、Tシャツ+長ズボン泳とも3泳法のなかで泳速が最も低かった。さらに進行方向への視覚が確保されない泳法である。これらのことを考慮すると、泳いで助かる手段としては適した泳法といえないであろう。むしろ、長時間浮いて助けを待つような場合、腕を水面上に出して泳ぐ背泳ではなく、腕は水中でバランスをとりながら浮いて呼吸を確保する背浮きを活用すべきであろう。

### 〈引用文献〉

- 1) Andersen, M.J. "Energy cost of swimming" Acta Chir. Scand., Suppl. 253, 1960, pp. 169-174.
- 2) 荒木昭好, 佐野 裕, 野沢 巖, 椿本昇三, 野村照夫, 白井みよ子, 西原 巧『河川親水化と水辺事故防止調査研究報告－ウォーター・セーフティのための着衣泳－』, (財)リバーフロント整備センター, 1992, pp.1-165.
- 3) 荒木昭好, 佐野 裕『はじめての着衣泳－服を着たまま泳ぐサバイバル・テクニク－』, 山



海堂, 1993, p.8.

- 4) Åstrand, P.-O. and K.Rodahl, Textbook of work Physiology, McGraw-Hill, 1976, p.286.
- 5) 崔 勝旭, 黒川隆志, 胡 泰志「児童の水泳中の物理的・生理的運動強度に及ぼす着衣の影響」『広島大学教育学部紀要』第44号, 1994 (印刷中)
- 6) Holmér, I.: Physiology of swimming man. Acta Physiol. Scand., Suppl., 1974, 407:1-55
- 7) 池上晴夫『運動処方—理論と実際—』, 朝倉書店, 1992, p.178.
- 8) 警察庁編「警察白書」大蔵省印刷局, 1991, p.287
- 9) 黒川隆志, 野村武男, 池上晴夫, 富樫泰一「水泳, ランニングおよびベダリングにおける水泳選手の呼吸循環系の反応」『体力科学』第33巻第3号, 1984, pp.157-170.
- 10) Magel, L.R.: Propelling force measured during tethered swimming in the four Competitive swimming styles. Res. Quart., 1970, 41:68-74.
- 11) Mosterd, W.L. and J.Jongbloed: Analysis of the stroke of highly trained swimmers. Int. Z. Angew. Physiol. Einschl. Arbeitsphysiol., 1964, 20:288-293.
- 12) 野村照夫「着衣泳に関する実験的研究」『水泳指導法研究』, 1990, pp.1-6.
- 13) 野村照夫, 荒木昭好, 佐野 裕, 野沢 巖, 椿本昇三, 臼井みよ子「クロール泳動作に見られる着衣の影響」『日本体育学会第42回大会号』, 1992, p.926.
- 14) 椿本昇三, 坂本昭裕, 坂田勇夫, 高橋伍郎, 荒木昭好, 佐野 裕, 野沢 巖, 野村照夫, 臼井みよ子「着衣に関する研究—10分間泳における着衣と水着の泳距離比較」『日本体育学会第42回大会号』, 1992, p.927.

(改稿受理 1995年3月10日)

[Abstract]

Comparison between swimming in clothes and swimming in swimming wear in view of physical and physiological exercise intensity in a group of children.

Seung Wook Choi\*

Takashi Kurokawa\*\*

Kouji Ohgi\*\*\*

Yasushi Ebisu\*

\* Hiroshima University, Faculty of Education, Doctor Course

\*\* Hiroshima University, Faculty of Education

\*\*\* Hiroshima University, Faculty of Education, Master Course

The comparison of the effect of swimming in swimming wear and swimming in T-shirts or in T-shirts and pants to the swimming speed, frequency and length of strokes, and heart rate was made with a view to preventing children from drowning accidents. Ten children were allowed to devote all their energy to swim a span of 25m with the front crawl stroke, the breast stroke and the back crawl stroke. The results were as follows:

① The front crawl stroke in swimming wear showed the fastest swimming speed of 0.69 m/s among the three swimming strokes. The swimming speed in T-shirts and in T-shirts and pants were 12.2% ( $p<0.05$ ) and 26.7% ( $p<0.01$ ) lower than that in swimming wear, respectively.

② The back crawl stroke in swimming wear showed the slowest swimming speed of 0.49 m/s among the three swimming strokes. The swimming speed in T-shirts and in T-shirts and pants were 2.3% and 24.5% ( $p<0.001$ ) lower than that in swimming wear, respectively.

③ The breast stroke in swimming wear showed the second swimming speed of 0.58 m/s among the three swimming strokes. The swimming speed in T-shirts and in T-shirts and pants were 5.9% and 12.7% ( $p<0.01$ ) lower than that in the swimming wear, respectively.

④ In T-shirts, the descending order of the swimming speed were from the front crawl stroke to the breast stroke and the back crawl stroke. In swimming speed in T-shirts and pants, there was no difference between the front crawl stroke and the breast stroke, but the back crawl stroke was lower than those two strokes.

⑤ The declining tendency of swimming speed in clothes was remarkably affected by the frequency of stroke in the front crawl stroke, by the length of stroke in the breast stroke, and by both factors in the back crawl stroke.

⑥ The heart rate registered around 150 beats/min in any stroke. No major difference was noticed between swimming in clothes and swimming in swimming wear.