

資料論文

高齢者アーティスティックスイミング演技時における心拍数変化
－国内最高齢の演技者に着目して－

巽 樹理
追手門学院大学
濱田 大幹
川崎医療福祉大学大学院
住田 健
静岡産業大学

松井 健
追手門学院大学
吉田 升
川崎医療福祉大学大学院

斎藤 辰哉
川崎医療福祉大学
和田 拓真
川崎医療福祉大学

Heart rate variability during a performance of an artistic swimmer
－ A focus on the oldest swimmer －

Juri TATSUMI
Otemon Gakuin University

Daiki HAMADA
Graduate School, Kawasaki University of Medical Welfare

Ken SUMIDA
Shizuoka Sangyo University

Takeshi MATSUI
Otemon Gakuin University

Noboru YOSHIDA
Graduate School, Kawasaki University of Medical Welfare

Tatsuya SAITO
Kawasaki University of Medical Welfare

Takuma WADA
Kawasaki University of Medical Welfare

Abstract

The purpose of this study was to investigate relationships between movements and heartbeat pulse rates in an artistic swimming program for elderly participants. Additionally, intensity and characteristics of fundamental movements were investigated. The subject was a performer aged 87 who had been involved in artistic swimming for over 40 years. During her solo program (108 seconds), her heartbeat rate was measured. As a result, the average heartbeat rate was 119bpm and the maximum was 137 bpm. The heartbeat rate increased when she was upside down doing movements of lower limbs above water with head underwater and during movements to propel herself. Conversely, doing movements of upper limbs while standing on the pool floor resulted in a heartbeat rate that was lower or unchanged. Our results indicated that particular movements may be likely to increase the intensity of exercise for elderly participants during a program and coaches should carefully consider programs and training components in addition to an individual's age or ability to swim.

キーワード：アーティスティックスイミング，シンクロナイズドスイミング，心拍数，高齢者，生涯スポーツ

Keywords：artistic swimming, synchronized swimming, heart rate, senior citizens lifelong sports

※巽 樹理（追手門学院大学）
松井 健（追手門学院大学）
斎藤辰哉（川崎医療福祉大学）
濱田大幹（川崎医療福祉大学大学院）
吉田 升（川崎医療福祉大学大学院）
和田拓真（川崎医療福祉大学）
住田 健（静岡産業大学）

1. 緒言と目的

2021年に生涯スポーツの国際総合競技大会であるワールドマスターズゲームズがアジア初、日本（関西）で開催される。この大会は、第10回の記念大会であり、「生涯スポーツの振興と元気で活力ある高齢社会の実現」を目的としている（WMGのHPより）。オフィシャル競技数は35競技59種目であり、アーティスティックスイミングも競技として予定されている。中高齢者のスポーツ活動が推奨され、「する」スポーツへの関心が高まっている中、中高齢者が安全で適切な運動を実施する際には、運動強度の指標となる心拍数の変化を確認することが重要となる。これまで、田中ら（2015）は中年女子（ 47.7 ± 10.4 歳）を対象としたアーティスティックスイミング演技時における水深の違いによる運動強度を測定しており、水深の浅いプールにおいては中強度であることを示した。しかし、全国各地には70～80代のアーティスティックスイミング実施者も多く存在し、2018年2月に開催された「関西シンクロマスターズ大会の団体競技（リズム）の優勝チーム（20名）の平均年齢は 71.5 ± 11.5 歳であった（筆者独自調査）。一般的に加齢に伴って運動時の最高心拍数が低下するため、高齢者のアーティスティックスイミング実施者の運動強度（心拍数）は相対的に高まり、中年者を上回る可能性がある。したがって、安全で適切な運動強度（生体負担）とするためには、心拍数の情報は不可欠である。また、日常の練習現場において指導者や泳者自身が演技構成を考え、基礎動作の順番や組み合わせを決める際にも、心拍数データは重要な資料となる。すなわち、演技展開に伴った心拍数の変化を把握し、無理のない構成にすることは、高齢泳者の演技の安全性と競技性を高めることにつながるであろう。今後、高齢者のアーティスティックスイミングの実施人口や大会数の増加が見込まれるため、プール現場における科学的な指導という側面からも心拍数の測定とデータ活用の重要性が増すと考えられる。

そこで本研究は、高齢者における実際のアーティスティックスイミング（ソロ）演技中の心拍数を測定し、演技動作との関係を明らかにすることを目的とした。また、マスターズアーティスティックスイミングの演技時に多く用いられる基礎動作について、同様に強度を確認し、各動作の特徴を確認することとした。これらの情報は運動強度（生理的負担）の側面から演技構成を考える際の基礎資料やプログラムの構築に役立てることができ

ると考える。また本研究の結果・成果を公表することは、中高齢者の生涯スポーツとしてのアーティスティックスイミングの有用性を高め、一般的なプールでの安全な運動処方に寄与する有益な情報提供につながると考えられる。

2. 研究方法

アーティスティックスイミング（ソロ）演技中の心拍数を、以下の日程、場所、対象者、要領で測定した。

・測定日程：2018年8月21日(火) 10:30～12:00

・測定実施場所：川崎医療福祉大学（倉敷市）

屋内温水プール

・被験者：アーティスティックスイミング実施者では国内最高齢の87歳（女性：身長143cm、体重44kg）。競技歴は約40年。現在も週に2回、アーティスティックスイミングの練習を行っており、大会では、個人種目のソロ競技に3年連続で出場しているベテランの実施者

・試技：実験Ⅰ

大会時を想定した、ソロ演技（108秒）を1回実施。

ソロ演技内容

陸上動作（約3秒）、立位姿勢での手動作、上向き水平姿勢 → バレーレッグ、顔面浸水を伴う足の動作（サマーソール → ポーパス → スプリット → スピン）、立位姿勢での手動作、サイドキック、顔面浸水を伴う足の動作（サマーソール → ベントニー → ジョイント → スピン1周）立位姿勢での手動作

【70秒（約16m地点）でプールパターンの折り返し】
顔面浸水を伴う足の動作（ウォークオーバー → トーピード）、立位姿勢での手動作、ボディーブースト、顔面浸水を伴う足の動作（バラクダ）、立位姿勢での手動作

※専門用語の詳細は巻末資料として添付

実験Ⅱ

使用頻度の高いマスターズアーティスティックスイミング基礎動作を実施。

継続動作…25mプールの壁から中央までの12.5mを移動しながら行う動作の測定（上向き水平姿勢、顔上げ平泳ぎ、サイドキック、トーピード、

バックキック、バレーレグ)

静止動作…移動を伴わない、短時間で完了する動作の測定 (オイスター、バラクダ、ベントニージョイント、ボディーブースト)

※専門用語の詳細は巻末資料として添付

・測定の流れ：実験に先立ち、被験者に一連の測定内容と測定要領について具体的に説明した。また、研究・測定に関する身体的な苦痛 (心拍計用のバンドの胸部巻き付けなど)、自分の意思で各測定を途中で止めることができることなどの倫理事項などについて詳細に説明し、研究参加への同意書を得た。なお、本研究は、追手門学院大学研究倫理委員会の審査を受け、承認を得ている (倫理受付番号 2018-14)。説明の後、陸上での体操 (約10分)、水中でのウォーミングアップ (約15分) を経て、本番の演技を行い、約15分の休憩後に基礎動作の測定を実施した。

・測定：演技中の心拍数は、Polar Electro社製心拍計、H10を用いて、演技前の安静時から演技後の回復時まで測定した。データは、H10デバイスとBluetooth通信によって同期しているスマートフォン (iOS仕様) に送信し、同社の専用アプリ (POLAR BEAT) にてデータの取り込み保存を行っ

た。

・測定環境：水温34℃、水深は被験者が立位姿勢を保ち、容易に呼吸ができる程度の浅い水深環境とした。水中用の台を用いて演技エリアの水深を調節し、水位は立位姿勢で剣状突起から腋窩のレベルとした。演技中の動作は全てビデオカメラにて動画撮影した。

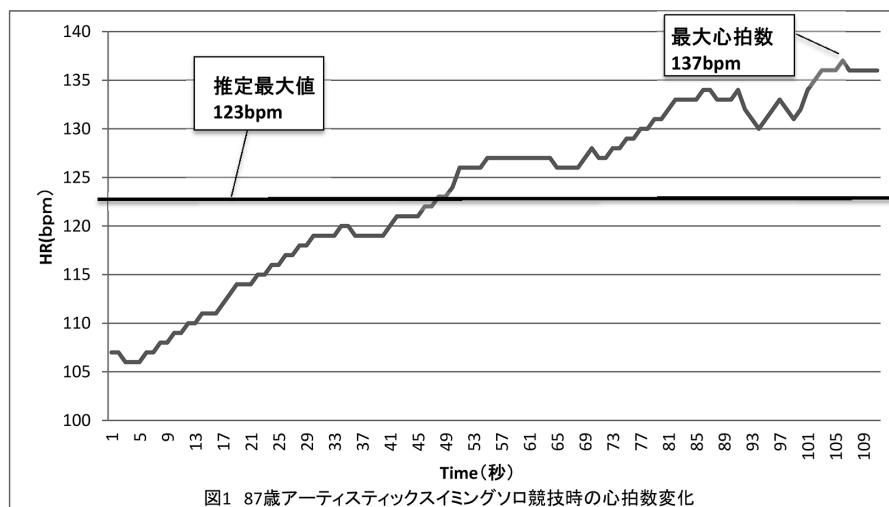
3. 結 果

実験 I

87歳のソロ競技 (演技時間108秒) の心拍数を測定した結果、演技開始から終了までの平均値は119bpm、最大心拍数は137bpmであった。また、測定当日の安静心拍数は93bpmであり、演技スタートの音楽開始時 (0秒) の心拍数は107bpmであった。安静心拍数より14bpm心拍が上昇したと考えられる要因としては2つあり、1つは、演技に対する緊張感や普段と異なる環境であったこと、2つ目は、プールサイドから中央に向かって行進し、立ち位置にて最初のポーズをおこなった (大会同様の一連の流れをおこなった) ことで心拍数が高くなったと考えられる。さらに220-年齢の値を推定最大心拍数とし (133bpm)、水中環境であることを考慮に入れ10bpm下方修正して計算すると、推定最大値は123bpmとなった。そのため実測の137bpmは、最大推定値を上回る約111%と推測され、今回演じたソロ演技の運動強度としては高いことが示唆された。

演技動作と心拍数の関係を分析すると、心拍数の急激

図 1



な上昇がみられた動作の特徴が明らかになった。顔面浸水時（逆さま）で下半身が水面上に出ている時や推進力を伴う水平姿勢から足を上げる動作（バレーレグ）、そして水中から勢いよく飛び出すジャンプ（ボディーブースト）の動作であった（図2）。一方、演技前半から心拍数が全体的に右肩上がりでも、心拍数が減少もしくは横ばいになる共通動作も確認できた。

底に足をつけた状態（立位姿勢）での上半身動作である。この動作は推進力が伴っても、心拍数の変化から、身体的負荷が少ないことが明らかになった（図3）。これらの結果から、高齢者の演技構成を考える際には、心拍数の減少もしくは横ばいがみられる立位姿勢での上半身動作を演技時の等間隔に入れること、また顔面浸水時の下半身動作では、回数や浸水時の時間（秒）に配慮するこ

図2

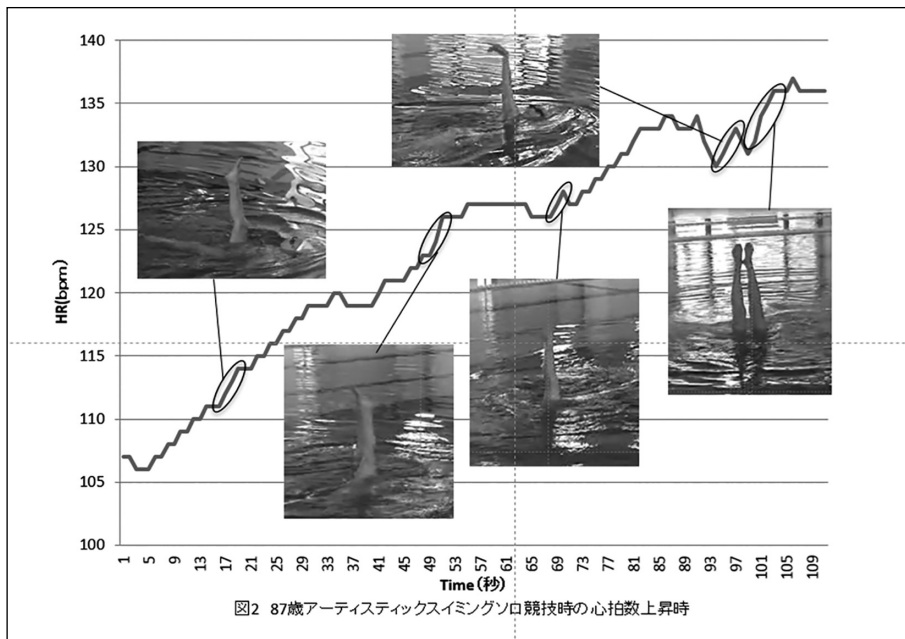
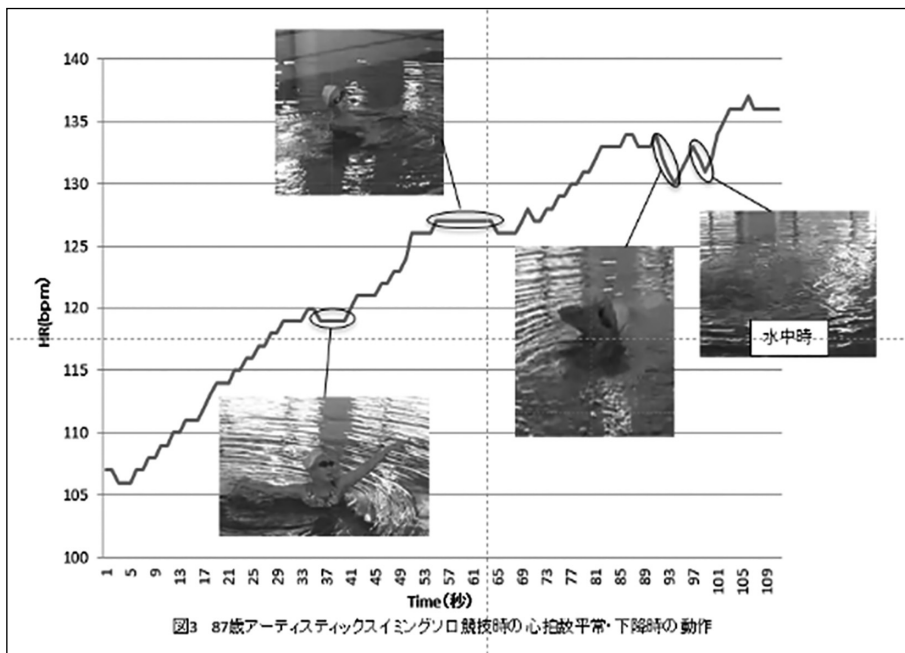


図3



とが過度な身体的負荷を軽減することに繋がると考えられる。高齢者のアーティスティックスイミング実施者に携わる指導者、または実施者は、個々の年齢や泳力の要素に加えて、心拍数による身体負荷情報に基づく演技構成や練習内容を十分に考慮することが求められるであろう。

実験Ⅱ

アーティスティックスイミングの基礎動作における心拍数をそれぞれ測定した（表1）。12.5mの移動を伴う継続動作と、移動を伴わない静止動作に分類し比較した。なお、継続動作における推進速度は、被験者の普段の移動速度と同様なペースとした。

その結果、動作開始時から心拍数のピークまで変化量が10bpm以上になった動作が3つ確認された。1つは、顔上げ平泳ぎの動作であり、開始時の心拍数96bpmからピークの112bpmまで16bpmの変化量であった。基礎動作の中では心拍数の上昇が顕著にみられたといえる。

2つ目は、手上げサイドキックである。動作開始時の100bpmに比べて移動10m付近では112bpmのピークとなり、変化量が12bpmであった。しかし、手上げサイドキックに関しては、12.5mの測定を予定していたが、被験者の意志で身体的負荷が大きくなったため10mで測定

を終了した。その他の動作と同様に12.5mまでの測定を行っていた場合、変化量はさらに高くなった可能性も考えられる。一方で、同じサイドキックでも手を水面から上げない（手は体側）動作は、12.5mの継続動作であっても心拍数のピークは95bpm、変化量は4bpmと上昇が緩やかであった。これらの2つのサイドキック動作の比較から、手の上下で身体的負荷が大きく変化することも示唆された。3つ目は、仰向きで継続動作を行うバックキックである。一定のリズム（1カウント／秒）に合わせて12.5mまで継続動作をおこなった結果、動作開始時の99bpmからピークの109bpmまで、変化量10bpmの心拍数の上昇がみられた。これらの結果から、水面から身体の一部でも水面上に出る継続動作では、水平姿勢で行う動作に比べて身体的負荷が大きいことが示唆された。またバレーレグに関しては、片脚が水面上に出る動作ではあるが、8カウントの上向き水平姿勢を挟んでの繰り返し動作を行ったため、12.5mの継続動作であっても心拍数の上昇が緩やかであったと推測する。

静止動作に関しては、1～5秒以内の短時間の動作であること、移動のための動作エネルギーが少なくて済むため、急激な心拍数の上昇はみられなかった。

表1 マスターズアーティスティックスイミング基礎動作の心拍数変化 (bpm)

	動作名	動作開始	最大心拍数	平均値	変化量	推進速度 (秒/12.5m)	備考
継続動作	上向き水平姿勢	97	105	102	8	43	80beatに合わせた動作 測定距離10m
	顔上げ平泳ぎ	96	112	104	16	32	
	サイドキック（手なし）	93	97	95	4	43	
	サイドキック（手上げ）	100	112	105	12	32	
	トービード	98	101	98	3	32	
	バックキック	99	109	102	10	24	
	バレーレグ	101	110	106	9	64	
静止動作	オイスター	92	92	94	0	—	
	バラクダ	96	96	97	0	—	
	ベントニージョイント	92	94	95	2	—	
	ボディープースト	95	95	97	0	—	

4. ま と め

田中ら（2015）の先行研究の中年女子レクリエーション泳者を対象とした例では、演技中の運動強度は中強度であったと報告されている。一方、今回の結果から、高齢者の演技時には、さらに運動強度が高まる可能性が示唆された。このことから、アーティスティックスイミン

グ競技では、立位姿勢が可能な浅い水深環境（いわゆる足がつく環境）でも、年齢や演技の構成によって運動強度が変わることが明らかになった。具体的に、心拍数が顕著に上昇した共通の動作は、顔面浸水時（逆さま・無呼吸）で下半身が水面上での動作であった。その他、推進力を伴う継続動作で水面上に手が上がっているサイド

キックなども心拍数の上昇がみられた。一方で、演技中などで心拍数の減少がみられた動作は、立位姿勢での上半身（手）動作であった。今回の測定では、ソロ演技（108秒）とマスターズアーティスティックスイミング

の演技時に多く用いられる基礎動作の測定を行ったが、実際のアーティスティックスイミングの演技は動作が次々と展開していく流動的な動作が多く、実験Ⅱで行ったような同じ動作を繰り返すことは極めて少ない。しか

基本姿勢、基礎動作名	動作(イラスト)	説明
① 上向き水平姿勢		・顔、胸、腿、足先は水面で、身体を伸ばす。
② バレーレック シングル		・身体は上向き水平姿勢 ・片脚は水面に垂直に伸ばす。
③ サイドキック(手上げ)		・体を横に向けて進行方向の手を伸ばす。手上げのサイドキックは、反対の手を垂直(上方)に伸ばす。
④ ボディーブースト		・水中で構え、上方に向かって飛び出す(中高齢者は水底を蹴って上がることが多い)
⑤ バラクダ		・両脚を垂直に上げ、身体は腰で鋭角、つま先が水面直下の姿勢になる。そこから素早く上方につき上げ、垂直姿勢になる。最高の高さが望ましい。
⑥ 顔上げ平泳ぎ		・顔を上げた平泳ぎで、顎が水に浸からないように上体を起こす。
⑦ トービード		・顔、胸、腿、足先は水面で、身体を伸ばし、脚の方向に進む。
⑧ バックキック		・バックキックで、片手ずつ垂直に手を上げ、頭の方におく、継続動作。
⑨ オイスター		・上向き水平姿勢から、腰を鋭角に折りながら足先が沈むまで身体を沈める。
⑩ サマーソール→ボーパス→スプリット→スピン		
⑪ サマーソール→ペントニー→ジョイント→スピン1周		
⑫ ウォークオーバー→トービード		

し、基礎動作と心拍数の変動に着目すると、些細な心拍数の上昇や減少の傾向を読み取ることができた。そしておそらく、この些細な変化が、動作が連続的に展開される際に累積され、最終的に演技時の大きな上昇になることが推察できる。

高齢者のアーティスティックスイミング実施者の高齢化が進む中、スポーツを推奨すると同時に健康面での配慮、指導者においては年齢や体調管理に加え、今回明らかになった運動強度なども留意した練習や指導が求められるであろう。今回の演技や基礎動作における運動強度の特徴が示唆されたことは非常に大きな意義があったと考える。

5. 参考・引用文献

- ・関西ワールドマスターズゲームズHP
<http://www.kansai-wmg2021.org/about.html>
- ・小林敏枝・加藤光朗・田中秀明（2014）障害児・者に対する水中運動の影響について：障害者シンクロナイズドスイミングの効果について．清泉女学院短期大学研究紀要32：1-10.
- ・巽樹理・住田健（2017）．障害者シンクロの実施者特性．追手門学院大学スポーツ研究センター紀要第2号, pp.7-11.
- ・田中真紀・田中千晶・北川薫（2015）：中年女子レクリエーション泳者を対象としたシンクロナイズドスイミングにおける水深の違いによる運動形態の違いが与える生理学的応答への影響，体力科学，64巻第3号，pp.357-365.
- ・日本水泳連盟（2018）アーティスティックスイミング規定
- ・堀井樹理（2014）．マスターズシンクロナイズドスイミングの課題と可能性に関する一考察．大阪体育大学紀要第45巻，A4版、pp.87-102.
- ・堀井樹理（2014）大阪体育大学 修士論文

