

愛媛大学ボート部員の体格・体力と $\dot{V}O_2\text{Max}$ の水準

杉 山 允 宏

(保健体育研究室)

(昭和62年10月12日受理)

I 緒言

ボート競技は、2,000mの距離をいかに速く漕ぎきるか、約6分間の競技時間内でいかに高い艇速を維持することができるかを競うスポーツである。競技の特性をみると、競技記録に影響を及ぼす基本的な要素は第1に漕手がオールを引くエネルギーの出力であり、第2に推進力を増大させるためにオールを強く、長く引くような全身を使った動作、即ち漕技術である。これらの要素は鍛練や練習によって向上させることが可能である。また、記録は、エネルギー出力や技術的側面によってのみ影響されるのではなく、オール、スライディングシート、ボートの形状、材質などの条件や風、波などの自然環境条件に左右されることが福永^{6) 7)}によって報告されている。

角田²⁸⁾は多くの研究者の報告から、ボート競技の要求する体力要素は、身体的要素として、形態における体格、機能における Energetics の要素（筋力、筋持久力、全身持久力）と Cybernetics の要素（技術－敏捷性、柔軟性などを含む）、それらと精神的要素であることをまとめている。福永^{6) 7)}は、艇速に影響する力学的因子として、ストローク頻度やストローク距離を挙げ、フォワード時やバックワード時の移動距離は、時間、慣性力、質量、抵抗、オールの角度やオールに作用する力等から決まることを報告している。またオールによる機械的エネルギー量の条件について福永⁹⁾は、①身体の形状及び大きさ、②漕手の発揮したエネルギー出力（有酸素的能力及び無酸素的能力）③ローイング技術の三側面を上げボート選手の体力的及び技術的特性を明らかにしている。

本研究は、本学ボート部員の身体の形状及び大きさと有酸素的作業能力の指標とされている最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_2\text{Max}$ ）^{17) - 21)}の水準について国内及び国外の一流選手と比較し、その特徴について明らかにしようとするものである。

II 研究方法

1. 測定項目

形態的側面については、身長、座高、体重、胸囲、上腕囲（伸展位と屈曲位）前腕囲、大腿囲、下腿囲、皮下脂肪厚（上腕背部と肩甲下縁部）、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪体重の14項目、機能的側面については、垂直跳、50m走、握力、屈腕力、背筋力、脚伸展力、全身反応時間、踏台昇降運動、1,500m走、肺活量の10項目と最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_2\text{Max}$ ）^{5) 12) - 15)}に関わる項目として、 $\dot{V}O_2\text{Max}$ 、体重当りの $\dot{V}O_2\text{Max}$ 、最大換気量（ $\dot{V}E\text{Max}$ ）、最高心拍数（HRMax）最高呼吸数（RRMax）の5項目である。

2. 測定方法

体格・体力の測定は一般的に実施されている方法である。³²⁾皮下脂肪厚は榮研式皮厚計を用いた。LBMはBrožecおよび長嶺らの式から求めた。有酸素的作業能の測定は、トレッドミルによるオールアウト走によって行った。被検者を十分に安静にさせた後、トレッドミルの勾配を0%にして、分速160mで2分間の走行でウォーミングアップをさせた後、3分間の休息をとらせた。その後、トレッドミルの勾配を8.6%に固定し、初期の走行速度は、1,500m走時間を目安に被検者毎に決定した。走行終了時間が8分前後となるようにほぼ毎分170mから180mで3分間走行させ、その後1分経過毎に10mずつ増速させオールアウトに追い込む速度漸増負荷法とした。呼気の採集はダグラスバッグ法、O₂及びCO₂濃度は日本電気三栄製の瞬時ガスアナライザー、心拍数は胸部双極誘導法、呼吸数はサーミスター法によって測定記録した。

3. 対 象

愛媛大学ボート部員で1982年から1986年までに在部していた男子学生27名である。年齢は19.3歳から21.5歳であった。

4. 測定時期

1982年から1986年の各年5月の中旬の1週間以内で行った。

5. 測定場所

愛媛大学体育館、400m公認トラックおよび教育学部の運動生理学実習室を使用した。

6. 検 者

検者は著者および体育専攻学生5名である。

Ⅲ 結果

1. 体格・体力について

測定結果は表1に示した。左右の測定可能な項目の値は全て右側の測定値である。但し筋力については平均値とした。日本体育協会等が報告している全日本強化指定選手が測定している項目について、今回の測定項目と対比させたものが図1である。これは全日本強化指定選手の平均値を100%として本学ボート部員との比率で表したものである。先ず形態的側面からみてみると、長育項目の身長は最大値は182.9cm、最小値は158.1cmで平均171.1cmであった。全日本は平均182.2cmであり両者の差は11.1cmとなり本学ボート部員は、6.1%劣っていた。同様に座高は3.9cm、4.0%劣っていた。体重の範囲は52.1kgから81.9kgとなり平均65.2±6.8kgとなり、全日本に比べて13.8kg、17.5%劣っていた。身体各部の周囲径についてみると、胸囲の平均は88.1cmとなり全日本に比べて12.1cm、12.1%劣っていた。上腕囲の伸展位では4.6cm、14.5%、屈曲位では4.1cm、11.8%、前腕囲は2.6cm、8.9%、大腿囲は4.9cm、8.4%、下腿囲では3.7cm、9.3%ほど低い値を示した。皮下脂肪厚の上腕背部は、平均7.9±2.6mmで全日本よりも1.7mm、27.4%高い値を示した。肩甲骨下縁部では同様に、9.3±2.7mmとなり0.8mm、9.4%ほど高い値であった。この両者からBrožec及び長峰らの式から求めた体脂肪率は、平均15.3±

表1 愛媛大学ボート部員の体格・体力測定値 (○印は最大値 △印は最小値 ※印は身障者のため参考値)

測定項目 氏名	形 態 面											
	年 齢 (歳)	1. 身長 (cm)	2. 座高 (cm)	3. 体重 (kg)	4. 胸囲 (cm)	5. 上腕囲 (伸展位) (cm)	6. 上腕囲 (屈曲位) (cm)	7. 前腕囲 (cm)	8. 大腿囲 (cm)	9. 下腿囲 (cm)	10. 皮下脂肪厚 上腕 (mm)	11. 肩甲骨 (mm)
1. 関 谷	20.5	△158.1	84.5	56.0	85.1	25.4	29.3	24.8	52.1	33.0	9.5	13.0
2. 小 林	19.4	172.2	93.2	60.0	85.8	25.7	29.1	24.6	△49.0	34.4	5.0	8.0
3. 藤 山	20.6	170.3	93.9	58.4	85.3	27.2	30.4	26.4	49.5	34.3	4.0	7.5
4. 田 中	19.8	175.7	95.2	72.2	94.7	29.1	32.3	27.6	54.2	36.3	5.5	10.0
5. 木 村	△19.3	172.5	91.4	67.5	90.3	28.5	32.5	27.3	55.8	35.3	5.0	7.5
6. 巽	19.5	174.4	92.5	61.6	87.1	24.9	29.0	24.5	51.8	33.7	8.5	8.5
7. 大久保	19.6	167.0	91.2	65.2	90.0	27.0	30.1	27.5	57.0	36.5	6.0	8.0
8. 柳 井	20.6	177.1	94.1	73.4	94.4	29.3	32.3	27.7	55.3	38.0	5.5	8.5
9. 柳 瀬	20.9	172.7	95.2	72.2	90.0	28.2	33.1	28.3	56.5	38.5	7.5	10.0
10. 大 西	20.3	172.5	95.4	68.2	85.5	24.0	27.6	25.8	56.9	38.5	7.0	8.5
11. 武 田茂	19.6	170.1	93.4	64.8	90.0	28.2	31.9	27.3	56.7	39.0	11.5	10.0
12. 矢 原	19.4	170.2	92.6	60.2	85.9	26.6	29.9	24.5	51.5	34.3	11.5	9.0
13. 斉 藤	20.7	169.5	91.3	59.8	81.5	25.8	30.2	25.5	53.4	33.4	7.5	7.0
14. 乾	20.3	○182.9	○101.5	74.2	90.1	27.5	32.0	27.0	53.7	35.9	4.5	10.0
15. 武 田新	19.8	162.1	87.2	56.1	87.3	26.7	30.0	24.8	51.5	34.0	8.0	10.5
16. 堀 家	19.9	166.4	92.9	57.9	82.3	24.9	29.0	25.8	50.3	36.2	△ 4.2	△ 6.1
17. 広 田	21.0	174.9	95.2	66.0	87.0	25.8	28.7	24.9	53.2	36.9	○12.5	9.5
18. 相 原	19.8	177.3	96.2	65.8	82.2	26.2	29.2	26.5	51.9	36.6	11.0	13.0
19. 岡 田	19.8	159.1	△ 83.6	△52.1	△ 80.4	△23.8	△27.6	△23.2	49.1	△32.3	6.8	7.0
20. 岩 田	19.5	171.3	88.2	70.2	87.4	28.6	31.7	27.0	55.9	37.0	8.5	8.3
21. 河 村	20.7	169.6	92.0	67.3	90.8	27.6	31.2	26.7	53.9	36.8	9.2	10.0
22. 藤 岡	△19.3	163.0	88.6	62.0	86.5	28.1	31.4	25.5	53.1	33.6	9.5	9.0
23. 浪 花	19.6	172.8	92.8	67.4	89.1	27.3	29.7	26.5	53.0	37.0	8.0	7.5
24. 畑 中	19.8	180.0	95.9	74.0	96.1	27.5	30.3	26.4	55.1	38.7	○12.5	8.0
25. 高 智	20.4	174.7	92.7	62.0	86.8	26.6	29.3	24.6	50.7	34.1	7.0	7.4
26. 加 藤	19.8	174.1	92.5	63.0	86.6	26.2	30.1	26.0	52.3	35.0	5.5	8.0
27. 鍋 島	○21.5	168.2	91.8	○81.9	○100.0	○33.8	○36.5	○30.0	○61.1	○41.5	11.0	○20.0
mean	20.1	171.1	92.4	65.2	88.1	27.1	30.5	26.5	53.5	36.0	7.9	9.3
σ	0.6	5.8	3.7	6.8	4.5	2.0	1.9	2.5	2.8	2.2	2.6	2.7

愛媛大学ボート部員の体格・体力とVO₂Maxの水準

氏 名	形 態 面			機 能 面								
	12. 体脂肪率 (%)	13. 体脂肪量 (kg)	14. 除脂肪体重 (kg)	15. 垂直跳 (cm)	16. 50m走 (sec)	17. 握力 (kg)	18. 屈腕力 (kg)	19. 背筋力 (kg)	20. 脚伸展力 (kg)	21. 全身反応時間 (msec)	22. H S T (Point)	23. 1500M R U M (sec)
1. 関 谷	18.8	10.7	46.3	58.0	—	47.2	24.2	158	57.5	—	69.2	—
2. 小 林	12.7	7.7	53.0	△51.0	△7.8	49.5	23.4	167	△ 56.5	—	102.3	335
3. 藤 山	11.7	7.0	52.6	58.5	7.5	53.0	29.0	139	61.5	—	100.0	293
4. 田 中	14.6	10.6	61.8	—	7.0	○65.0	28.5	218	81.5	—	98.9	293
5. 木 村	12.4	8.4	59.6	68.0	○6.9	64.0	28.5	170	82.0	—	○103.4	299
6. 巽	15.3	9.4	52.1	53.0	7.4	43.0	23.4	155	66.0	—	78.3	319
7. 大久保	13.3	9.0	58.4	57.5	—	50.8	25.7	218	98.0	—	—	—
8. 柳 井	13.0	9.5	○63.4	58.5	7.3	54.9	27.4	243	97.5	309	78.3	319
9. 柳 瀬	15.6	11.2	60.6	52.2	7.5	57.5	25.4	144	67.0	348	94.7	295
10. 大 西	14.3	9.8	58.4	※47.0	※8.5	※37.5	※20.8	※127	60.0	※428	94.7	※413
11. 武 田茂	18.2	13.0	58.3	△51.0	7.6	45.4	22.2	171	80.0	334	84.9	329
12. 矢 原	17.5	10.6	50.0	55.0	7.5	49.0	18.8	183	72.0	348	68.7	338
13. 斉 藤	13.7	18.3	△42.4	56.5	7.4	49.6	25.7	178	○102.0	326	59.6	315
14. 乾	13.7	10.3	64.9	52.2	7.5	56.4	26.5	214	86.5	322	79.6	323
15. 武 田新	16.2	9.4	48.5	54.0	7.3	44.8	24.6	150	95.0	△360	76.9	325
16. 堀 家	△11.0	△ 6.4	51.5	52.0	7.0	49.7	21.9	160	84.5	322	67.2	318
17. 広 田	18.5	12.2	53.7	56.0	△7.8	48.5	21.2	150	66.5	310	60.8	△364
18. 相 原	19.8	13.1	53.0	57.0	7.6	47.7	21.4	143	71.5	332	△ 55.2	362
19. 岡 田	13.2	7.0	46.2	54.0	7.5	△34.0	△17.6	△120	72.5	349	56.6	306
20. 岩 田	15.1	10.6	59.2	○72.0	7.3	54.5	23.5	157	79.0	353	70.9	302
21. 河 村	16.7	11.3	56.4	57.0	7.5	49.0	24.1	165	94.0	○272	78.9	283
22. 藤 岡	16.2	10.0	51.5	63.0	7.4	52.5	24.7	160	85.0	360	81.1	293
23. 浪 花	14.3	9.7	58.3	58.0	7.3	48.3	20.6	129	79.0	329	92.7	316
24. 畑 中	17.5	13.2	61.8	56.0	7.4	52.5	20.4	213	81.0	331	76.3	303
25. 高 智	13.6	8.4	53.7	63.0	7.1	50.0	26.1	144	66.3	—	76.3	320
26. 加 藤	13.0	8.3	55.7	55.0	7.1	55.5	○30.2	164	80.3	347	97.8	○276
27. 鍋 島	○24.5	○20.0	61.5	△51.0	7.5	64.3	28.6	○263	91.0	352	76.9	326
mean	15.3	10.6	55.3	56.8	7.4	50.9	23.5	170.5	78.5	333.6	80.0	318.6
σ	2.9	3.1	5.7	5.2	0.2	7.1	5.2	35.8	13.1	22.0	14.5	29.2

2.9%となり全日本に比べて、4.2%比率にして37.8%，高い値を示した。体脂肪量は $10.6 \pm 3.1\text{kg}$ で、1 kg、10.4%高い値であった。除脂肪体重（L B M）は平均 $55.3 \pm 5.7\text{kg}$ となり全日本に比べて15.3 kg、21.7%低い値を示した。

次に機能的側面の筋力についてみると、握力の平均は $50.9 \pm 7.1\text{kg}$ となり19.1 kg、27.2%ほど全日本よりも劣っていた。同様に屈腕力は $23.5 \pm 5.2\text{kg}$ 、14.6 kg、38.3%，背筋力は $170.5 \pm 35.8\text{kg}$ 、47.5 kg、21.8%，脚伸展力は $78.5 \pm 13.1\text{kg}$ 、7.5 kg、8.7%ほど全日本よりも劣っていた。瞬発力をみた垂直跳の平均は $56.8 \pm 5.2\text{cm}$ を示し、7.0 cm、11.0%ほど全日本よりも劣っていた。50 m走の平均は7.4秒となり日本人の平均値を上まわっていた。肺機能をみた肺活量は、平均4,736ccとなり全日本の値に比べて1,345cc、22.1%低い値を示した。呼吸循環機能の測定項目である踏台昇降テストは、55.2点から103.4点の範囲で平均80.0点となり、日本人の平均値を大きく上まわっていた。パフォーマンスとしての1,500 m走時間は最高が276秒、最低が413秒で平均318.6秒であり日本人の平均値よりも極めて高い値を示した。

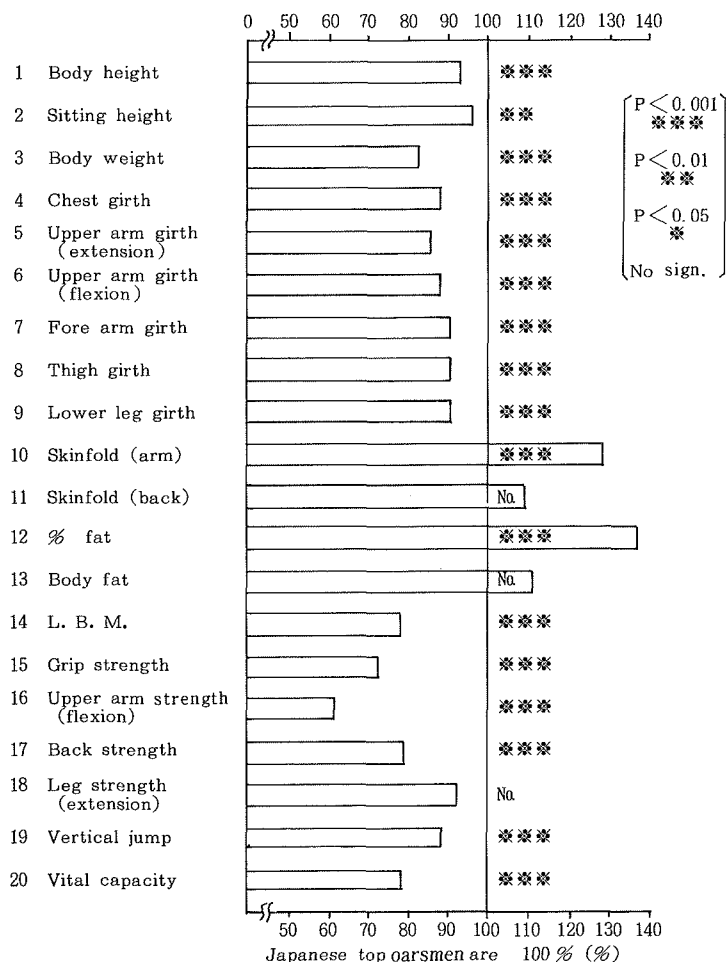


Fig 1 Comparison between physical fitness of Japanese top oarsmen and that of students of Ehime University boat club

以上、体格・体力面の平均値および全日本強化選手との差、比率をみてきたが、形態的側面では皮下脂肪厚の中の肩甲骨下縁部と体脂肪量の2項目、機能的側面では脚伸展力だけに有意差が認められなかった。これら3項目以外は全て高い有意水準で有意差が認められ、本学ボート部員が高い値を示した項目は上腕背部皮下脂肪厚と体脂肪率の2項目であった。

表2 $\dot{V}O_2\text{Max}$ に関わる呼吸循環機能
(○印は最大値 △印は最小値)

氏 名	$\dot{V}E\text{Max}$ (l/min)	$HR\text{Max}$ (b/min)	$RR\text{Max}$ (f/min)	$\dot{V}O_2\text{Max}$ (l/min)	$\dot{V}O_2\text{Max}/w$ (ml/kg/min)
1 関 谷	105.58	195.0	66.3	3.47	62.0
2 小 林	133.16	196.7	64.4	3.71	61.8
3 藤 山	111.67	201.0	64.4	3.72	63.7
4 田 中	133.16	○208.1	56.9	5.10	○70.6
5 木 村	138.22	182.6	71.8	4.71	69.8
6 巽	109.40	191.6	76.3	3.58	58.1
7 大久保	126.44	194.9	61.8	4.36	66.9
8 柳 井	151.34	188.2	67.4	4.72	64.3
9 柳 瀬	143.28	194.0	84.1	4.80	66.5
10 大 西	137.39	186.9	75.3	4.34	63.6
11 武 田	151.75	196.0	59.8	4.12	63.6
12 矢 原	120.27	195.5	65.3	4.06	67.4
13 斉 藤	127.24	188.3	○87.2	3.74	62.5
14 乾	129.76	△178.4	△45.3	4.62	62.3
15 武 田新	128.41	187.0	63.3	3.74	66.7
16 堀 家	133.16	201.6	71.7	3.90	67.4
17 広 田	114.40	194.2	53.8	△3.06	△46.4
18 相 原	116.61	191.9	65.9	3.91	59.4
19 岡 田	△ 98.53	202.1	79.4	3.47	66.6
20 岩 田	138.59	198.2	66.9	4.78	68.1
21 河 村	130.37	188.0	48.2	4.57	67.9
22 藤 岡	114.87	186.2	55.3	4.28	69.0
23 浪 花	109.65	197.3	48.8	4.35	64.5
24 畑 中	150.10	199.1	45.4	4.96	67.0
25 高 智	118.92	201.1	53.4	3.31	53.4
26 加 藤	114.99	193.0	56.4	4.00	63.5
27 鍋 島	○154.98	189.5	64.9	○5.26	64.2
平 均	127.49	193.6	63.7	4.17	64.0
α	15.28	6.7	11.1	0.58	5.1

2. 有酸素的作業能（最大酸素摂取量 $\dot{V}O_2\text{Max}$ ）

表2は $\dot{V}O_2\text{Max}$ 出現時の各項目の測定値を示したものである。

最大換気量（ $\dot{V}E\text{Max}$ ）は98.53l/分から154.98l/分の範囲にあり平均は127.491±15.281/分であった。最高心拍数（ $HR\text{Max}$ ）は最高値が208.1拍/分、最低値が178.4拍/分を示し、平均193.6拍/分であった。最高呼吸数（ $RR\text{Max}$ ）は、45.3回/分から87.2回/分の範囲で、平均

63.7回/分を示していた。各被検者のこれらの値及び呼吸商 (R Q) は、全て1.0以上の値を示していることから全被検者の $\dot{V}O_2\text{Max}$ は有効な値であると判断した。 $\dot{V}O_2\text{Max}$ の値についてみると、最大値は5.26l/分、最小値は3.06l/分となり平均 4.17 ± 0.58 l/分であった。体重当りでみると、46.4ml/kg/分から70.6ml/kg/分の範囲にあり、平均 64.0 ± 5.1 ml/kg/分であった。

表3 愛媛大学ボート部員と一流ボート選手の体格及び $\dot{V}O_2\text{Max}$ の比較

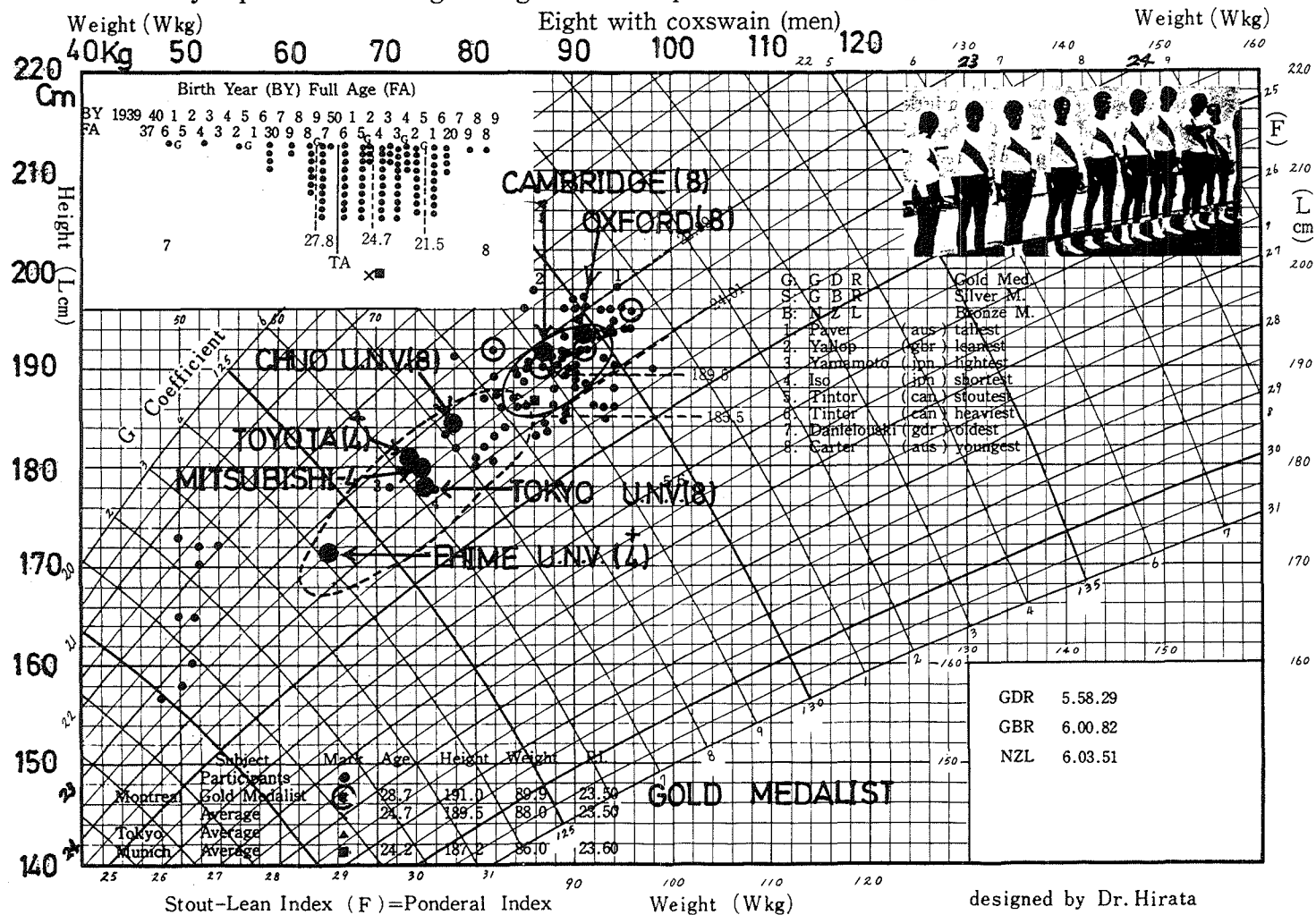
Items	Age	Body height	Body Weight	Maximum Oxygen Intake	
	years	cm	kg	l/min	ml/kg/min
Ehime U. N. V. Oarsmen	20.1 ± 0.6	171.1 ± 5.8	65.2 ± 6.8	4.17 ± 0.58	64.0 ± 5.1
Tokyo U. N. V. Oarsmen	20.6 ± 0.8	178.0 ± 7.7	70.8 ± 4.2	4.51 ± 0.46	63.8 ± 6.5
Japanese top Oarsmen	22.3 ± 2.8	182.7 ± 3.1	76.7 ± 4.7	4.90 ± 0.36	64.2 ± 6.0
Japanes top Oarswomen	19.7 ± 0.9	164.1 ± 4.8	62.9 ± 5.7	2.87 ± 0.30	46.2 ± 7.3
Korea top Oarswomen	19.8 ± 0.9	170.7 ± 3.4	71.7 ± 4.2	3.23 ± 0.46	45.0 ± 5.6
Miss A. Mouri(Ehime U. N. V.)	19.7	158.5	58.0	2.66	45.9

表3は本学ボート部員とT大学及び全日本強化指定選手の $\dot{V}O_2\text{Max}$ の平均値を比較したものである。絶対値としての $\dot{V}O_2\text{Max}$ は全日本は 4.90 ± 0.36 l/分であり、本学ボート部員よりも、0.73l/分、14.9%ほど高く0.1%水準で有意差がみられたが、体重当りでは、差がみられなかった。

IV 論議

1987年8月27日から30日の間に戸田オリンピックコースで第65回全日本選手権競漕大会（その2）、第14回全日本大学選手権競漕大会（その2）および第27回オックスフォード盾レガッタが開催された。³³⁾ この大会に参加したオックスフォード大学エイトのクルーの平均身長は193.4cm、平均体重は90.9kg、平均年齢は23.1歳、ケンブリッジ大学のエイトクルーは同様に、191.8cm、86.8kg、22.3歳であった。日本選手権で優勝した中央大学エイトクルーの平均身長は184.0cm、体重は76.6kg、年齢は20.5歳であった。全日本大学選手権で優勝した東京大学エイトクルーは、同様に178.0cm、74.3kg、22.0歳であった。舵手つきフォアでは、日本選手権で優勝したトヨタ自動車のクルーが181.2cm、73.7kg、22.5歳、舵手なしフォアでは、三菱ボートクラブクルーが、180.0cm、74.0kg、24.0歳であった。全日本大学選手権に出場

Fig. IV-8 Physique Evaluating Diagram of Sportsmen and Athletes in the world



準決勝に進出した本学ボート部員舵手つきフォアのメンバーは、表1の畑中、河村、岩田、浪花で、平均身長は173.4cm、体重70.1kgであった。図2は、平田欽逸³⁴⁾がオリンピックボート競技エイトに出場した世界の一流選手の身長と体重からみたPonderal index (Livi 指数)を示したものである。これに前述の選手の値をプロットしてみた。この図から、ミュンヘン大会における出場選手の平均身長は、187.2cm、体重は86.0kg、年齢は24.2歳、Livi指数は23.60であった。

同様にモントリオール大会では、189.5cm、88.0kg、24.7歳、23.50であり、この時のGold Medalistは、191.0cm、89.9kg、28.7歳、23.50であることを報告している。

Mellerowicz たちは、1965年に平均年齢23.3歳のボート選手の平均身長は、191.3 \pm 4.5cm、体重は95.6 \pm 4.4kg、Hagerman たちは1971年のU S Aの選手の身長は189.7 \pm 5.2cm、体重は87.7 \pm 4.9kg、1975年には191.7 \pm 3.6cm、87.2 \pm 5.9kg等多くの外国選手の体格に関する報告がみられる。このように世界一流ボート選手は、身長が180cm \sim 200cmの範囲で平均190cmあること、体重が85kg \sim 95kgの範囲で平均90kg近くであり、Livi指数はほぼ23.5で身体充実指数は極めて良好であることが明らかである。我が国の一流ボート選手は国際的な一流選手よりも身長で10cm、体重で10kg有意に劣っている。愛媛大学ボート部員は全日本一流選手よりも更に、身長で10cm、体重で10kg有意に劣っていた。身長と体重とのバランスは、Livi指数が23.0 \sim 24.0の間に全てのボート選手が入っていることから理想的な体格・体型をしていることが明らかである。その他の体格・体力に関する測定項目についてみると、1984年に日本体育協会スポーツ科学研究報告書の第23回ロサンゼルスオリンピック大会日本代表選手健康診断・体力測定報告の漕艇選手は従来の日本一流漕艇選手と変化はみられないことから本学ボート部員と比べてみるとほとんどの項目で有意に優れていることが明らかとなった。しかし、上腕背部の皮下脂肪厚と体脂肪率は本学ボート部員の方が有意に高いが、体脂肪量に有意差がみられなかったことから上腕部の脂肪量を減少させることが必要と思われる。また脚伸展力は全日本よりもやや低く有意差がみられなかったがローイング動作形式による脚筋力の測定比較が必要と思われる。

次に有酸素的作業能力の指標とされている最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\text{Max}$) について多くの報告と比較してみよう。

ボート選手の $\dot{V}O_2\text{Max}$ の測定法は treadmill, bicycle ergometer 及びローイング動作様式による rowing ergometer による3つの方法がある。これら三者の測定方法の違いによる、 $\dot{V}O_2\text{Max}$ 測定値の差が問題とされているが、Garey³¹⁾やCunningham⁴¹⁾たちの報告によると、ほぼ一致することを報告している。本実験の場合Treadmillを使用し、全ての部員が6分 \sim 8分⁸¹⁾でAll-outとなり士気も極めて高い状態であった。図3は全日本の強化指定選手、東京大学ボート選手及び本学ボート部員の $\dot{V}O_2\text{Max}$ を比較したものである。また他の競技の選手の値も資料から加えてみた。これをみると全日本強化指定選手は、4.6l/分から5.3l/分東京大学選手は4.1l/分から5.1l/分、本学ボート部員は3.6l/分から4.8l/分の間に分布し絶対値としての $\dot{V}O_2\text{Max}$ は有意に劣っていた。しかし体重当りの $\dot{V}O_2\text{Max}$ は、全日本が64.0ml/kg/分、63.8ml/kg/

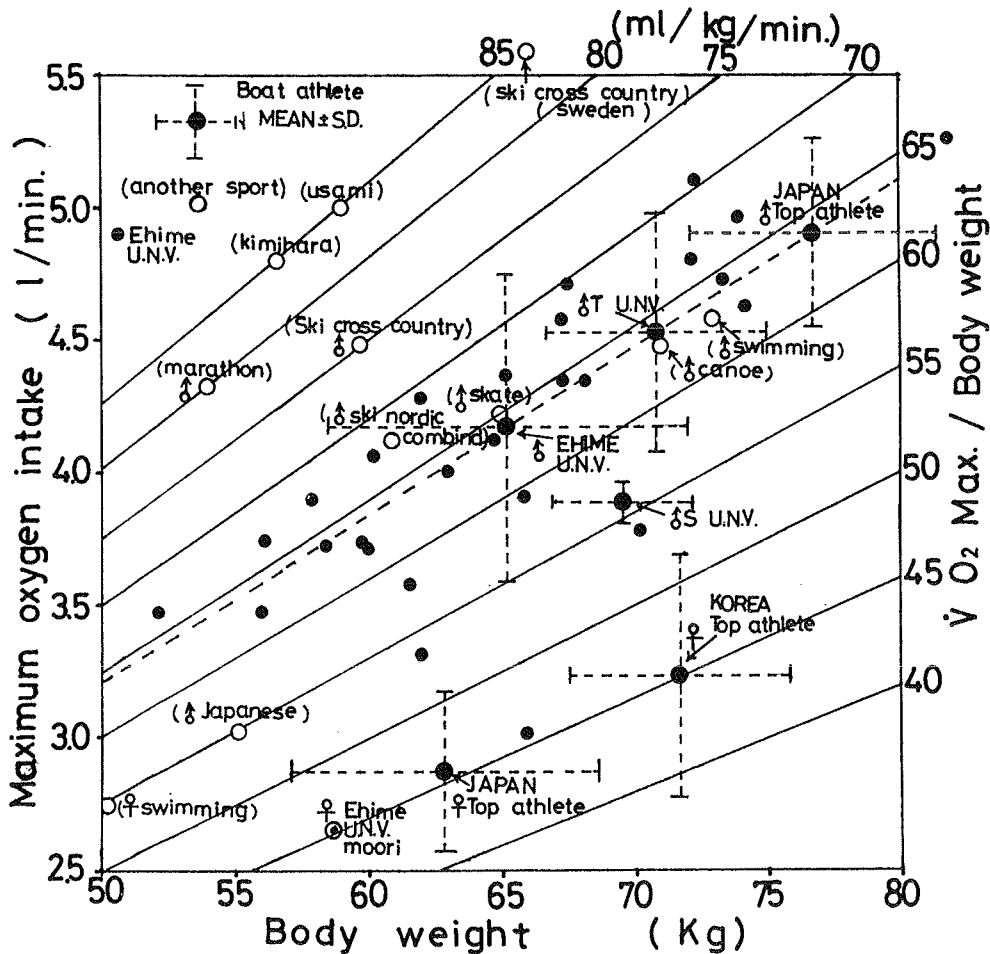


Fig.3 $\dot{V}O_2$ Max. of boat athletes

図3 ボート選手の $\dot{V}O_2$ Maxの水準

分, 64.2ml/kg/分となり, ほぼ64ml/kg/分であり, 有意差がみられないことが明らかとなった。世界の一流選手の報告によると, Mellerowicz²³⁾らは 5.90 ± 0.08 l/分, 61.83 ± 3.5 ml/kg/分, Di. Prampero⁵⁾らは 5.01 ± 0.22 l/分, 59.05 ± 3.00 ml/kg/分, Carey³⁾たちは 5.34 ± 0.13 l/分, 59.33 ml/kg/分, Jackson¹⁵⁾たちは 6.23 l/分, 67.72 ml/kg/分, Hagerman¹⁹⁾たちは 5.07 l/分, 71.1 ml/kg/分の結果が得られている。このように世界一流ボート選手の $\dot{V}O_2$ Maxは5l/分台であり, 体重当りでは, 60ml/kg/分台である。黒田たちの報告にあるロサンゼルスオリンピック日本代表選手の $\dot{V}O_2$ Maxは漕艇選手は他の競技選手よりも極めて高いことが明らかである。しかし, 自転車のロード選手, スキーのクロスカントリーの選手及び, マラソンのUsami, Kimi-

hara に比べると低い。これらの原因については、ボート選手の体重が大きいため、体重当りでは低くなることが考えられる。

最近の研究の動向として持続的能力を必要とするスポーツ種目では有酸素的な作業能力だけでなく無酸素的運動の持続が重要視され無酸素的作業間値 (A T) の水準を高めるトレーニングが必要であるといわれている。^{(8) (24) (30) (31) (36)} マラソンやサッカー、ラグビー等の球技にしても $\dot{V}O_2\text{Max}$ に対する強度の比率や、A T 出現の時期を問題にしている。ボート競技は 6 分前後の持続的運動であり、スタートダッシュ、中間ローイング、ラストスパート時におけるこれらの水準をどれくらいに維持するかは重要な問題であろう。角田は、一流ボート選手の 2000 m 競漕において発揮するエネルギー量は約 30 kcal/分、酸素の量にして 6 l/分となり、そのうち 20% が無酸素的なものとすれば各分毎に酸素 4.8 l を摂取し、1.2 l を酸素負債で補わなければならず、 $\dot{V}O_2\text{Max}$ は最低で 4.8 l/分、6 分間で 2000 m を漕ぎ切るとして最大酸素負債量は最低で 7.2 l 必要であり、これらの値が一流ボート選手に要求される最大酸素摂取量、最大酸素負債量の最低水準ということになるのであろうと述べている。

一方、体格や有酸素的作業能と競技成績との関連については、山川や石河の報告にあるように有意な相関関係がみられるところから身体の高さや $\dot{V}O_2\text{Max}$ の水準が高いことが有利な条件となろう。ボート競技はゲーム形式からみれば、漕手とオール、漕手とスライディングシートといった man to machine system、オールと艇、オールと水、艇と波といった machine to machine system、そしてシングルスカルを除けば漕手と漕手との協調性という man to man system といった全ての system が連関しており、各 system に内在する体格・体力、機械的効率及び技術的側面の向上が極めて重要となろう。^{(35) (16)}

V 要約

愛媛大学ボート部に所属する年齢 19.3 歳から 21.5 歳までの男子部員 27 名の体格・体力および最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\text{Max}$) の水準について、国内外の一流ボート選手と比較し、その特徴を検討した。結果は次のように要約される。

1. 本学ボート部員の平均身長及び平均体重は 171.1 ± 5.8 cm, 65.2 ± 6.8 kg となり、オリンピック選手よりも平均 20 cm, 20 kg, 全日本強化選手よりも 10 cm, 10 kg 劣っており、0.1% 水準で有意差が認められた。
2. 同様に胸囲, 上腕囲, 前腕囲, 大腿囲及び下腿囲は全日本強化指定選手よりも 10~15% 劣っており、0.1% 水準で有意差が認められた。
3. 握力, 屈腕力及び背筋力は 22%~38% ほど 0.1% 水準で有意に劣っていたが脚伸展力には有意差が認められなかった。
4. 最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\text{Max}$) の平均は、 4.17 ± 0.58 l/分となり 0.73 l/分, 14.9% 劣り 0.1% 水準で有意差が認められたが、体重当りでは 64.0 ± 5.1 ml/kg/分となり有意差は認められなかった。
5. 本学ボート部員は身体の形状および大きさは一流選手より有意に劣るが、有酸素的作業能力はボート選手に適した高い水準にあることが明らかとなった。

参 考 文 献

- 1) Åstrand, P.-O., and B Saltin : Maximal Oxygen Uptake and Heart Rate in Various Types of Muscular Activity, *J. Appl. Physiol.*, 16 : 977 1961b.
- 2) 浅見俊雄, 足立長彦, 山本恵三, 生田香明 : ローイング技術の生理学的分析, 日本体育学会大28回大会号, 306, 1977.
- 3) Carey, P., M. Stensland, and L.H. Hartley : Comparison of oxygen uptake during maximal work on the treadmill and the rowing ergometer. *Medicine and Science in Sports* 6, (2) 101-103, 1974.
- 4) Cunningham, P. A. P. B. Goode, and J. B. Critz : Cardiorespiratory response to exercise on a rowing and bicycle ergometer. *Medicine and Science in Sports* 7, (1) 37-43, 1975.
- 5) Di Prampero, P. E., G. Cortili, F. Celentano, and P. Cerretelli : Physiological aspects of rowing. *J. Appl. Physiol.* 31, (6): 853-857, 1971.
- 6) 福永哲夫 : ローイング運動のバイオメカニクス, *J.J. Sports Science*, 3-10, 765-771, 1984.
- 7) 福永哲夫 : 漕艇競技における競技力向上とバイオメカニクス, 日本体育学会第38回大会号, 480, 1987.
- 8) 福永哲夫, 山本恵三, 松尾彰文 : I. 選手の体力から競技記録を推定する, 昭和60年度日本体育協会スポーツ医科学研究報告No 3 漕艇, 29-33, 1985.
- 9) 福永哲夫, 山本恵三, 松尾彰文, 小野晃 : I. ローイング運動のバイオメカニクスの研究, 昭和59年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, No II. 競技種目別競技力向上に関する研究, 83-89, 1984.
- 10) Davis J. A., et al : Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. *J. Appl. Physiol.*, 46, 1039-1046, 1979.
- 11) Gollnick, P. D., et al : Effect of training on enzyme activity and fiber composition of human skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.*, 34, 107-111, 1973.
- 12) Hagerman, F. C. and W. D. Lee : Measurement of oxygen consumption, heart rate, and work output during rowing. *Medicine and Science in Sports*, 3, (4) 155-160, 1971.
- 13) Hagerman, F. C., J. A. Gault, M. F. Connors, and G. R. Hagerman : A summary of physiological testing at the 1974 U.S. national rowing camp. *The Oarsman* pp 34-37 May/June, 1975.
- 14) Hagerman, F. C., W. W. Addington, and E. A. Gaensler : Severe steady state exercise at sea level and altitude in Olympic oarsmen. *Medicine and Science in Sports*, 7, (4) 275-279, 1975.
- 15) Hagerman G. R., F. C. Hagerman, J. A. Gault, and W. Polinski : A physiological analysis of the 1975 national light weight crews. *The Oarsman* pp. 6-9, July/August, 1977.
- 16) 石河利寛, 山川純, 御子柴紀子, 伊藤幸子 : 漕艇選手の体力測定—日本選手と外国選手の比較—. 昭和38年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1963.
- 17) 黒田善雄, 塚越克己, 雨宮輝也, 鈴木洋児, 伊藤静夫 : 大学ボート選手の13ヶ年(1962~1974)にわたる体力推移, 昭和49年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, No XI, 1974.
- 18) 黒田善雄, 塚越克己, 雨宮輝也, 伊藤静夫, 北嶋久雄 : 第21回モントリオールオリンピック日本代表選手体力測定報告. 昭和50年度日本体育協会スポーツ科学研究報告No XII, 1975.
- 19) 黒田善雄他 : 第23回ロサンゼルス・オリンピック大会日本代表選手健康診断・体力測定報告, 昭和59年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, No VI, 1~35, 1984.
- 20) 黒田善雄他 : 日本人一流競技選手の最大酸素摂取量, 第一報, 日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1968.
- 21) 黒田善雄他 : 日本人一流競技選手の最大酸素摂取量並びに最大酸素負債量, 第二報, 日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1-27, 1972.
- 22) Mader, A. und W. Hollmann : Die Bedeutung der stoffwechsel leistungsfähigkeit des Elite-Ruderers in Training und in Wettkampf. *Beihett zu Leistungssport*, 9, 7-62, 1977.
- 23) Mellerowicz, H. und G. Hansen : Sauerstoffkapazität und andere spiro-ergometrische Maximalwerte der Ruder-Olympiasieger in Vierer mit St. vom Berliner Ruderclub. *Sportarzt und Sportmedizin*, 16, (5) 188-191, 1965.
- 24) 根岸 正 : “漕艇選手はA Tを高めよ”という考え方, *J.J. Sports. SCI.* 3-10, 1984.
- 25) 杉山允宏 : ボート部学生の体格・体力に関する研究, 第1報, 体格・体力および $\dot{V}O_2\text{Max}$ の水準, 日本体

- 育学会第38回大会号, 623, 1987.
- 26) 萩原仁, 調枝孝治: 人間の知覚-運動行動, 不味堂, 1975.
- 27) 萩原仁, 調枝孝治: 知覚-運動行動のシステム分析, 不味堂, 1976.
- 28) 角田俊幸: ボート競技における適性, 体育の科学. Vol28. No11. 809-815, 1978.
- 29) Volker Nolte: 日本漕艇競技のスポーツ科学からの考察. -日本の漕艇トレーニングに対する提言-, J. J. Sports. Sci. 3-10, 772-782, 1984.
- 30) 山本恵三, 松尾彰文, 小野 晃, 福永哲夫: II 漕艇選手の体力と技術特性(トレーニングすべきポイント) 昭和58年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, No II, 競技種目別競技力向上に関する研究, 218-225, 1983.
- 31) 山本恵三, 松尾彰文, 小野晃, 福永哲夫: 漕艇選手の $\dot{V}O_2\text{Max}$ と A T について, 昭和58年度, 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告No II 競技種目別競技力向上に関する研究, 225-233, 1983.
- 32) 東京都大学身体適性学研究室編: 日本人の体力標準値, 第三版, 不味堂, 1980.
- 33) 社団法人日本漕艇協会: 第65回全日本選手権競漕大会 (その2), 第14回全日本大学選手権競漕大会 (その2), 第27回オックスフォード盾レガッタプログラム, 1987.
- 34) Hirata, K. : Selection of Olympic Champions Volume (1) 275, Taiyosha, 1979.
- 35) 山川 純, 石河利寛, 伊藤幸子: ボート選手の体力測定とその評価について, 昭和37年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1962.
- 36) 山本正嘉: エネルギー供給能力からみたハイパワーの持続能力, 日本体育協会第38回大会号, 477, 1987.