

一流ウインドサーフィン（ミストラル級）競技者の体力特性

千足 耕一¹⁾, 長嶺 彰房²⁾, 中村 夏実¹⁾, 山本 正嘉³⁾

¹⁾ 鹿屋体育大学海洋スポーツセンター

²⁾ 鹿屋体育大学大学院体育学研究科修士課程

³⁾ 鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター

I. はじめに

ウインドサーフィン競技は、ボードとセイルを操作して、風による推進力を用いる競技であり、大きく分けてコースレーシング、フリースタイル、ウエイブの3種目がある。このうちオリンピック種目として採用されているのはコースレーシングであり、男子では1984年のロサンゼルスオリンピックから、女子では1996年のアトランタオリンピックからヨット競技の1種目として正式種目となった。オリンピック大会における艇種としては1996年のアトランタオリンピックから2004年のアテネオリンピックまでミストラル級が採用され、ミストラル級は日本における最も代表的なウインドサーフィン艇種のひとつである。



写真1. ミストラル級セーリング中の風景

コースレーシング競技は海上や湖上にマークを固定することによってコースを設定し、そのコースを如何に速くセーリングするかといった順位を競う形式がとられ、1つのレースはおおよそ20分~60分程度で実施される。そして、多くの場合レース日程に応じて複数回のレースを実施し、順位を得点化した点数を合計した低得点法で競われる¹⁵⁾。

ウインドサーフィン競技は、風、波、潮の流れとといった刻々と変化する自然条件の下で、ボードやセイルを操作する能力、他艇との関係や自然環境の変化に対応するための状況判断力、精神力などに加え、その基となる体力が要求されることに特徴があるスポーツである。また、ウインドサーフィン競技がヨット競技の中で特異な点は、どのような風域においてもボードに推進力を与えるためのセイルを扇ぐパンピング動作が許されているということである。従って、レース中の運動強度を心拍数からみると $72.4 \pm 6.3\%$ HRmaxないし $87.2 \pm 6.8\%$ HRmaxと高いことが報告されており(國分たち, 2002)⁵⁾、有酸素性作業能力の重要性が示唆されている。またG. De Vitoたち(1997)²⁾は、ウインドサーフィンにおけるオリンピック選手の最高酸素摂取量を測定して、男性 4.5l/min (体重当たり 63.6ml/kg/min)、女性 2.8l/min (体重当たり 49.2ml/kg/min)と報告している。

セーリング選手の体力特性については、これまで主に470級を中心としたヨット選手の体力測定結果¹⁰⁻¹³⁾が公表されてきているが、日本人ウインドサーフィン選手の体力についての報告は極めて少なく、高倉(1992)⁹⁾が5名の学生選手を対象に換気性作業閾値を検討した研究、玉木たち(1993)¹¹⁾が男子ミストラル級選手3名の体力測定結果について示した報告、及び加藤たち(1996)³⁾がDYNATRACを使用して測定した筋力特性についての報告があるのみである。また、さまざまな競技力レベルにある選手の体力特性を比較検討して、競技力の高い選手がどのような体力に優れるのかを明らかにした研究もみられない。これらの特性を明らかにすることは、ウインドサーフィン選手に要求される体力を明らかにすることにつながるるとともに、競技力向上を図る上での参考資料としても役立つと考えられる。

本研究では、日本トップレベルの実力を持つ全日本ナショナルチーム（以下NTと省略）、学生のトップレベルの実力を持つ学連ナショナルチーム（以下学連NTと省略）の各選手を対象として、形態、身体組成、筋力を含めた基礎体力及び有酸素性作業能力について測定を行い、ウインドサーフィン競技者の体力特性を明らかにすることにより、選手強化のための基礎資料を得ることを目的とする。

II. 方法

A. 対象

2002年度から2005年度に日本セーリング連盟が指定した強化指定選手（NT）および全日本学生ボードセーリング連盟が指定する強化指定選手または全日本学生ボードセーリング選手権個人戦において入賞した選手（学連NT）のうち鹿屋体育大学での体力等測定に参加した合計34名を対象とした。被験者には測定の目的と内容、測定に伴う危険性を説明したのち、本人の意志でいつでも参加を辞退できることを理解させたうえで測定への同意を得た。

B. 測定項目と測定方法

スポーツトレーニング教育研究センターにおいて、形態（身長・体重）、身体組成（体脂肪率、除脂肪体重・皮下脂肪厚）を測定した。また、無酸素性作業閾値、最大酸素摂取量をはじめとする呼吸循環系の能力、背筋力、握力、脚伸展力や腹筋力、柔軟性等の各種基礎体力を測定した。

1. 形態、身体組成、基礎体力

体脂肪測定装置（Bod Pod MAB-1000, Life Measurement Instruments社製）を用いて体重、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪体重を測定した。握力（左右）と背筋力は、それぞれ握力計と背筋力計（いずれも竹井機器工業社製）を用いて測定した。測定回数はいずれも3回で、それらの中での最高値を採用した。柔軟性は新長座体前屈法に従い、デジタル長座体前屈測定器（メジャーシステム社製）を用いて3回の試技うち1番高い値を採用した。脚伸展パワーは、Anaeropress3500（Combi社製）を用い、両脚での測定を行った。肺活量は肺活量計（ヤガミ社製）を用い

て新体力テスト（文部省）に基づいて行った。なお3回測定し1番高い値を採用した。腹筋力は30秒間での回数を測定し、測定回数は1回とした。

2. 有酸素性作業能力

ローイングエルゴメーター（Concept II, Concept社製）を用いて多段階運動負荷試験を行い、最大換気量（ $\dot{V}E_{max}$ ）、最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_{2max}$ ）、最高心拍数（HRmax）、最高血中乳酸濃度（Lamax）を測定した。ウインドサーフィン競技にとって最も持久力を要求されるパンピング動作がローイングエルゴメーターを使う動作とよく似ており、エルゴメーターを利用したパンピングトレーニングの効果を示した報告もみられることから、ローイングエルゴメーターを使用した。



写真2. ローイングエルゴメーターを用いた有酸素性作業能力の測定

図1はその負荷法を示したものである。男性の場合100wから始め50wずつ漸増させていき、250wを過ぎてからは25wずつ漸増した。女性の場合は150wから始め、25wずつ漸増した。男女とも2分間の運動と1分間の休憩を1セットとし、選手が疲労困憊に至るまで行った。

酸素摂取量の測定は、ダグラスバッグ法に従い、2分間の運動における後半1分間の採気を行い、自動呼気ガス分析器（Vmax29c, Sensormedics社製）を用いて酸素濃度と二酸化炭素濃度を、乾式ガスメーター（DC-5C, 品川社製）を用いて呼気量を測定し、計算により算出した。そして疲労困憊の際に得られた酸素摂取量と換気量の最大値を $\dot{V}O_{2max}$ およ

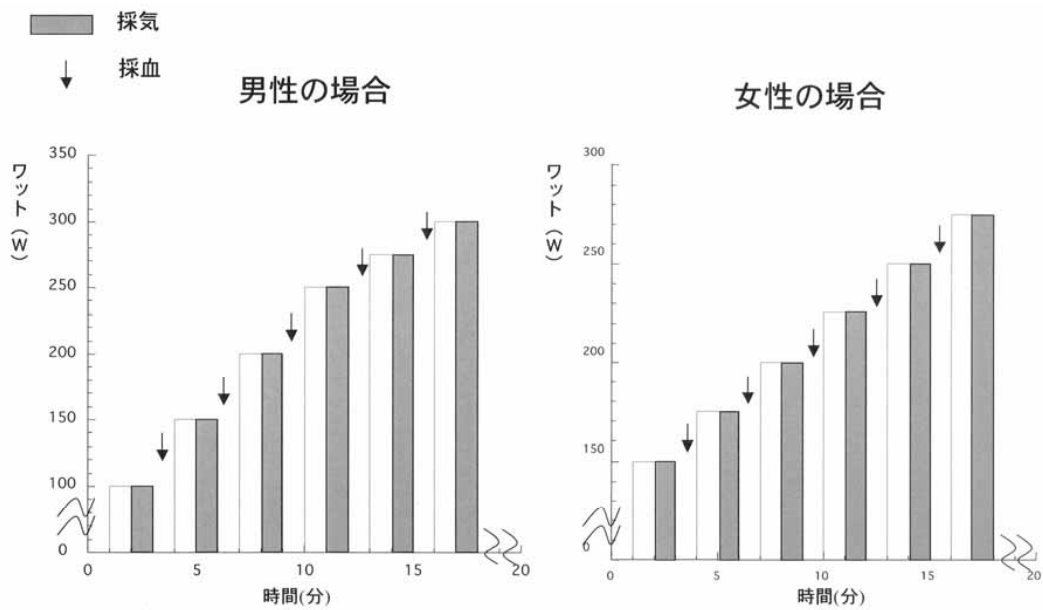


図1. 多段階運動負荷試験のプロトコル

び $\dot{V}E_{max}$ とした。 HR_{max} は心拍計 (POLAR社製) を用いて測定した。

血中乳酸濃度分析のための採血は運動直前, 1分間休憩時, 運動直後, 3, 6, 9分後に, 手の指尖を穿孔して採取した。血中乳酸値 (La) は簡易血中乳酸測定器 (ラクテートプロ, アークレイファクトリー社製) を用いて測定し, その最高値を L_{max} とした。

C. 分析方法

被験者を競技レベル別 (NTと学連NT) および性別 (男女) に分類し, 平均値についての比較を行った。また, ヨット競技者との形態・体力測定結果の比較にあたっては先行研究⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾で得られたデータとの比較を行った。統計処理に際しては, 統計パッケージSPSS for Windows ver. 13.0を用い, 有意水準については5%とした。

Ⅲ. 結果

A. NT群と学連NT群の比較

競技レベル別 (NTと学連NT) に分類し, 男女それぞれで平均値についての比較を行ったところ, 男性では, キャリパーを用いた体脂肪厚全てと最高心拍数以外でNT群が高い値を示し, 中でも体重, 体脂肪率, 徐脂肪体重, 肺活量, 最高酸素摂取量 (絶対

値) においては有意差が認められた。一方, 女性においては長座体前屈および最高心拍数以外の項目でNT群が高い値を示してはいるものの, 有意な差は認められなかった。(表1・2)

B. セーリング競技ミストラル級競技者と470級競技者における体力の比較

競技種目別 (ミストラル級と470級) 男女それぞれで平均値についての比較を行ったところ, 男性では徐脂肪体重および体重あたり $\dot{V}O_{2max}$ で, 女性では体内脂肪率および体重あたり $\dot{V}O_{2max}$ において有意な差が認められた。一方, その他の筋力等については男女共に有意な差は認められなかった。(表3・4)

Ⅳ. 考察

A. NT群と学連NT群の比較

男性の競技者を比較した結果, 体重, 体脂肪率, 徐脂肪体重, 肺活量, 最高酸素摂取量 (絶対値) においては有意差が認められ, NT群が学連NT群と比較して, いずれも高い値を示した。体重については, 艇の種類に最も適した体重があると考えられており, 今回の測定結果の男性における $69.82 \pm 3.18 \text{kg}$ 及び女性における $57.44 \pm 4.75 \text{kg}$ という値は, G. DeVito

表1 全日本NT群と学連NT群における形態・体力等測定結果（男子）

測定項目	NT (n=7)	学連NT (n=15)	P
身長 (cm)	176.43±4.76	172.02±4.70	
体重 (kg)	69.82±3.18	62.21±5.03	*
体脂肪率 (%)	12.11±2.28	9.67±2.51	*
徐脂肪体重 (kg)	61.46±3.90	57.18±3.82	*
肩甲下部 (mm)	9.21±1.44	11.33±3.28	
上腕背部 (mm)	6.29±1.60	7.67±2.93	
腹部 (mm)	8.86±2.87	9.20±4.62	
側腹部 (mm)	10.07±2.46	11.07±5.41	
大腿前部 (mm)	8.35±3.20	11.23±6.06	
下腿内側部 (mm)	6.29±2.60	8.03±3.42	
6点合計 (mm)	49.07±9.69	58.53±22.75	
新・長座体前屈 (cm)	44.71±4.35	38.38±14.88	
肺活量 (mL)	5177.14±418.00	4690.67±428.81	*
握力・右 (kg)	51.36±6.22	46.86±6.75	
握力・左 (kg)	48.76±6.45	46.25±6.07	
腹筋力 (回/30秒)	31.14±3.13	30.33±3.92	
背筋力 (kg)	162.86±20.54	150.23±26.14	
脚伸展力 (W)	1928.57±319.11	1689.43±318.43	
体重当たり (W/kg)	27.56±4.00	26.00±5.20	
最高酸素摂取量 (L)	3.99±0.37	3.46±0.44	*
体重当たりVO2max (ml/kg/min)	57.99±5.37	55.22±4.56	
最高心拍数 (拍/分)	186.56±6.99	189.21±10.89	

* p<.05

表2 全日本NT群と学連NT群における形態・体力等測定結果（女子）

測定項目	NT (n=6)	学連NT (n=6)
身長 (cm)	163.32±6.88	160.02±6.63
体重 (kg)	57.44±4.75	52.53±7.68
体脂肪率 (%)	18.62±2.02	16.59±2.16
徐脂肪体重 (kg)	46.92±3.68	43.87±5.82
肩甲下部 (mm)	12.83±2.96	10.58±3.26
上腕背部 (mm)	13.83±2.84	11.17±1.63
腹部 (mm)	13.67±5.25	9.92±3.83
側腹部 (mm)	18.00±5.73	13.33±6.23
大腿前部 (mm)	17.58±1.74	15.50±6.75
下腿内側部 (mm)	13.58±3.90	12.33±4.71
6点合計 (mm)	89.50±16.40	72.83±23.81
新・長座体前屈 (cm)	42.83±5.31	48.00±6.52
肺活量 (mL)	3700.00±555.99	3346.67±469.84
握力・右 (kg)	38.75±5.95	31.92±5.75
握力・左 (kg)	35.85±3.60	30.43±7.31
腹筋力 (回/30秒)	28.33±3.78	26.67±4.03
背筋力 (kg)	115.92±21.19	97.58±23.31
脚伸展力 (W)	1285.83±78.34	1204.33±276.24
体重当たり (W/kg)	22.48±2.03	21.17±6.28
最高酸素摂取量 (L)	2.86±0.61	2.48±0.32
体重当たりVO2max (ml/kg/min)	47.84±4.86	46.22±3.85
最高心拍数 (拍/分)	183.64±5.48	187.60±8.65

表3 ミストラル級と470級における形態・体力等の比較（男子）

	ミストラル級 (n=7)	470級 (n=25)	P
身長 (cm)	176.43±4.76	173.96±7.17	
体重 (kg)	69.82±3.18	65.26±7.31	
体脂肪率 (%)	12.11±2.28	12.13±4.56	
徐脂肪体重 (kg)	61.46±3.90	56.87±5.39	*
上腕背部 (mm)	6.29±1.60	6.69±4.21	
握力・右 (kg)	51.36±6.22	53.51±6.82	
握力・左 (kg)	48.76±6.45	51.26±6.07	
腹筋力 (回/30秒)	31.14±3.13	31.00±2.09	
背筋力 (kg)	162.86±20.54	173.50±71.61	
体重当たりVO2max (ml/kg/min)	57.99±5.37	45.41±6.61	*

* p<.05

表4 ミストラル級と470級における形態・体力等の比較（女子）

	ミストラル級 (n=6)	470級 (n=14)	P
身長 (cm)	163.32±6.88	160.79±6.81	
体重 (kg)	57.44±4.75	57.24±6.57	
体脂肪率 (%)	18.62±2.02	22.65±4.21	*
徐脂肪体重 (kg)	46.92±3.68	44.04±4.92	
上腕背部 (mm)	13.83±2.84	14.81±2.43	
握力・右 (kg)	38.75±5.95	35.50±5.59	
握力・左 (kg)	35.85±3.60	33.03±4.90	
腹筋力 (回/30秒)	28.33±3.78	24.00±4.92	
背筋力 (kg)	115.92±21.19	95.80±27.28	
体重当たりVO2max (ml/kg/min)	47.84±4.86	37.85±3.60	*

* p<.05

たち (1997)²⁾ や S. G. Legg たち (1997)⁸⁾ の報告とはほぼ同程度の値であった。S. J. LEGG たち (1997)⁸⁾ は、体重の軽いセイラーは軽い艇種に乗るといったような、体重と艇の選択について関係が深いこと及びクルーやヘルムスマンといったポジションで体重について違いがあると述べている。本

研究の結果から、NT選手がミストラル級の適正体重を保っていることが推察された。同様に徐脂肪体重においてNT群と学連NT群に差が認められること、および、最高酸素摂取量（絶対値）においても差が認められることは、強風下でのパフォーマンスやパンピングを効果的に行う能力に関連しているとも考

えられ、学連NT群では筋量を増加させるようなレジスタンストレーニングの実施や栄養面での改善の必要性が示唆される。

外国人選手の有酸素性作業能力についてみると、G. DeVitoたち (1997)²⁾ の報告では、最高酸素摂取量が男子で 4.50 ± 0.25 l/min (体重あたり 63.6 ± 2.30 ml/kg/min)、女性で 2.80 ± 0.33 l/min (体重あたり 49.2 ± 4.1 ml/kg/min) とあり、本研究で得られた対象選手の $\dot{V}O_2$ maxはこれに比べて男子では低値を示しており、女子ではほぼ同程度の値を示した。Karimたち (2003)⁴⁾ は、軽風域及び中風域におけるオリンピック級のウインドサーフィン選手のパフォーマンスは高い心拍数を維持できる能力に大きなかわりを持っていることを示唆しており、ウインドサーフィンにおけるパフォーマンスはレース中の心拍数と実験室で測定した生理学的指標との関係で示されるような体力レベルに大いに関連していると述べている。これらから、世界レベルで互角に戦うために、特に男子では、有酸素性作業能力の向上も必要であることが示唆される。

B. セーリング競技ミストラル級競技者と470級競技者の比較

ミストラル級の選手は470級の選手と比較して、男子では徐脂肪体重および体重あたりの最大酸素摂取量において優れていた。また、女子選手では体脂肪率が少なく体重あたりの最大酸素摂取量において優れていた。ミストラル級の競技時間は20~60分間程度であり、その間周期的にパンピング動作が繰り返されることにより心拍数が185拍/分程度まで上昇する⁴⁾⁵⁾。このような競技特性から、ヨット競技における470級の選手よりも有酸素性作業能力に優れる結果を示したと考えられる。

玉木たち (1993) は、我が国のヨット競技選手の体力について、他の競技の選手と比較しても、さらに一般人と比較しても特に優れてはいないと述べている¹⁾。また、国際競技力向上といった観点から、高い筋力や全身持久力を有することは、持てる技術を十二分に発揮するための基礎となると考えられている¹⁰⁾。ヨット470級選手とミストラル級選手では

筋力に差がみられず、470級選手のために設定された基準体力値 (男子握力55~57kg, 男子背筋力170~180kg, 女子握力38~40kg, 女子背筋力120~130kg)¹⁰⁾ に満たないミストラルの選手も多いことから、筋力面でも改善が望まれる。

V. まとめ

ウインドサーフィン競技者の体力特性及び競技特性を明らかにすることを目的とし、全国トップクラスの実力を持つ全日本NT、学生トップクラスの実力を持つ学生NTの34名を対象として実験室での基礎体力テストを実施した。また、ウインドサーフィン選手の測定値とセーリング競技470級選手についてこれまでに公表されている測定結果を比較したところ以下のことが明らかになった。

- 1) NT群と学生NT群を比較した結果、男性では体重、体脂肪率、徐脂肪体重、肺活量、最高酸素摂取量(絶対値)においてはNT群が高値を示し、有意差が認められた。一方、女性においては有意な差は認められなかった。
- 2) ミストラル級の選手は470級の選手と比較して、男子では徐脂肪体重が多く、体重あたりの $\dot{V}O_2$ maxにおいて優れていた。また、女子選手では体内脂肪率が少なく体重あたりの $\dot{V}O_2$ maxにおいて優れていた。

今後、ウインドサーフィン競技選手が更なる競技力向上を目指すための、形態・体力測定といった側面から見た要件については、以下のことが考えられた。

- 1) NT群男子では、世界レベルで互角に戦うために、有酸素性作業能力の向上が望まれる。
- 2) 学連NT群男子では、筋量を増加させるようなレジスタンストレーニングの実施や栄養面での改善の必要性が示唆される。
- 3) ウインドサーフィン選手の筋力は決して高いとは言えない状況にあることから、海上練習以外でのレジスタンストレーニングを含めた陸上でのトレーニングを充実させる必要がある。

付記

本研究は、平成14年～平成17年度スポーツトレーニング教育研究センター共同研究「一流ウインドサーフィン競技者の体力測定と競技中の生理的応答」の研究費を受けて行われました。

VI. 文献

1. 榮樂洋光：セーリング競技における競技パフォーマンスの構造化. 鹿屋体育大学修士論文, 2005.
2. G. De Vito, L. Di Filippo, A. Rodio, F. Felici, A. Madaffari : Is the Olympic Boardsailor an Endurance Athlete?, *Int. J. Sports Med.* : 18(4) : 281-284, 1997.
3. 加藤邦大, 柵木聖也, 下條仁士, 吉田章：トップボードセイラーの筋力評価と傷害調査, 日本体育学会第45回大会抄録集：pp486, 1994.
4. Karim Chamari, Imen Moussa-Chamari, Oliver Gary, Mustapha Chaouachi, Donia Koubaa, Chokri Ben Hassen, Oliver Hue : Correlation between heart rate and performance during Olympic windsurfing competition, *European Journal of Applied Physiology* : 89 : 387-392, 1997.
5. 國分俊輔, 千足耕一, 山本正嘉：一流ウインドサーフィン選手（ミストラル級）の体力特性と競技中の生理応答について. *体力科学*51(6) : pp763, 2002.
6. 國分俊介, 楠本恭介, 三森絵里, 千足耕一, 山本正嘉：ウインドサーフィン（ミストラル級）の競技特性をもとに考案した陸上での補強トレーニングの効果—ナショナルチーム入りを果たした E. M. 選手の事例—. *スポーツトレーニング科学* : 4 : 57-61, 2003
7. RADOVAN MEDVED, M. D., GORAN OREB, B. Sc. : Blood lactic acid values in boardsailors, *Journal of Sports Medicine* 24 : 234-237, 1984.
8. S. J. LEGG A. B. MILLER D. SLYFIELD P. SMITH C. GILBERD H. WILCOX C. TATE : Physical performance of elite New Zealand Olympic class sailors, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* : 37(1) : 41-49, 1997.
9. 高倉実：換気性作業閾値からみたボードセーリングの運動強度, 琉球大学教育学部紀要, 第41集 II : 237-245, 1992.
10. 玉木伸和, 木島晃, 日馬雄紀, 斉藤直樹, 宮林達也, 泉一郎：ヨット競技選手の体力(4), 1990年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集, Vol. 1 : 352-359, 1990.
11. 玉木伸和, 野坂和則, 木島晃, 宮林達也, 日馬雄紀：ヨット競技選手の体力(5), 1993年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集, Vol. 1 : 227-229, 1993.
12. 玉木伸和, 木島晃, 日馬雄紀, 斉藤直樹, 宮林達也：ヨット競技選手の体力(3), 1989年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集, Vol. 1 : 372-377, 1989.
13. 玉木伸和, 村松茂, 野坂和則, 木島晃, 日馬雄紀, 斉藤直樹, 上原一之, 栗原茂勝, 松山和興：ヨット競技選手の体力(2), 1987年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集, Vol. 1 : 125-134, 1987.
14. 鶴原清志, 八木則夫, 米川直樹, 小松一憲, 玉木伸和：指導者主導の体力測定の結果, 1997年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集, Vol. 1 : 215-217, 1997.
15. (財)日本セーリング連盟：セーリング競技規則 2005-2008, 2005.