

競泳用水着のサイズが水泳時の衣服圧、水泳前後の体表面温度および圧快適感評価に及ぼす影響

中橋美幸*・諸岡晴美・眞鍋郁代**・諸岡英雄***・北村潔和

Effects of Size of Racing Swim Suits on Clothing Pressure in Swimming, Skin Temperature and Comfort

Miyuki NAKAHASHI, Harumi MOROOKA, Ikuyo MANABE, Hideo MOROOKA and Kiyokazu KITAMURA

E-mail : morooka@edu.toyama-u.ac.jp

キーワード : 競泳用水着, サイズ, 衣服圧, 体表面温度, 圧快適感

Key words : Racing swim suit, Size, Clothing pressure, Skin temperature, Comfort

1. 緒言

スポーツ選手にとって用具の性能は、成績を左右する重要なものである。百分の一秒を競う水泳選手にとって水着は唯一の道具であり、水着の性能が記録に少なからず影響を与えると考えられる。また、競泳選手は一般的に水着を選択する際、身体と水着との間からの水の侵入を防ぐためにより身体に密着させること、また身体をできるだけ緊縮し水流抵抗を低減させることなどを目的として^{1), 2)}、自分の適合サイズよりも1サイズあるいは2サイズ小さい水着を着用する機会が多いといわれている。しかしながら、そのとき身体にかかる衣服圧は相当高くなるものと推察される。既報において³⁾、繊維素材、デザイン、サイズが衣服圧に及ぼす影響を検討した結果、繊維素材よりもむしろデザインやサイズの影響が大きいことが明らかとなった。一方、水着は当然のことながら水中で泳ぐ時に使用するものであり、その時の衣服圧を測定し、乾燥正立位時の衣服圧からの変化量を明らかにすることは、水泳時に適切な衣服圧をもつ水着設計にとって有用である。しかしながら、このような研究は非常に困難であるため、これまで全く行われていないのが現状である。

そこで本研究では、サイズの異なる競泳用水着の着用が衣服圧に及ぼす影響を水中での着用実験により明らかにすること、また、水泳前後の体表面温度、圧快適感評価への影響についても明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

(1) 試料

女子競泳用水着1種(素材:ポリエステル65%, ポリウレタン35%, 組織:ハーフ組織)のS, M, Lサイズを使用し

* 現在、富山県工業技術センター生活工学研究所
 ** 奈良女子大学大学院人間文化研究科
 *** 奈良女子大学生活環境学部アパレル科学講座

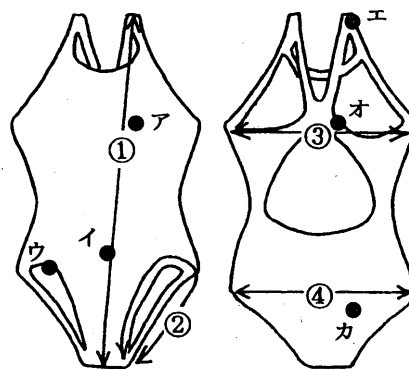


図1 衣服圧の測定部位
 (1. 胸部、2. 腹部、3. 鼠径部、4. 肩部、5. 背部、6. 臀部)

表1 試料の寸法 (cm)

	S	M	L
①	52.5(-3.0)	55.5	57.5(+1.5)
②	47.5(-3.0)	50.5	53.5(+3.0)
③	24.5(-0.8)	25.3	26.5(+1.2)
④	25.5(-1.5)	27.0	27.8(+0.8)

()内はMとの比較を示す

た。図1に示す各サイズの水着の寸法は表1の通りである。()内はMとの寸法差を示している。Mサイズに比べて、SおよびLサイズの寸法は、①、②で±3cm程度、③、④で±1cm程度異なる。

(2) 被験者

大学水泳部に在籍する女子大学生8名を被験者とした。身体特性は、身長158.7±4.6cm、体重49.8±4.2kg、体脂肪率22.7±3.3%であった。水着のサイズ表示は、身長と胸囲の範囲表示である。そこで、S, M, Lの水着の寸法と被験者

の身長および胸囲の関係を図2に示す。胸囲の割に身長の高い被験者や、Mサイズから若干外れる被験者がみられるが、被験者8名全員がほぼMサイズ適応とみなし、1サイズ小さいS、1サイズ大きいLの計3着の水着を用いて実験を行った。

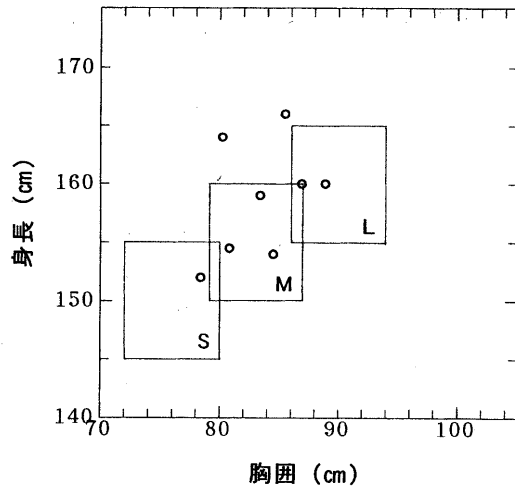


図2 水着寸法と被験者の身長・胸囲との関係

(3) 衣服圧測定

測定にはAMI社製のエアパック型センサーを使用した。計測部位は図1に示す⑦胸部、①腹部、②鼠径部、⑤肩部、④背部、②臀部の計6点である。ア、イ、カの生地部については20mmφの円形センサーを、ウ、エ、オの辺縁部については8×27mmのT型センサーを用いた。測定は、乾燥正立位時および水中ではクロールならびに平泳ぎの動作をとった状態でを行った。水泳時の衣服圧測定は、単にクロールや平泳ぎをすると大きく前進するので、センサーのリード線長さの関係上測定不可能である。したがって、水泳動作を上肢のみ（このとき下肢固定）、下肢のみ（このとき上肢固定）と別々に分けて測定を行った。インターバルは全て1秒とし、測定時間は各動作について約10秒間とした。なお、水中での測定については、各測定部位の水着の上に衣服圧センサーを取り付けることによってその部分における水圧を測定し、実験時の衣服圧データから水圧を差し引くことにより水着の衣服圧を算出した。

(4) 熱画像撮影

サーマルビデオシステム（赤外線熱画像装置、日本アビオニクス社製）を用いて、熱画像を撮影し、体表面温度を観察した。

(5) 圧快適感評価

乾燥時および水中時における圧快適感を部位別に、被験者に5段階評価させた。

(6) 測定手順

実験のタイムスケジュールを表2に示す。被験者は、約24℃にコントロールしたプールサイド横の室内で約30分間安静を保った。その後、実験用水着を着用し、衣服圧の測定、熱画像撮影による体表面温度の観察および圧快適感評価を行った。その後、プール（水温28℃）に入り、水泳時の衣服圧を測定するとともに水中での圧快適感評価を

表2 実験のタイムスケジュール

時間(分)	測定手順
0	安静
30	水着着用 衣服圧測定 熱画像撮影 圧快適感評価
60	水中へ 衣服圧測定 圧快適感評価 水泳記録
90	水からあがる 熱画像撮影 (水泳約7分後、15分後)
110	脱衣
115	終了

行った。また、各被験者が自由にウォーミングアップした後に、2人1組としてホイッスルと同時に飛び込み、クロール50mを力泳した後、休憩を入れてから再び平泳ぎで50m力泳した時の各タイムを計測した。最後にプールから出て7分後および15分後に熱画像を撮影し、体表面温度の回復過程を観察した。

3. 結果および考察

(1) 乾燥正立位時および水泳時の衣服圧

乾燥正立位時での各サイズの水着の衣服圧分布を図3に示す。既報³⁾でも述べたように、胸部、腹部、臀部においては10gf/cm²前後の低い衣服圧を示したが、鼠径部、肩部、背部では約40~80gf/cm²と非常に高かった。また、これらの高い衣服圧を示した部分においてはサイズの影響がより顕著にあらわれ、S>M>Lの順に高く、S~L間で約10~20gf/cm²の相違が観察された。

次に、乾燥正立位時の衣服圧がクロール時および平泳ぎ時にどの程度変化するかを定量化するために、衣服圧変化量プロフィールとして図4および図5に示す。図には水泳中の動作変化に伴う衣服圧変動の最大値と最小値を示している。

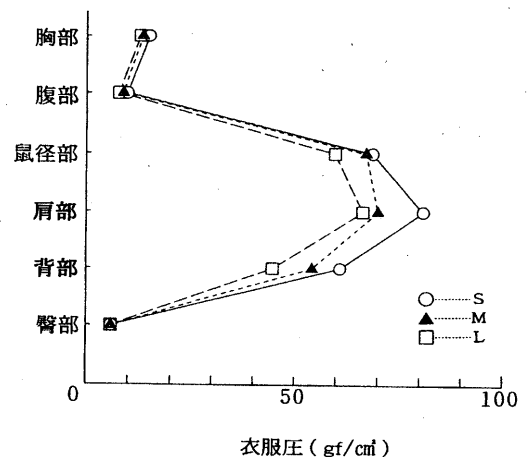


図3 水着着用時における衣服圧（乾燥正立位時）

クロール時と平泳ぎ時の衣服圧変化プロフィールはほぼ同様であり、泳法による相違はほとんどみられなかった。上肢をクロール型に動かしたときの背で10gf/cm²程度の増加がみられるが、全体として、衣服圧は水中で減少傾向を示す。特に鼠径部での減少が大きく、Lサイズでの変化は両泳法ともに約-50gf/cm²であり、水泳中の最小の衣服圧は約10gf/cm²

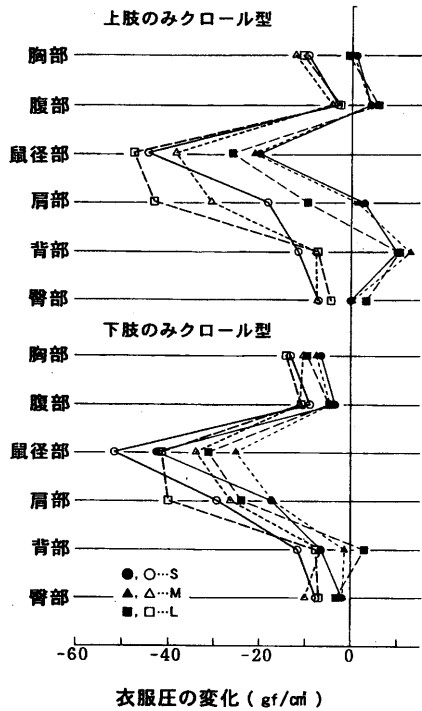


図4 クロール時における衣服圧の変化 (0は乾燥正立位時を示す)

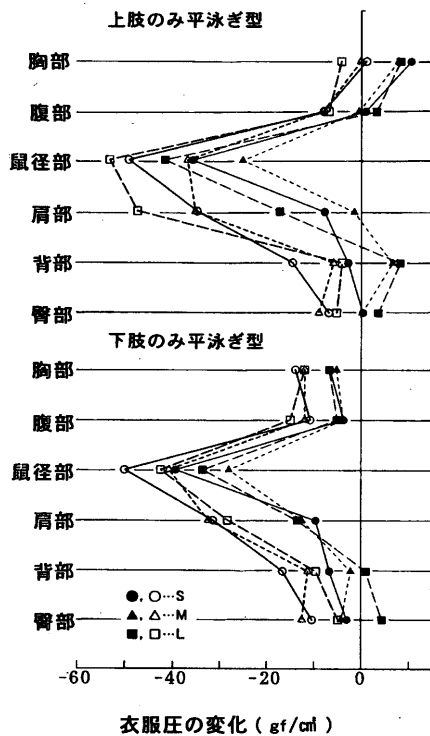


図5 平泳ぎ時における衣服圧の変化 (0は乾燥正立位時を示す)

cm²であった。しかし、MおよびSサイズでは約-40gf/cm²であり、水中での衣服圧は約30~40gf/cm²であった。また、肩部では最大と最小の値が大きく異なることから、上肢の動きに伴って大きく変動する部分であることがわかる。また、肩部ではサイズによる相違が最も大きく現れており、L、M、Sサイズの順に約-40、-30、-20gf/cm²程度の減少がみられ、水中での衣服圧は約20、40、50gf/cm²程度であった。背部は水中での衣服圧低下が少ない部分である。胸部は平泳ぎの上肢の動きに伴ってM、Sサイズで約10gf/cm²増加するが、クロールでは-10gf/cm²程度の減少がみられ、水中での衣服圧はほぼ0であることがわかった。この傾向は腹部、臀部でも同様である。

(2) 水泳前後の体表面温度

水泳前の水着着用安静時と水泳約7分後、15分後の被験者1名の熱画像を図6に示す。水着の保温力からみて、室温24℃ではかなり寒いために、一般的には自律性の体温調節機能が働き、身体末梢部の体表面温度が低下することがわかっている⁴⁾。Lサイズでは末梢部の皮膚温が低くなっているが、Sサイズでは頸部付近、手掌部、大腿部での体表面温度が高く鬱血状態になっており、Mサイズはそれらの中間的な温度となっていることがわかる。

水泳後は、プールから出ると同時に水分を通常どおりにふき取ったものの、皮膚面は相当湿潤しており、皮膚面からの潜熱損失が大きく、水泳直後は体表面温度が大きく低下する。その後、皮膚面の乾燥とともに体表面温度が回復傾向を示すと考えられる。図6の熱画像から、水泳後7分~15分は体表面温度の回復期間に相当すると考えられる。Sサイズでは手掌部、大腿部での体表面温度が低く回復が遅いこと、次にMサイズであり、Lサイズでは最も回復が早いことがわかる。

水泳前後のこのような体表面温度の変化挙動には、肩ひもや脚ぐりの締め付けが大きく関与していると考えられる^{5), 6)}。すなわち、肩部や鼠径部の衣服圧の高いSサイズにおいては体温調節による皮膚血流量コントロール機能の低下が最も大きいことがわかった。

(3) 圧快適感評価

図7に肩部における衣服圧と圧快適感との関係を、乾燥時、水中時別に示している。衣服圧が高い肩部においては、乾燥時のみならず、水中時においても、衣服圧が高いほど不快であると評価されている。また、どのサイズにおいても圧快適

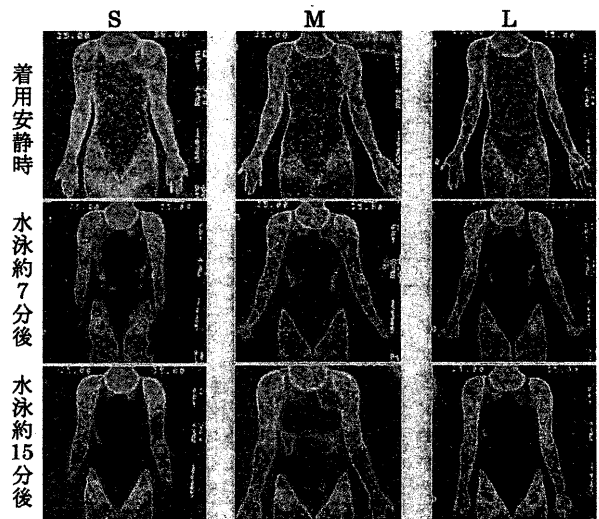


図6 水着着用時における熱画像

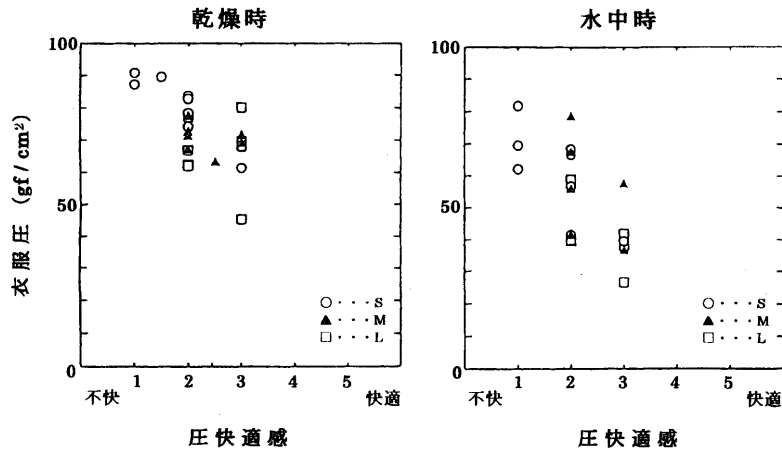


図7 肩部における衣服圧と圧快適感との関係

感はすべて3以下と評価され、Lサイズにおいてさえも肩ひもの衣服圧が高すぎたと判断される。

鼠径部、胸部、腹部、臀部については、圧快適感の評価はほぼ3付近に集中し、圧迫感と圧快適感については明確な傾向は掴めなかった。すなわち、心理的な圧快適感には肩ひもの衣服圧が最も重要であると判断された。

(4) 水泳記録

50mクロールおよび50m平泳ぎの各タイムを表3に示す。No.1の被験者については、実験直前に足指を負傷したので、水泳記録はとれなかった。被験者平均でみると、クロールでS≒M>L、平泳ぎでS>M>Lサイズの順にタイムが遅く、小さいサイズの水着の身体拘束が水泳記録に影響を与えたものと考えられる。特に、平泳ぎについてタイムの差が大きかったのは泳法によるものと考えられ、上肢や下肢の大きな動きに対する拘束性がサイズの小さい水着でより大きかったものと考えられる。なお、このことは前述でクロールと平泳ぎで衣服圧に大きな差がみられなかったことと矛盾するが、今回の実験測定箇所以外、例えば腸骨稜部分などでの衣服圧の大きさが影響したと推察される。これらのデータは、ストップウォッチを用いたものであり、実際の競技で用いるようなハイテクなものではないため精密性に欠けると判断されるが、水着サイズによるタイムが有意に異なり、サイズの小さいものほど遅かったという事実は注目に値するものである。

以上のことから、1サイズ小さい水着は、水中であっても衣服圧が高く、このことが少なからず上肢や下肢の運動を妨げることがわかった。

表3 水泳記録 (秒)

被験者	クロール			平泳ぎ		
	S	M	L	S	M	L
1	—	—	—	—	—	—
2	35'59"	35'70"	35'83"	52'75"	53'16"	—
3	35'05"	35'07"	35'41"	—	51'19"	51'72"
4	42'20"	41'31"	40'09"	61'52"	55'04"	54'94"
5	36'28"	35'47"	35'98"	51'78"	51'82"	50'30"
6	35'46"	36'10"	35'06"	52'02"	51'32"	51'32"
7	34'42"	35'25"	35'42"	42'66"	42'60"	42'66"
8	38'95"	39'93"	38'92"	57'43"	57'16"	54'14"
平均値	36'85"	36'98"	36'67"	53'03"	51'76"	50'85"*
標準偏差	2.77	2.54	1.99	6.35	4.59	4.38

*: S, L間での統計的検定において、危険率5%で有意であったことを示す

4. 結語

本研究では、サイズの異なる競泳用水着の着用が、水泳時の衣服圧、体表面温度および圧快適感評価に及ぼす影響を明らかにした。結果は以下に示す通りである。

- 1) 乾燥正立位時においては、鼠径部、肩部、背部で衣服圧が約40~80gf/cm²と非常に高く、また、これらの部位ではサイズによる影響が大きく、S~L間では約10~20gf/cm²の相違がみられた。
- 2) 水泳時の衣服圧は全体的に減少傾向を示し、特に、乾燥正立位時において衣服圧の高かった鼠径部では約40~50gf/cm²、肩部では約20~40gf/cm²と大きく減少した。しかし、背部ではほとんど変化がみられなかった。また、Sサイズの水着では水中においても辺縁部や肩ひも部の衣服圧が高かった。
- 3) 水泳前の水着着用安静時においては、Sサイズでは他のサイズに比べて頸部付近、手掌部、大腿部での体表面温度が高く、また水泳後においては、Sサイズでは手掌部、大腿部での体表面温度の回復が最も遅いことがわかった。このことは、肩部や鼠径部における高い衣服圧が皮膚血流を阻害するためと考えられた。
- 4) 肩部においては、乾燥時、水中時の双方において衣服圧が高いほど不快であると評価された。
- 5) 水泳記録においては、Sサイズで最もタイムが遅かった。このことから、Sサイズの衣服圧の大きさが上肢や下肢の運動を妨げ、水泳記録に影響を及ぼすことがわかった。

文献

- 1) ストレッチ素材 (快適衣料設計のために), 111, 東レリサーチセンター (1996)
- 2) 清川 寛, 松崎 健; 繊維工学, 49, 565 (1996)
- 3) 諸岡晴美, 中橋美幸, 諸岡英雄; 富山大学教育学部研究論集, 5, 57 (2002)
- 4) 中野昭一, 重田定義, 他; 図説からだの事典, 397(1992)
- 5) 吉田美奈子, 柴田祥江, 田中希弥, 田中香利, 平田構造; デザントスポーツ科学, 20, 184 (1999)
- 6) 諸岡晴美, 中橋美幸, 諸岡英雄, 北村潔和; 織機誌, 54, T37 (2001)