

低水温下での着衣泳と水着泳による体温，ホルモン および代謝応答

胡，泰志
比治山大学

上田，毅
福岡県立大学

藤島，和孝
福岡県立大学

大柿，哲朗
福岡県立大学

他

<https://doi.org/10.15017/721>

出版情報：健康科学. 23, pp.17-23, 2001-03-01. Institute of Health Science, Kyushu University
バージョン：
権利関係：

— 原 著 —

低水温下での着衣泳と水着泳による体温, ホルモンおよび代謝応答

胡 泰 志¹⁾ 上 田 毅²⁾ 藤 島 和 孝
大 柿 哲 朗 堀 田 昇 金 谷 庄 藏³⁾
田井村 明 博⁴⁾ 清 水 富 弘⁵⁾ 乙 木 幸 道⁶⁾
洲 雅 明⁷⁾ 正 野 知 基⁸⁾

Body Temperature, Hormonal and Metabolic Responses during Swimming
with Clothes and Swimming with Swimsuit in Cold Water at 21°C

Yasushi EBISU¹⁾ Takeshi UEDA²⁾ Kazutaka FUJISHIMA
Tetsuro OGAKI Noboru HOTTA Syozo KANAYA³⁾
Akihiro TAIMURA⁴⁾ Tomihiro SHIMIZU⁵⁾ Kodo OTOKI⁶⁾
Masaaki SUGA⁷⁾ and Tomoki SHONO⁸⁾

Abstract

The purpose of this study was to compare physiological responses during swimming with clothes and with swimsuit in 21°C water. 6 male subjects swam breast stroke at submaximal intensities of 57% $\dot{V}O_2$ max with clothes on and 40% $\dot{V}O_2$ max with swimsuit, in a swimming flume at 21°C for 15 min. The variables measured included oxygen uptake ($\dot{V}O_2$), rectal and three site (chest, arm and thigh) skin temperatures, blood lactate (La), epinephrine (Epi), norepinephrine (NE), glycerol (Glyce) and free fatty acid (FFA).

Mean body, rectal, mean skin and thigh temperatures tended to be higher in swimming with clothes on than when using only swimsuit. But chest and arm temperatures tended to be higher when only swimsuit was used. La, Epi and NE tended to be higher when clothes were worn, while Glyce and FFA tended to be higher when only swimsuit was used. In this study, swimming intensity seemed to have greater effect than body temperature on catecholamine response. The present results suggested the need to examine not only different combinations of clothes but also their materials.

Key words : body temperature, hormonal response, metabolic response, swimming with clothes, cold water
(Journal of Health Science, Kyushu University, 23:17–23, 2001)

-
- 1) 比治山大学 Hijiya University, Hiroshima 732-8509, Japan
 - 2) 福岡県立大学 Fukuoka Prefectural University, Tagawa, 825-8585, Japan
 - 3) 佐世保共済病院 Sasebo Kyosai Hospital, Sasebo 857-8575, Japan
 - 4) 長崎大学 Nagasaki University, Nagasaki 852-8521, Japan
 - 5) 上越教育大学 Jyoetsu University of Education, Jyoetsu, 943-8512, Japan
 - 6) 九州情報大学 Kyushu Institute of Information Sciences, Dazaifu, 818-0117, Japan
 - 7) 大分県立芸術文化短期大学 Oita Prefectural College of Arts and Culture, Oita 870-0955, Japan
 - 8) 別府女子短期大学 Beppu Women's Junior College, Beppu 874-8567, Japan

緒 言

近年、水難事故防止の観点から着衣泳が注目されている。着衣泳では衣服や靴を着用するため、物理的な運動強度は水着泳より高く、同一努力に対する着衣泳の泳速は水着泳より30~50%も低い¹⁾⁻⁵⁾。しかも、こうした条件下では、長時間低水温環境に曝露されてしまうこともある。低水温環境下での水泳中の生理的応答については、酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) が増大することが報告されている⁶⁾⁻⁹⁾ ほか、ホルモンや代謝の動態についてもいくつか報告がなされている^{6) 8) 10)}。一方、低水温環境下での着衣泳中の生理的応答については体温調節についてだけ報告されており¹¹⁾、ホルモンおよび代謝の動態については明らかにされていない。従って、本研究では低水温下による競泳用水着着用時と着衣時での水泳中の体温、ホルモンおよび血中乳酸と遊離脂肪酸の動態について検討することを目的とした。

方 法

1. 被験者

被験者は週3日、1日2時間の定期的な水泳練習を実施している健康な男子大学水泳部員6名であった。被験者には、あらかじめ実験の内容を十分に説明し、参加の同意を得た。表1に被験者の身体的特徴および水温26℃での水着泳による最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2,max}$) を示した。

2. 測定手順

低水温下条件における運動強度の変化の程度を求めするために、まず各被験者の $\dot{V}O_{2,max}$ を測定した。運動負荷装置として、回流水槽 (スイムマスター, ジャパンアクアティック社) を用い、水温は26℃に設定した。泳法は平泳ぎとし、漸増負荷法¹²⁾ によりオールアウトに至らせた。

低水温下条件での水着泳と着衣泳は、それぞれ $\dot{V}O_2$

max の測定とは別の日に行なった。着衣の条件として、被験者には水着の上に綿100%の長袖トレーナー、トレーニングパンツ (長ズボン) およびトレーニングシューズを着用させた。陸上での10分間椅子座位の後、回流水槽を用いて平泳ぎで15分間泳がせた。水泳速度 (泳速) は $50\% \dot{V}O_{2,max}$ を目安に、水着泳と着衣泳の両方で等しく設定した。回流水槽の水温は $21.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$ であった。実験室内の気温および相対湿度は、それぞれ $27.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ および $55.0 \pm 0.8\%$ であった。

3. 測定項目および測定方法

安静時および水泳時の直腸温 (Tre)、胸部皮膚温 (Tchest)、上腕部皮膚温 (Tarm) および大腿部皮膚温 (Tthigh) は、多目的携帯用情報記録装置 (VMM-67, VINE 社) を用いて1分ごとに測定した。Tre の測定には、体温測定用カニューレを直腸に約15cm挿入し、各部位の皮膚温の測定には、体表用断熱カバー (日本光電社) とトランスパレント (3 M 社) を併用して測定部位への浸水を防いだ。これらの測定値から平均体温 (\bar{T}_b) を算出した。 \bar{T}_b は Wilmore & Costill¹³⁾ の [$\bar{T}_b = \text{平均皮膚温} (\bar{T}_{sk}) \times 0.4 + \text{Tre} \times 0.6$] から算出した。また \bar{T}_{sk} は Roberts et al.¹⁴⁾ の [$\bar{T}_{sk} = \text{Tchest} \times 0.43 + \text{Tarm} \times 0.25 + \text{Tthigh} \times 0.32$] から算出した。

水泳時の呼気ガスの分析は、自動呼気ガス分析器 (AE10, ミナト医科学社) を用いて30秒ごとに $\dot{V}O_2$ を測定した。

水泳前後に水中での立位姿勢で採血を行なった。採取した血液は、それぞれ前処理された採血管に移し、冷却遠心分離されて、分析までマイナス80℃で凍結保存された。分析は、エピネフリン (Epi)、ノルエピネフリン (NE) は高性能液体クロマトグラフィー法、グリセロール (Glyce) は紫外線吸光度分析法、遊離脂肪酸 (FFA) および乳酸 (La) は酵素法を用いて行なった。

表1. 被験者の身体的特徴

| | age (yrs) | height (cm) | weight (kg) | %fat (%) | $\dot{V}O_{2,max}$ ($l \cdot \text{min}^{-1}$) |
|------|--------------|----------------|----------------|-------------|---|
| Mean | 21.0 | 172.5 | 65.3 | 13.8 | 2.8 |
| S D | 2.3 | 7.2 | 4.3 | 3.0 | 0.4 |

Values are means \pm SD.

4. 統計処理

測定結果は、全て平均値±標準偏差で示した。時間経過に伴う水着泳と着衣泳の平均値の差の検定には、繰り返しのある1要因の分散分析を実施し、5%水準で有意なF値が得られた場合には、さらにFisher's PLSD法による多重比較を行なった。この場合も有意水準は5%未満とした。

結 果

1. 水着泳と着衣泳時の $\dot{V}O_2$

表2に、水着と着衣での水泳中の $\dot{V}O_2$ の変化を示した。水泳中の $\dot{V}O_2$ は、着衣条件にかかわらず時間経過に伴って有意に変動したが、水泳開始後約5分間でプラトーに達したため、水泳開始後6分以降の平均値を用いた。水着泳時の平均 $\dot{V}O_2$ は、 $1.1 \pm 0.1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ であり、着衣泳では $1.7 \pm 0.1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ であった。これは、水温 26°C での水着泳時の $\dot{V}O_{2\text{max}}$ の $40.0 \pm 12.4\%$ 、 $56.8 \pm 14.8\%$ にそれぞれ相当したが、着衣条件で有意な差は認められなかった。

2. 水着泳と着衣泳時の体温

図1に水着と着衣での水泳中の \bar{T}_b の変化を示した。 \bar{T}_b は時間経過に伴って有意に低下した ($p < 0.001$) が、着衣条件による有意な差は認められなかった。ま

た、時間経過と着衣条件との交互作用が有意であった ($p < 0.05$)。図2に水着泳と着衣泳での T_{re} の変化を示した。着衣泳での T_{re} は、時間経過に伴い上昇する傾向であったが、有意でなかった。水着泳時での T_{re} は時間経過に伴う変化はみられなかった。また、 T_{re} は着衣条件による有意な差は認められなかった。図3に水着と着衣での水泳中の \bar{T}_{sk} の変化を示した。 \bar{T}_{sk} は時間経過に伴って有意に低下した ($p < 0.001$) が、着衣条件による有意な差は認められなかった。図4に水着と着衣での水泳中の T_{chest} の変化を示した。 T_{chest} は時間経過に伴って有意に低下した ($p < 0.001$) が、着衣条件による有意な差は認められなかった。図5に水着と着衣での水泳中の T_{arm} の変化を示した。 T_{arm} は時間経過に伴って有意に低下した ($p < 0.001$) が、着衣条件による有意な差は認められなかった。図6に水着と着衣での水泳中の T_{thigh} の変化を示した。 T_{thigh} は時間経過に伴って有意に低下した ($p < 0.001$) が、着衣条件による有意な差は認められなかった。

3. 水着泳と着衣泳時の血中乳酸、ホルモンおよび遊離脂肪酸

表3に水泳前後の La 、 Epi 、 NE 、 $Glyce$ および FFA を示した。水着および着衣による La 、 Epi 、 NE および $Glyce$ 値は、水泳前と比べ水泳後で有意に増加

表2. 水着および着衣による水泳中の $\dot{V}O_2$ と $\% \dot{V}O_{2\text{max}}$

| | swimming with swimsuit | swimming with clothes |
|---|------------------------|-----------------------|
| $\dot{V}O_2 (\text{l} \cdot \text{min}^{-1})$ | 1.1 ± 0.1 | 1.7 ± 0.1 |
| $\% \dot{V}O_{2\text{max}} (\%)$ | 40.0 ± 12.4 | 56.8 ± 14.8 |

Values are means \pm SD.

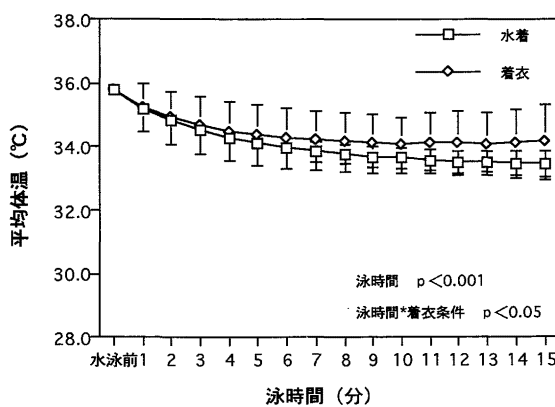


図1. 水着泳と着衣泳時での平均体温の比較

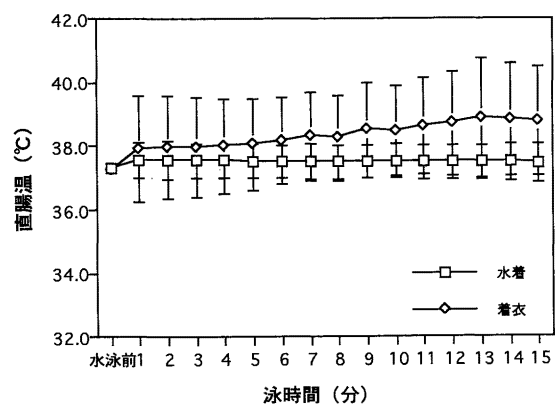


図2. 水着泳と着衣泳時での直腸温の比較

した (それぞれ $p < 0.05$)。しかし、いずれも着衣条件による差は認められなかった。FFA 値は水泳前後および着衣条件による有意な差は認められなかった。

考 察

1. 着衣が運動強度に及ぼす影響

本研究での着衣泳時の $\dot{V}O_2$ および La は、水着泳時のそれより高い傾向であった。Andersen¹⁵⁾ は、水着での平泳ぎ時より軍服と装備品を着用した場合の方が

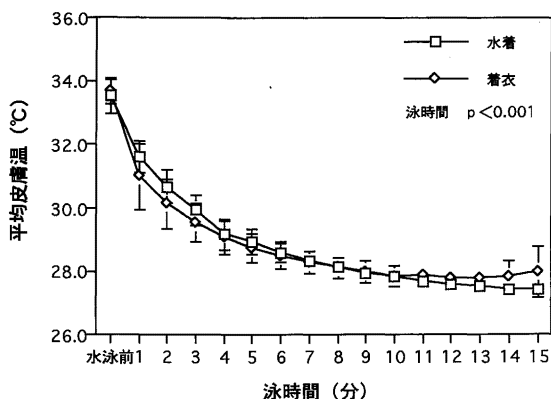


図 3. 水着泳と着衣泳時での平均皮膚温の比較

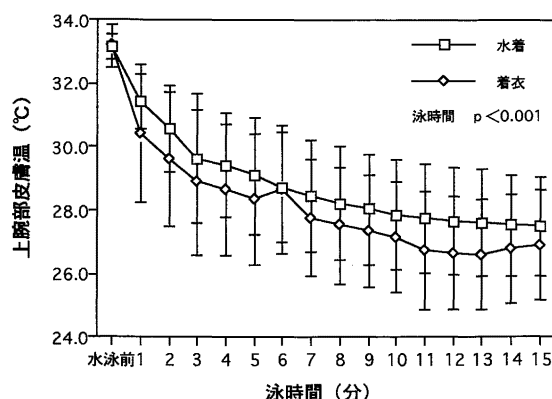


図 5. 水着泳と着衣泳時での上腕部皮膚温の比較

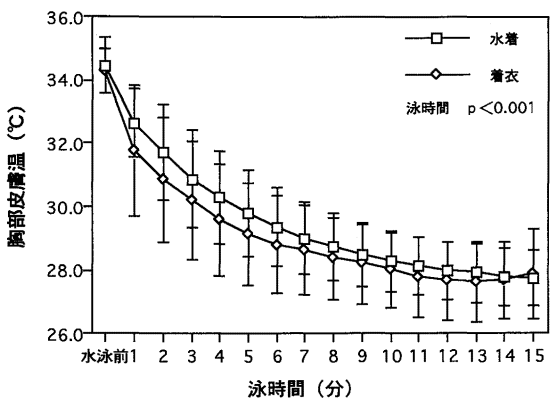


図 4. 水着泳と着衣泳時での胸部皮膚温の比較

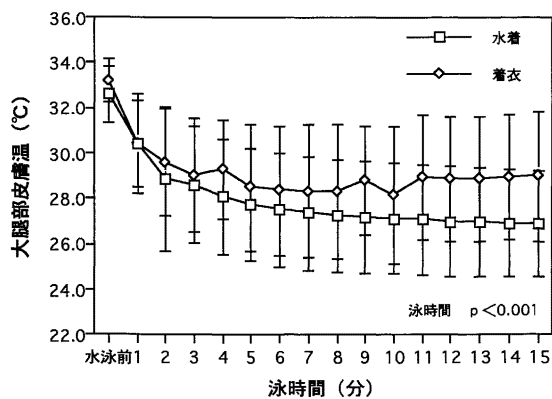


図 6. 水着泳と着衣泳時での大腿部皮膚温の比較

表 3. 水着および着衣による水泳前後の血中乳酸, カテコラミン, グリセロールおよび遊離脂肪酸

| | swimming with swimsuit | | swimming with clothes | |
|---|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| | before swimming | after swimming | before swimming | after swimming |
| La ($\text{mg} \cdot \text{dl}^{-1}$) | 8.7 ± 1.83 | 40.7 ± 16.68 | 9.2 ± 1.83 | 87.7 ± 51.77 |
| Epi (pg/ml) | 57.8 ± 19.47 | 193.0 ± 60.07 | 63.5 ± 27.62 | 554.3 ± 603.30 |
| NE (pg/ml) | 555.3 ± 117.02 | 1565.0 ± 419.27 | 566.7 ± 179.23 | 3440.0 ± 3310.52 |
| Glyce (mg/dl) | 0.52 ± 0.228 | 0.82 ± 0.148 | 0.50 ± 0.141 | 0.80 ± 0.100 |
| FFA (mEq/l) | 0.19 ± 0.161 | 0.24 ± 0.099 | 0.14 ± 0.049 | 0.17 ± 0.076 |

Values are means \pm SD. La : after swimming $>$ before swimming ($p < 0.05$), Epi : after swimming $>$ before swimming ($p < 0.001$), NE : after swimming $>$ before swimming ($p < 0.05$), Glyce : after swimming $>$ before swimming ($p < 0.01$).

$\dot{V}O_2$ が高いと報告している。一般的に、着衣泳時では物理的運動強度が水着泳より高く、同一努力に対する着衣泳時の泳速は水着泳より30~50%も低いと報告されている¹¹⁻⁵⁾。着衣泳時では、身に付けた衣服が吸水し、腕や脚に絡まるため、関節の動きは制限される。さらにトレーニングシューズの着用は、円滑なキックの動作を妨げ推進力を低下させる。また、衣服を身に付けることによって、水着泳時と同一速度での着衣泳時では、身体にかかる抵抗が増加する。また、低水温下では、水泳中の $\dot{V}O_2$ が高くなることも報告されている⁶⁾⁻¹⁰⁾。本研究での体温は、着衣条件による差は認められず、平均体温も水着泳、着衣泳ともに有意に低下した。従って、本研究の着衣泳時での $\dot{V}O_2$ およびLaが高い傾向にあったのは、主として着衣による運動効率の低下によるものと考えられた。

2. 着衣が体温に及ぼす影響

本研究での $\bar{T}b$ は、着衣泳の方が水着泳より高い傾向を示したが、有意ではなかった。Keatinge¹⁶⁾は直腸温と皮膚温の低下の程度から、着衣による保温効果が大きいと報告している。また、ウェットスーツの着用が低水温下での水泳時の保温に有用であることが報告されている^{9) 13) 17) 18)}。本研究で使用した衣服は、綿100%の素材で比較的水を通しやすいものであり、実験中上半身の衣服への水の浸入が観察された。このことが着衣条件による差が認められなかった原因であると考えられる。従って、体温保持の観点からみて、着衣の種類だけでなく衣服の素材についても検討する必要があると考えられる。

本研究での水着泳のTreは変動しなかった。従って、本研究の水着泳では、身体の深部での産熱と放熱は均衡していたと考えられた。また着衣泳のTreは高い傾向にあった。着衣泳では、同一水泳速度でも相対的には約17%も運動強度が高かったことから、この傾向は、着衣による保温効果だけでなく運動強度の増加に伴う熱産生の高進も影響しているものと考えられる。

本研究でのTthighは、着衣泳の方が高い傾向を示したが、TchestおよびTarmは水着泳の方が高い傾向を示した。本研究での衣服は、水を通しやすい素材であったことや、実験中に上半身の衣服の中への水の浸入が観察されたことから、熱損失の程度は、水着泳と差がなかったものと推察される。上肢は下肢と比べ小筋群が多く、着衣による抵抗の増加および衣服が絡み付くことによる関節の可動性の制限による影響を受

けやすい。従って、着衣泳では上肢を十分に動かすことができないことによる産熱量の低下の可能性を示唆している。一方、下半身の衣服の脱落を防ぐために、腰の紐をしめていたため、下半身への水の浸入量が上半身と比べ少なかった。また、下肢は上肢と比べ筋量が多く、より多くの熱を産生できる。これらのことがTthighは、着衣泳の方が高い傾向を示した原因ではないかと推察される。しかし、身体部位によっては、皮膚温に対する着衣の影響の程度が異なることの詳細な原因については不明である。また、 $\bar{T}b$ において着衣条件に対する時間経過による交互作用が認められたことから、より長い泳時間での検討の必要性が示唆された。

3. 着衣がカテコラミン動態および脂質代謝に及ぼす影響

本研究での水泳後のEpiおよびNE値は有意ではなかったが、着衣泳の方が高い傾向を示した。Galbo et al.⁶⁾は、水着泳時のアドレナリンおよびノルアドレナリン濃度は21℃の低水温下で27℃および33℃下に比べ高値を示したと報告している。また、低水温下での水泳中のノルアドレナリンの上昇から、末梢神経への寒冷刺激に対する交感神経系の反応が示唆されている¹⁰⁾。さらに、寒冷環境下においては、直腸温より皮膚温の方がノルアドレナリンに与える影響が大きいことも報告されている^{17, 19)}。これらのことから、低水温下での水着泳と着衣泳におけるEpiおよびNE値は、体温が低値を示した水着泳の方が高値を示すものと予測されたが、本研究の結果はその逆であった。一方、血中のアドレナリンおよびノルアドレナリン濃度は、運動強度の増加とともに上昇する²⁰⁾。本研究での運動強度は有意ではなかったが、着衣泳の方が水着泳より高い傾向を示した。従って、本研究では、着衣泳と水着泳での運動強度の差の方が体温の差よりEpiおよびNEの動態に強く影響したものと推察される。

本研究でのEpiおよびNE値は、水泳後に有意に増加した。脂肪細胞からのFFAの動員は、交感神経によって調節されており、運動中はカテコラミンによって調節されており、運動中はカテコラミンがFFAの血中濃度を高めている²¹⁾。しかし、本研究でのGlyce値は水泳後に有意に高かったが、FFA値には変化が認められなかった。また、本研究ではLaは水泳後に有意に増加した。乳酸の産生が脂質代謝を抑制する^{20) 22) 23) 24)}ことや、乳酸の存在下ではグリセロールが脂質代謝を反映しないこと¹⁰⁾が報告されている。従って、本研究でのGlyceおよびFFAについては、

脂質代謝の高進によるものかはどうかは明らかでない。以上のことから、着衣条件が脂質代謝に及ぼす影響についてはより詳細な検討が必要であると考えられた。

ただし、着衣泳では、着衣の種類および素材によって、運動強度および体温に及ぼす影響の程度が異なるものと考えられる。従って、血中基質の動態については着衣条件の検討を含めて、より慎重に検討される必要があると考えられる。

要 約

本研究では、水温 21℃下での着衣泳時と水着泳時の体温、ホルモンおよび代謝にかかわる血中基質の動態について検討することを目的とした。被験者は健康な男子大学水泳部員 6 名で、着衣条件として競泳用水着に綿 100%の長袖トレーナーとトレーニングパンツ、トレーニングシューズを着用した。泳法は平泳ぎとし、15 分間泳がせた。水泳速度は水温 26℃の水着泳で測定された $\dot{V}O_2\max$ の 50%を目安に着衣泳時と水着泳時の両方で等しく設定した。

$\dot{V}O_2$ は着衣条件で有意差は認められなかった。平均体温、平均皮膚温、胸部皮膚温、上腕部皮膚温および大腿部皮膚温は、水泳前後で有意に低下したが、着衣条件では有意差は認められなかった。直腸温は水泳前後および着衣条件で有意差は認められなかった。血中乳酸、エピネフリン、ノルエピネフリンおよびグリセロールは、水泳前後で有意に上昇したが、着衣条件で有意差は認められなかった。遊離脂肪酸は、水泳前後および着衣条件では有意差は認められなかった。本研究の範囲では、運動強度の方が寒冷刺激よりエピネフリンおよびノルエピネフリン動態に強く影響していると推察された。また体温保持の観点から、着衣の種類だけでなく素材についても検討する必要性が示唆された。

謝辞：本研究の実施にあたり、(株) ジャパンアクアテック社の小倉理一社長ならびに小宗隆喜氏に多大なご協力を賜った。記して感謝の意を表します。

文 献

- 1) 崔 勝旭, 黒川隆志, 胡 泰志 (1994) : 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 第二部, 43 : 171-177.
- 2) 崔 勝旭, 黒川隆志, 胡 泰志 (1995) : 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. 教科教育学研究, 10 : 53-62.
- 3) 野村照夫 (1990) : 着衣泳に関する実験的研究. 水泳指導法研究, p.1-6.
- 4) 野村照夫, 荒木昭好, 佐野 裕, 野沢 巖, 椿本昇三, 白井みよ子 (1992) : 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, p.926.
- 5) 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, 白井みよ子 (1992) : 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, p.927.
- 6) Galbo H, Houston ME, Christensen NJ, Holst JJ, Nielsen B, Nygaard E and Suzuki J (1979) : The effect of water temperature on the hormonal response to prolonged swimming. *Acta Physiol Scand*, 105: 326-337.
- 7) Holmer I and Bergh U (1974) : Metabolic and thermal responses to swimming in water at varying temperatures. *J Appl Physiol*, 37: 702-705.
- 8) Houston ME, Christensen NJ, Galbo H, Holst JJ, Nielsen B, Nygaard E and Saltin B (1978) : Metabolic responses to swimming at three different water temperatures. *Swimming Medicine*, IV: 327-333.
- 9) Nadel ER, Holmer I, Bergh U, Astrand P-O and Stolwijk JAJ (1974) : Energy exchanges of swimming man. *J Appl Physiol*, 36: 465-471.
- 10) 大柿哲朗, 堀田 昇, 金谷庄藏, 藤島和孝, 清水富広, 正野知基 (1995) : 3 種類の水温下での低強度長時間水泳に対するホルモンおよび代謝応答. *体育学研究*, 40: 80-88.
- 11) 清水富広, 藤島和孝, 大柿哲朗, 堀田 昇, 金谷庄藏, 田井村明博, 上田 毅, 胡 泰志, 乙木幸道, 洲 雅明, 正野知基 (1998) : 低水温下における着衣泳の体温調節反応と主観的応答. *上越教育大学紀要*, 17: 985-995.
- 12) 正野知基, 堀田 昇, 大柿哲朗, 清水富弘, 藤島和孝, 金谷庄藏 (1993) : 水泳選手の水泳時および歩行時の呼吸循環器系の応答. *Ann Physiol*

- Anthrop, 12:145-150.
- 13) Wilmore JH and Costill DL (1994) : Physiology of sport and exercise. Human Kinetics, NY, pp.242-265.
 - 14) Roberts MF, Wenger CB, Stolwijk JAJ and Nadel ER (1977) : Skin blood flow and sweating changes following exercise training and heat acclimation. J Appl Physiol, 43: 133-137.
 - 15) Andersen MJ (1960) : Energy cost of swimming. Acta Chir Scand Suppl, 253:169-174.
 - 16) Keatinge WR (1961) : The effect of work and clothing on the maintenance of body temperature in water. Q J Exp Physiol, 46: 69-82.
 - 17) Allan JR, Elliott DH and Hayes PA (1986) : The thermal performance of partial coverage wet suits. Aviat Space Environ Med, 57: 1056-1060.
 - 18) Trappe TA, Starling RD, Jozsi AC, Goodpaster BH, Trappe SW, Nomura T, Obara S and Costill DL (1995) : Thermal responses to swimming in three water temperatures : influence of a wet suits. Med Sci Sports Exerc, 27(7):1014-1021.
 - 19) Johnson DG, Hayward JS, Jacobs TP, Collis ML, Eckerson JD and Williams RH (1977) : Plasma norepinephrine responses of man in cold water. J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol, 43:216-220.
 - 20) Galbo H (1983) : Hormonal and metabolic adaptaion to exercise. George Thieme Verlag: Struttgart, Pp.2-61.
 - 21) 樋口 満, 下村吉治 (1996) : 「運動と代謝」, 宮村実晴 (編), 最新運動生理学. 真興交易医書出版部, pp.135-158.
 - 22) Issekutz B Jr, Shaw WAS and Issekutz TB (1975) : Effect of lactate on FFA and glycerol turnover in resting and exercising dogs. J Appl Physiol, 39:349-353.
 - 23) Kjaer M (1989) : Epinephrine and some other hormonal responses to exercise in man: with special reference to physical training. Int J Sports Med, 10:2-15.
 - 24) Termiaras A, Flore P, Oddou-Chirpaz MF, Pellerei E and Quirion A (1989) : Influence of cold exposure on blood lactate response during incremental exercise. Eur J Appl Physiol, 58:411-418.