

# 学生相撲選手の体力科学的研究-主に全身持久性について-

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 明治大学人文科学研究所 公開日: 2012-05-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 桑森, 真介, 佐藤, 隆 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10291/11967">http://hdl.handle.net/10291/11967</a>

# 学生相撲選手の体力科学的研究

—主に全身持久性について—

桑 森 真 介      佐 藤      隆

# 目 次

I. はじめに .....	1
II. 測定方法 .....	2
A. 日時・場所.....	2
B. 被 験 者.....	2
C. 測定項目および方法.....	3
III. 結果および考察 .....	4
A. 一般成人男子との比較.....	7
B. 肥満者との比較.....	8
C. 他のスポーツ選手との比較.....	12
IV. ま と め .....	15

# 学生相撲選手の体力科学的研究

——主に全身持久性について——

桑 森 真 介      佐 藤      隆

## I. は じ め に

スポーツ選手が体力トレーニングを実施する場合、まず、体力測定により個々人の体力の実態を把握し、その体力が全体的に高いレベルにあるかどうか、また、特にその競技に必要な体力が十分なレベルに達しているかどうかを調べ、このような資料をもとにしてトレーニング内容を決定するという順序ですすめてゆくのが好ましい方法といえる。

近年、各スポーツ種目ごとに、上述のような科学的トレーニングのための基礎的な研究は多くみられる。しかしながら、このような研究がいまだ充分とはいえない種目もいくつかみられ、特に相撲競技に関しては、最近では、小川らのグループによる研究<sup>8)9)10)14)27)29)34)35)36)37)40)41)46)</sup>、近藤らによる研究<sup>16)17)18)</sup>、中西と筆者らによる研究<sup>30)</sup>などが報告されているものの、それら以外にはあまりみられない。

従来より相撲競技では、主に「しこ」、「てっぽう」などの伝統的な練習方法が補強運動として採用され、科学的トレーニングは特に必要とされてこなかった。このように、指導の現場で体力トレーニングが軽視されてきたということが、前述したような相撲競技における体力科学的研究の遅れの原因となっているのかもしれない。

しかしながら、最近では、相撲競技者の中にもウェイトトレーニング等の科学的根拠に基づいた体力トレーニングを補強運動に取り入れているもののがかなり増えてきており、プロの相撲部屋や高校、大学等のアマチュアの相撲道場にもトレーニング機器を整えているところがいくつかみられるようになってきた。

このような現状は、相撲競技の近代化という観点からは好ましいことであろう。しかし、どのようなトレーニングが競技力向上に有効であるのか、あるいは、どの程度のレベルを目標としてトレーニングを実施すればよいのかなどが明らかにされておらず、いまだ相撲競技における最適なトレーニング方法が確立されているとはいえない。

相撲競技に適したトレーニング法を確立するためには、まず、相撲競技者の体力の実態および特徴等を明らかにする必要がある。

従来より、相撲競技者の体格や体力を測定し検討考察を加えた研究はいくつかみられるが、その多くは相撲競技者の体格、すなわち形態の側面について論じている<sup>4)16)17)18)19)25)39)41)48)44)46)50)</sup>。最近では、近藤ら<sup>16)17)18)</sup>により、体組成の面から相撲競技者の形態面での特徴を明らかにしようとし

た研究が報告されている。また、以前より力士の巨体は多くの研究者の興味を引いたようであり、体育学以外の研究者による力士の形態面での研究報告<sup>4)19)25)39)43)44)50)</sup>もいくつかみられる。

相撲競技者の体力に関する代表的な研究報告としては、小川らの研究グループによる報告<sup>8)14)27)29)34)36)37)40)</sup>をあげることができる。彼ら<sup>36)37)</sup>は、プロの力士の体格および体力を測定し、競技力の上位の力士は下位の力士に比べ体格（特に体重）に優れており、体力面では両者の間に有意な差がみられなかったと報告している。

また、筆者ら<sup>20)21)</sup>は、相撲競技の「立ち合い」におけるパワーや「当たり」の強さについて分析し、特定の条件下でのパワー、「当たり」の強さ、および体重のそれぞれが、互いに独立して競技力と密接に関連していることを認めた<sup>20)</sup>。

これらの研究内容等から、相撲における競技力が形態的側面により大きく左右されることは決定的事実といえるが、一方、比較的体格に劣る競技者でもかなりの競技力を有するものも存在し、その機能的側面も無視することはできない。

中西と筆者ら<sup>30)</sup>は、学生相撲選手の体格・体力のいくつかの要素について測定を実施し、相撲における競技力は形態的側面により大きく決定されるという面はあるが、機能的側面においても、外部負荷に対して発揮される絶対的なエアロビックパワーやアナエロビックパワーはかなり競技力を左右しているのではないかと論じた。

この報告では、学生相撲選手と一般人、力士、柔道選手の体格・体力の比較、および、学生相撲選手の中での競技力の上位のものと同下位のものの体格・体力の比較を試みたが、他との比較の面で不十分であった点が少々あるように思われる。そこで、今回はその報告の中から主に全身持久性を取り上げ、この点から学生相撲選手の特徴を明らかにすることを目的とし、より詳細な比較検討を試みることにした。

## Ⅱ. 測定方法

### A. 日時・場所

測定は、昭和61年11月9日（室温 11.2～12.0℃，気圧 760～764 mmHg，相対湿度 68～87%），16日（室温 9.3～13.6℃，気圧 759～763 mmHg，相対湿度 32～44%），および 22日（室温 11.9～17.6℃，気圧 766～769 mmHg，相対湿度 33～48%）の午後2時から7時にかけて実施した。

場所は、明治大学和泉校舎体育館測定室および測器室であった。

### B. 被験者

M. 大学相撲部員 16 名を対象として測定を実施した。被験者の特徴は、形態測定結果に含めて表 1 に示した。

なお、M. 大学相撲部の測定実施年度の学生選手権大会における成績は、団体ベスト 8 であった。

### C. 測定項目および方法

#### (1) メディカルチェック

安静時の心拍数と血圧の測定、および尿検査を実施した。なお、尿検査は、三共KK製尿試験紙を用い、蛋白、糖、ウロビリノーゲンについて比色法により行なった。

#### (2) 形態測定

身長、体重、皮下脂肪厚（上腕背部、肩甲骨下部）、その他についての測定を実施したが、今回は上記のその他を除く項目についてのみ報告することとする。

なお、皮下脂肪厚の測定には、栄研式あるいは Keys・Brožek 式等の触診式皮脂厚計 (Caliper) が広く利用されているが、石田ら<sup>12)</sup>によると、皮下脂肪厚が 30 mm を越えると Caliper では正確な測定が不可能ということである。そこで、本研究では、超音波 B モード法を採用し、アロカ製小型リニア電子走査装置 (ECHO CAMERA 210-D 11) を用いて測定を実施した。

#### (3) 肺機能検査

ミナト医科学社製オートスパイロメーター (ST-200) を使用し、肺活量、一秒量、一秒率を測定した。

#### (4) 運動負荷試験

##### ステップテスト

文部省体力テストによる方法に従って、測定を実施した。

##### 最大運動負荷試験

測定項目は、最大酸素摂取量 (Maximum Oxygen Uptake:  $\dot{V}O_{2max}$ )、最大換気量 (Maximum Pulmonary Ventilation:  $\dot{V}E_{max}$ )、最高心拍数 (Maximum Heart Rate:  $HR_{max}$ )、Respiratory Exchange Ratio (R)、および  $PWC_{170}$  であった。

測定は、モナーク社製自転車エルゴメーターを用い、漸増負荷法により実施した。

呼気ガスの分析には、ミナト医科学社製呼吸代謝連続監視システム (レスピロモニター RM-300 システム) を使用し、15秒間隔で  $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}E$ 、R 等をプリンターに記録した。

心拍数については、三栄測器社製心電図監視記録装置 (カルディオスーパー 2 E31A) により心電図を記録すると同時に、上記の心電計からの出力を同社製心拍数ユニットに入力し、刻々の心拍数の変化をペン書きオシログラフに連続的に記録した。

プロトコールは、1.5 kp で3分間ウォーミングアップを行なわせた後、2分間の休息を取らせ、1.5 kp で3分、2.5 kp で4分、3.0 kp または 3.5 kp で4分、その後1分ごとに 0.5 kp ずつ負荷を漸増し Exhaustion に至らしめるという方法を用いた (図1参照)。

$\dot{V}O_{2max}$  については、Exhaustion 直前の連続する2個のデータの平均値の中で最高値を示したものを測定値として採用した。また、 $\dot{V}E_{max}$ 、 $HR_{max}$ 、および R については、 $\dot{V}O_{2max}$  出現時の値をもって測定値とした。なお、測定後  $HR_{max}$  が 180 拍/分以上、あるいは R が 1.0 以上であることを確認し、それらのいずれかがその基準を下回っていた場合には、1週間後再度測定を実施した。

PWC<sub>170</sub> に関しては、図1に示したI, II, IIIの各 Stage の心拍数を、後半30秒間の心電図の R 波を数えることにより求め、それらの値から心拍数と負荷強度 (kpm/min) の関係式を最小二乗法により算出し、その回帰式から心拍数が 170 拍/分の時の負荷強度を求め測定値とした。

なお、心電計のディスプレイ上に表示される刻々の心拍数を監視し、Stage II の後半でその値が 140 拍/分未満の場合には Stage III の強度を 3.5 kp に、また、それ以上に達した場合には 3.0 kp に設定した。

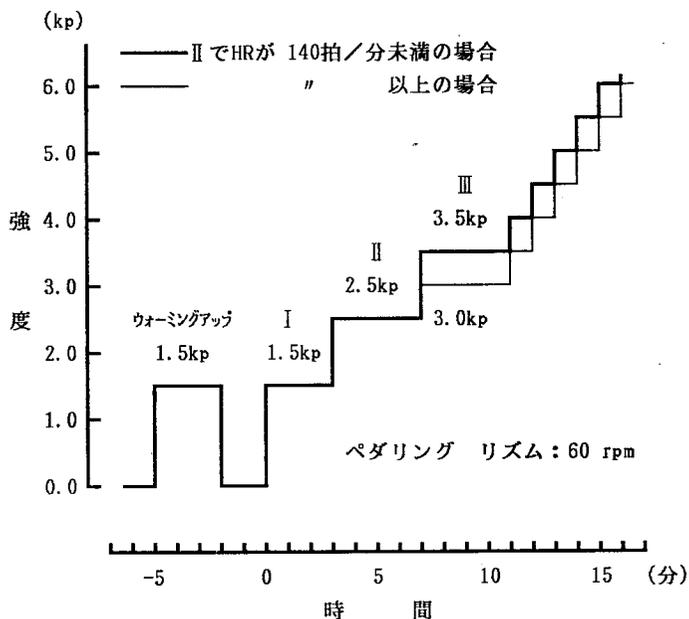


図1 最大運動負荷試験のプロトコール

### Ⅲ. 結果および考察

メディカルチェックとして、安静時心拍数、安静時血圧の測定、および尿検査（蛋白、糖、ウロビリノーゲン）を実施したが、被験者のほとんどが正常な値を示した。異常に近いものとしては、安静時心拍数が94拍/分を示したものが1名、安静時最低血圧が90 mmHgを示したものが1名あげられた。これらの被験者の最大運動負荷試験においては、心電図、心拍数、および症状に十分な注意を払い測定を実施した。

各被験者の形態測定、心機能および肺機能測定、最大運動負荷試験のそれぞれの結果を、表1、表2、および表3に示した。

表2の PWC<sub>170</sub> の測定結果をみると、被験者 K. Yuu. については ( ) 内にその値を示してあるが、これは、その測定値が極端に大きなものであり、平均値および標準偏差を算出する際に、特殊な事情によるものとして除いたということを意味するものである。また、K. Yuu. のその測定値について、棄却検定を実施した結果 ( $T_n=3.132$ ,  $P<0.01$ )、統計的にも充分に棄却できるということであった。

なお、表1の除脂肪体重 (LBM)、体脂肪量、および体脂肪率 (% Fat) については、超音波 B モード法により測定した皮下脂肪厚 (上腕背部+肩甲骨下部) の値を2倍し、Nagamine と Suzuki の式<sup>26)</sup>から体比重を求め、さらに Brožek らの式<sup>6)</sup>を用いることにより、これらの値を算

表 1 年齢, 経験年数, および形態測定結果

被験者	年齢 (歳)	経験年数 (年)	身長 (cm)	体重 (kg)	ローレル 指数	皮下脂肪厚(cm)		LBM (kg)	体脂肪量 (kg)	% Fat (%)
						上腕部 背	肩甲骨部 下			
N. Y.	21	6	178.2	109	193	0.5	0.7	92.1	16.9	15.5
K. Yam.	20	8	175.1	124	231	0.8	1.1	96.7	27.3	22.2
Y. M.	21	6	188.0	140	211	1.3	1.2	100.7	39.3	28.1
N. M.	19	4	171.1	99	198	0.9	0.7	79.9	19.1	19.3
K. Yuu.	20	7	185.4	155	243	1.1	2.6	92.2	62.8	40.3
H. Sas.	21	6	183.4	112	182	0.5	1.0	73.5	38.5	34.1
H. Sak.	19	7	172.2	105	206	0.7	0.8	85.7	19.3	18.4
T. H.	20	5	175.2	109	203	0.7	0.7	90.0	19.0	17.4
M. M.	18	6	171.9	94	185	0.6	0.5	75.9	18.1	19.3
T. Syo.	20	5	173.7	139	252	1.0	1.2	104.1	34.9	25.1
K. Yas.	20	8	173.4	95	182	0.4	0.9	79.4	15.6	16.5
K. T.	19	9	176.1	119	218	0.9	0.9	94.1	24.9	21.2
T. Sak.	18	7	175.5	94	174	0.9	0.8	75.0	19.0	20.3
H. K.	18	4	180.5	99	168	0.8	1.1	77.0	22.0	22.2
Y. O.	18	4	172.1	86	169	0.9	1.3	64.5	21.5	25.1
E. N.	20	2	182.3	95	157	0.6	0.7	79.5	15.5	16.5
人数	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
平均値	19.5	5.9	177.3	110.9	198.3	0.79	1.01	85.0	25.9	22.6
標準偏差	1.1	1.8	5.2	19.7	26.6	0.24	0.48	11.1	12.5	6.8

表 2 肺機能および心機能測定結果

被験者	肺活量 (ml)	肺活量/体重 (ml/kg)	一秒量 (ml/s)	一秒率 (%)	ステップテスト 得点	PWC <sub>170</sub> (kpm/min)
N. Y.	4250	39.0	3470	81.6	59.2	1230
K. Yam.	4260	34.3	3210	75.4	73.8	1406
Y. M.	5490	39.2	4210	76.7	58.8	1273
N. M.	3820	38.6	3530	92.4	75.0	1363
K. Yuu.	4360	28.2	3930	90.1	49.5	(2233)
H. Sas.	5030	45.1	4490	89.3	50.0	1075
H. Sak.	3440	32.6	3210	93.3	76.9	1325
T. H.	3980	36.5	3390	85.2	55.9	1443
M. M.	3650	38.3	3120	85.5	78.3	1060
T. Syo.	5360	38.6	4280	79.9	58.1	1167
K. Yas.	5250	55.3	4610	87.8	57.7	920
K. T.	3890	32.6	3360	86.4	50.0	907
T. Sak.	4450	47.3	3790	85.2	60.0	1125
H. K.	4900	49.5	4280	87.3	66.7	1388
Y. O.	4250	49.4	3300	77.6	60.8	1060
E. N.	5000	54.6	3980	76.5	73.8	1338
人数	16	16	16	16	16	15
平均値	4474	41.2	3760	84.5	63.2	1205
標準偏差	651	8.1	499	6.0	10.5	175

表 3 最大運動負荷試験結果

被験者	$\dot{V}O_{2\max}$ (ml/min)	$\dot{V}O_{2\max}$ /体重 (ml/kg/min)	$\dot{V}O_{2\max}$ /LBM (ml/kg/min)	$\dot{V}E_{\max}$ (l/min)	$\dot{V}E_{\max}$ /体重 (ml/kg/min)	HR <sub>max</sub> (beats/min)	R
N. Y.	3906	35.8	42.4	157.7	1446	196	1.18
K. Yam.	3930	31.6	40.6	119.5	964	176	1.09
Y. M.	4182	29.9	41.5	153.0	1093	200	1.28
N. M.	4193	42.4	52.5	172.5	1742	196	1.22
K. Yuu.	4493	29.1	48.7	162.2	1050	170	1.08
H. Sas.	3447	30.9	46.9	157.9	1414	188	1.25
H. Sak.	4062	38.7	47.4	160.3	1526	187	1.06
T. H.	4034	37.0	44.8	168.7	1548	186	1.19
M. M.	3640	38.7	48.0	144.0	1532	195	1.11
T. Syo.	4381	31.5	42.1	127.9	920	186	1.12
K. Yas.	3216	33.9	40.5	143.3	1508	204	1.22
K. T.	3783	31.7	40.2	121.8	1020	208	1.09
T. Sak.	3402	36.2	45.4	153.0	1628	195	1.17
H. K.	4651	47.0	60.4	161.7	1633	204	1.21
Y. O.	3101	36.0	48.1	116.4	1352	204	1.19
E. N.	3165	33.3	39.8	117.6	1235	183	1.14
人数	16	16	16	16	16	16	16
平均値	3849	35.2	45.6	146.2	1351	192	1.16
標準偏差	483	4.9	5.5	19.4	266	11	0.07

表 4 本研究による学生相撲選手の体組成と従来報告によるその比較

被験者数	体重 (kg)	LBM (kg)	体脂肪量 (kg)	% Fat (%)	報告者
12	117.4 ± 5.2	85.9 ± 2.0	31.6 ± 3.3	26.3 ± 1.5	近藤ら <sup>16)</sup>
10	111.6 ± 5.6	83.6 ± 2.2	28.0 ± 3.5	23.9 ± 2.0	近藤 <sup>17)</sup>
16	110.9 ± 19.7	85.0 ± 11.1	25.9 ± 12.5	22.6 ± 6.8	本研究によるデータ

(平均値 ± 標準偏差)

出した。

このような体組成の算出方法は、Nagamine と Suzuki による式が、Caliper により計測した皮下脂肪厚から体比重を求める式であることから、正確な方法とはいえない。また、これまでに報告された超音波法と Caliper 法の比較研究<sup>12)</sup>でも、これらの方法による測定値の差異は認められている。

そこで、今回求めた LBM, 体脂肪量, および % Fat の値と、これまでに報告された学生相撲選手のそれらの値を比較することにより、今回算出した体組成の値がデータとして使用しうるかどうかを検討した。

表 4 に、これまでの学生相撲選手の体組成に関する報告<sup>16)17)</sup>から引用した LBM, 体脂肪量, および % Fat のそれぞれの値と今回推定したそれらの値を示した。

本研究による学生相撲選手の体重および LBM は、これまでの報告によるそれらと大きな差はみられなかった。なお、体脂肪量と % Fat については、今回の報告の方が少々小さいようである

が、これらの差は統計的に有意ではなかった(表4参照)。

いずれにしても、本研究における体組成は便宜的に求めたものであり、正確な値を知るためには近藤ら<sup>16)17)</sup>のように水中体重法を採用する必要がある。しかしながら、前述のように、本研究による体組成がこれまでの報告によるそれと大差がみられなかったということから、今回は、とりあえずこれらの値をデータとして用いることとした。

**A. 一般成人男子との比較**

一般に全身持久性は、心機能および肺機能により決定づけられるといわれている。今回の測定項目の中では、ステップテスト得点や PWC<sub>170</sub> は心機能を、そして、肺活量や一秒量は肺機能をみようとすものである。また、 $\dot{V}O_{2max}$  は、主にこれらの機能により決まる酸素運搬系機能を示す指標といえる。

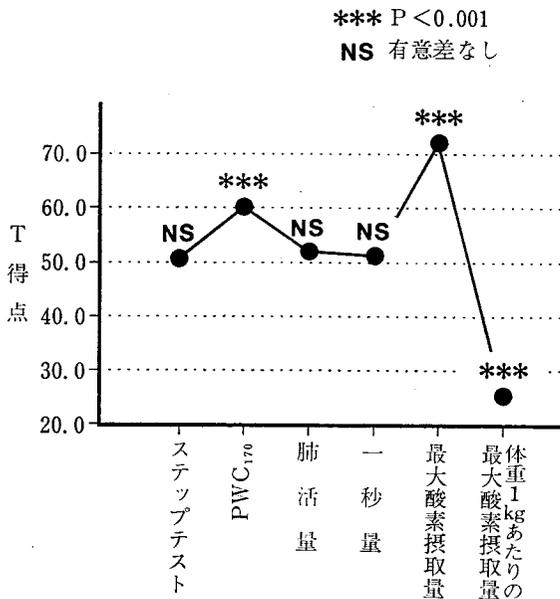


図2 全身持久性測定項目の一般成人男子を基準としたT得点プロフィール

図2は、これらの3機能に関する測定結果の平均値を、20歳の一般成人男子<sup>47)</sup>を基準としてT得点化し示したものである。なお、PWC<sub>170</sub>については、20歳一般成人男子の標準値および標準偏差がみあたらなかったため、20歳前後の値から見当をつけた標準値(1000 kpm/min)と標準偏差(200 kpm/min)を用いてT得点を算出した。

ステップテストは体重を負荷とした(相対負荷)テストであり、相撲選手は一般男子に比べて極めて大きな体重を有するということから、当初その得点はかなり低いのではないかと予測された。しかし、相撲選手のステップテスト得点(63.2)は、一般男子のそれ(62.0)と

ほとんど差がみられなかった(表2および図2参照)。なお、相撲選手のステップテスト得点は、T得点に換算すると50.7という値であった。

一方、負荷が体重ではなく摩擦負荷(絶対負荷)となるPWC<sub>170</sub>では、相撲選手の値は1205 kpm/min(T得点60.3)という高い値を示し、一般男子のそれ(1000 kpm/min)との差は0.1%水準で統計的に有意であった(表2および図2参照)。

上記の2つの心機能測定結果から、相撲選手は極めて大きな体重を有するにもかかわらず、その相対的心機能は一般男子に比べ必ずしも劣っておらず、絶対的心機能においてはむしろ優れる傾向にあるということが立証された。

次に、間接的に肺容量をみようとする肺活量であるが、相撲選手 (4474 ml) の T 得点は 51.9 であり、一般男子 (4380 ml) と大差がみられなかった (表 2 および図 2 参照)。しかしながら、その肺活量を体重 1 kg あたりの値に換算し相対値をみると、41.2 ml/kg というように (表 2 参照)、一般男子の値 (肺活量の標準値を体重の標準値で割った値 : 72.0 ml/kg) に比べ、著しく低い値となり、その差は統計的にも有意 ( $P < 0.001$ ) であった。

このように、相対的肺活量については、相撲選手は一般男子に比べ著しく劣っていたが、このことは、相撲選手が体重を負荷とする全身持久性の運動を実施するに際して、大きな不利益をもたらすものと推測される。

また、一秒量をみると、相撲選手の値 (3760 ml/s) は、T 得点 51.3 というように一般男子のそれ (3670 ml/s) とほとんど同等の値であった (表 2 および図 2 参照)。そこで、その一秒量を肺活量で割ることにより呼吸筋の機能を示す一秒率を算出し、相撲選手の値がどの程度のものかを検討した。相撲選手の一秒率は 84.5% となり (表 2 参照)、一般男子の 86.0% に比して若干低い値となったが、その差に統計的有意性は認められなかった。

$\dot{V}O_{2max}$  に関しては、相撲選手の値 (3849 ml/min) は、T 得点に換算すると 72.0 というように一般男子のそれ (2970 ml/min) に比して著しく高い値を示し、その差に 0.1% 水準の統計的有意性が認められた。しかしながら、体重 1 kg あたりの値 (35.2 ml/kg/min) では 25.3 という極めて低い T 得点となり、その値は一般男子のそれ (50.0 ml/kg/min) に比べ著しく劣っていた。また、その差は 0.1% 水準で統計的に有意であった (表 3 および図 2 参照)。

上記のことから、相撲選手は、体重を負荷としない絶対的な全身持久性に関しては、相当の能力を有しているが、体重を負荷とする相対的な全身持久能力においては、かなり劣るといわざるをえない。

## B. 肥満者との比較

全身持久性を評価する場合、通常、体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  を指標として用いる。その体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  の値をみる限り、前述したように、学生相撲選手の全身持久性は、一般男子に比べかなり劣るということになる。

L. A. Larson<sup>23)</sup> は、 $\dot{V}O_{2max}$  を体重 1 kg あたりの値で評価することの問題点を指摘し、体重との関係図からそれを評価するのが正しい方法であると述べている。

そこで、本研究においても、体重と  $\dot{V}O_{2max}$  の関係図から相撲選手と一般男子の全身持久性を比較することを試みた。しかしながら、相撲選手の体重が一般男子のそれに比べ極めて大きいため、同一図中で両者を比較することは困難となった。体重との関係図から相撲選手と一般男子の  $\dot{V}O_{2max}$  を比較するためには、相当大きな体重を有する健康成人のデータが必要となるが、わが国の文献ではこのような資料はみあたらない。そこで、本研究では、J. A. Dempsey ら<sup>24)</sup> による、呼吸循環器系の病歴をもたず日常特に運動を行っていない一般成人男子 (肥満者を含む) のデータを比較対象とし、相撲選手の特徴について検討した。

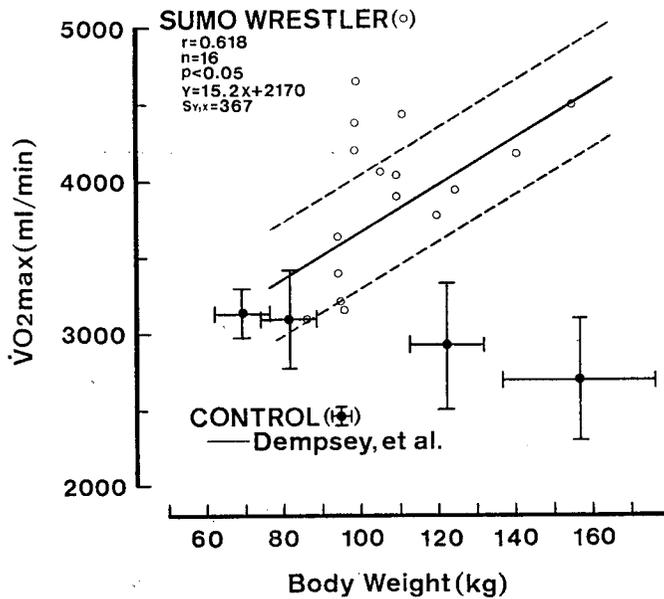


図3 体重と  $\dot{V}O_{2max}$  の関係

図3は、Dempsey らのデータを用いて体重と  $\dot{V}O_{2max}$  の関係図を作成し、その上に今回の学生相撲選手のデータをプロットしたものである。なお、Dempsey らは、0~12% Fat および 12~25% Fat を一般男子、25~37% Fat および 37~50% Fat を肥満者として測定データを比較している。図中の Dempsey らのデータの中で、体重 90 kg 以下の2つの平均値は一般男子の値を、また体重 110 kg 以上の2つの平均値は肥満者について示したものである。

これまで多くの研究者により、体重と  $\dot{V}O_{2max}$  の相関関係は認められてきたが、Dempsey らのデータのみを限り、著しく大きな身体を有するもの（体重が 110 kg 以上）についてはその限りではないようである。しかしながら、相撲選手の場合、相当大きな体重を有するにもかかわらず、 $\dot{V}O_{2max}$  はかなり高い値を示している。

また、図4および図5は、相撲選手および Dempsey らによる肥満者と一般男子のそれぞれについて、 $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値および体重 1 kg あたりの値の平均値と標準偏差を示したものであるが、図5により、体重 1 kg あたりの値について、相撲選手 (35.2 ml/kg/min) と肥満者 (20.8 ml/kg/min) を比較しても、相撲選手はより高い値を示しており、その差は 0.1% 水準で統計的に有意であった。なお、 $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値に関しても同様に、相撲選手 (3849 ml/min) は肥満者 (2820 ml/min) を上回っており、その差に 0.1% 水準の統計的有意性が認め

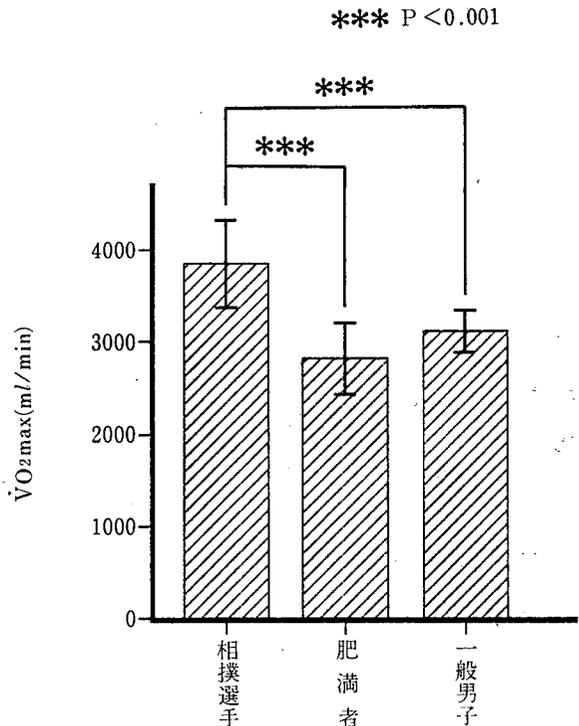


図4 各グループの  $\dot{V}O_{2max}$  の比較

られた (図3および図4参照)。

相撲選手と Dempsey らによる一般男子の  $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値を比較すると、相撲選手の  $\dot{V}O_{2max}$  は、一般男子のそれ (3120 ml/min) に比して高値を示し、その差は 0.1% 水準で有意であった。しかしながら、体重 1 kg あたりの値では、一般男子 (41.7 ml/kg/min) の方が有意水準 1% で上回り、その優劣の関係は逆転している (図4および図5参照)。このような傾向は、前述した日本人の標準値との比較の場合と同様であった。

次に、 $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値および体重 1 kg あたりの値について、相撲選手と肥満者あるいは一般男子との間に顕著な差がみられた原因について、体組成の面から検討しようと試みた。

図6は、相撲選手、肥満者、および一般男子の体組成について示したものである。

相撲選手は肥満者に比べ、体重、体脂肪量については、有意水準 1% および 0.1% で低値を示し、

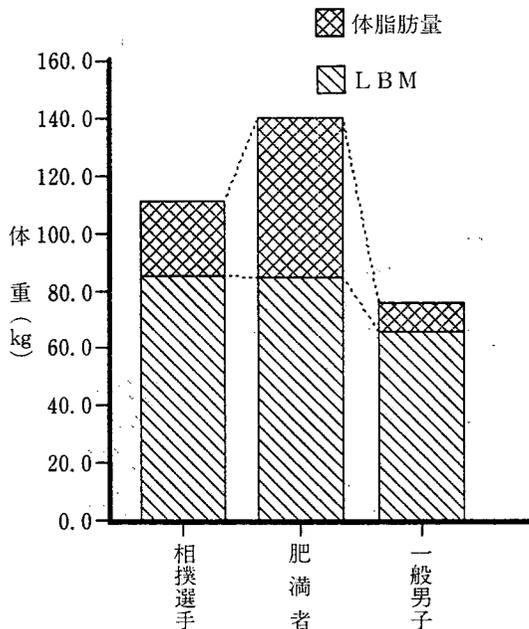


図6 各グループの体組成の比較

\*\* P < 0.01

\*\*\* P < 0.001

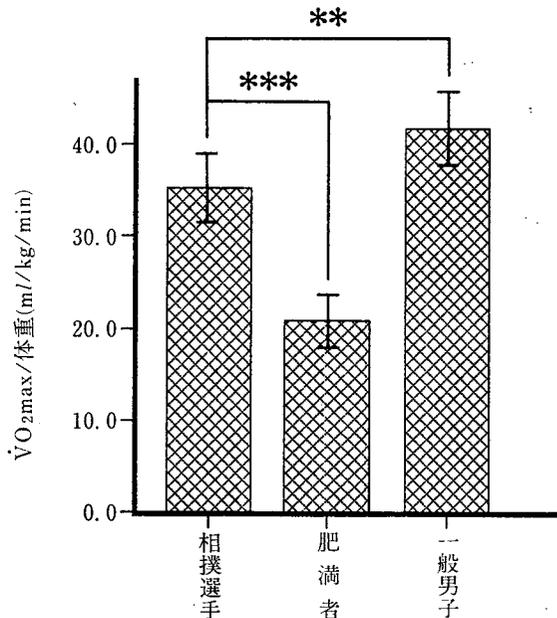


図5 各グループの体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  の比較

LBM に関しては、両者の間にほとんど差は認められなかった。また、一般男子と比較すると、相撲選手は、体重、体脂肪量、LBM のそれぞれに高い値を示し、それらの差はすべて統計的に有意 (P < 0.001) であった (図6参照)。

相撲選手は肥満者に比べ、単なる不活性な負荷である脂肪の量が少なく、その結果体重が軽くなっている (図6参照)。このことは、相撲選手の体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  の値が肥満者のそれに比べ高値を示した原因の一つとなっているものと考えられる。

しかしながら、活性組織としての LBM について両グループ間に統計的有意差がみられなかったにもかかわらず、前述したように、相撲選手の  $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値が肥満者のそ

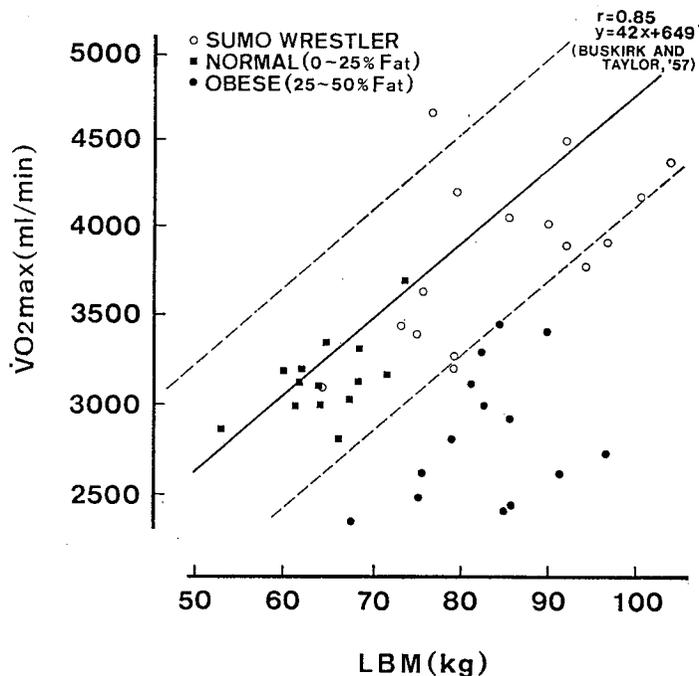


図7 LBM と  $\dot{V}O_{2max}$  の関係

れに比して有意に高い値を示したということについては明確ではない。

\*\*\*  $P < 0.001$

NS 有意差なし

そこで、次に、LBM と  $\dot{V}O_{2max}$  の関係からその原因について検討した。

図7は、Dempsey ら<sup>7)</sup>による LBM と  $\dot{V}O_{2max}$  の関係図に、今回の相撲選手のデータをプロットし作成したものである。なお、図中の回帰直線は E. Buskirk と H. L. Taylor<sup>6)</sup>により算出されたものである。

図7から、一般男子と相撲選手のデータは、回帰直線の誤差範囲の中にはほぼおさまり、肥満者については、すべてその範囲より下方に位置していることがわかる。このことから、肥満者は LBM 相当の  $\dot{V}O_{2max}$  を有していないといえることができる。

また、図8は、相撲選手、肥満者、および一般男子の LBM 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  の平均値と標準偏差を示したものである

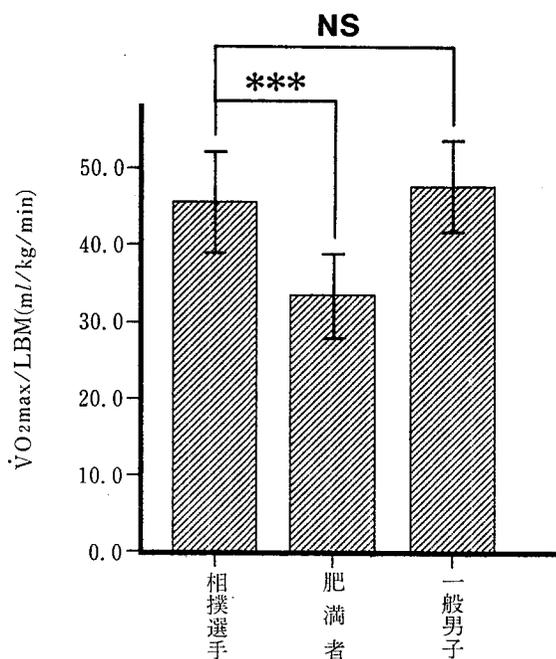


図8 各グループの LBM 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  の比較

が、この図をみても、相撲選手と一般男子の LBM 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  の値はほとんど差がなく、これらの両グループの値は、肥満者のそれに比べ高値であることがわかる。なお、相撲選手と肥満者の差は統計的に有意 ( $P < 0.001$ ) であった。

Buskirk と Talar<sup>9)</sup> は、LBM 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  により呼吸循環器系の機能をみることができるかと論じているが、本研究では、LBM 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  を、最大のレベルで酸素を摂取するうえでの LBM の質を示すものとして評価することとした。

このような評価により、相撲選手の LBM と肥満者のそれとを比較すると、両グループ間に量的な差はないが (図 6 参照)、質的には相撲選手の方が優れており (図 8 参照)、そのことが、相撲選手の  $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値をより大きなものにしたということになる。また、肥満者は大量の脂肪を有することにより極めて大きな体重となり (図 6 参照)、体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  ではさらに不利となっているものと考えられる。

相撲選手と一般男子の LBM を比較すると、両グループ間に質的な差はないが (図 8 参照)、量的に相撲選手の方が勝り (図 6 参照)、その結果、相撲選手の  $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値がより高い値を示したものと解釈することができる。しかし、体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  では、相撲選手は、量的に上回る LBM に大きな体脂肪量を加えた極めて重い体重が影響し (図 6 参照)、結局、その値は低値を示すという結果になったものと判断できる。

### C. 他のスポーツ選手との比較

これまで、相撲選手の全持身久性に関して、一般成人男子あるいは健康な肥満者と比較することによりその特徴をみてきた。

しかしながら、相撲競技もいくつかのスポーツ種目の一つである以上、単に一般男子や肥満者と比べるだけではなく、他のスポーツ選手との比較を試みるべきであろう。特に、一般男子や肥満者に比べ、著しく高い値を示した  $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値については、他のスポーツ選手と比較した場合、どの程度のものであるのか興味深いところである。

このようなことから、ここでは、相撲選手の  $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値あるいは体重 1 kg あたりの値について、他のスポーツ選手と比較することにより、その特徴を明らかにしようとした。

図 9 および図 10 は、これまでに報告されたいくつかの文献<sup>1)2)3)11)24)31)32)33)38)45)49)</sup> から引用した、11 種目のスポーツ選手と一般成人男子 (20 歳) についての、 $\dot{V}O_{2max}$  の体重 1 kg あたりの値およびその絶対値の平均値と標準偏差を示し、それに今回の相撲選手のデータを加えて作成したものである。

比較対象とするスポーツ選手のデータを収集するにあたっては、そのスポーツ選手の年齢と競技力が、本研究における相撲選手のそれらとなるべく同程度となるように配慮した。各種スポーツ選手の  $\dot{V}O_{2max}$  に関する報告は多くみられるが、上述の条件を満たすものはそれほど多くはなく、今回はとりあえず 11 種目のスポーツ選手を比較対象とした。

なお、柔道選手については、2 つの資料<sup>11)45)</sup> の中から体重 80 kg 以上の者を選び、それらを合わ

せた平均値と標準偏差を算出しその値を示した。

図9により、各スポーツ選手について、体重1kgあたりの $\dot{V}O_{2max}$ の平均値を比較すると、相撲選手の値は、柔道選手を除く他のスポーツ選手の値に比べ、著しく低いことがわかる。

一方、図10から、相撲選手の $\dot{V}O_{2max}$ の絶対値を他のスポーツ選手のそれと比較すると、相撲選手のその順位は13種目(一般成人男子を含む)中5位となり、その値はかなりの水準にあるといえる。

これらの結果から、体重を負荷とする全身持久性においては、相撲選手は、柔道選手を除く他のスポーツ選手よりはるかに劣り、外部負荷に対して発揮される全身持久性の運動能力では、他のスポーツ選手に比べ見劣りのしない水準にあるのではないかと推測される。

山地<sup>48)</sup>は、体重を負荷とした長時間の運動や、比較的体重が軽い方が有利となるような運動においては、体重1kgあたりの $\dot{V}O_{2max}$ の値がその記録とより密接に関係し、また、体重を直接的に負荷とせず、体重の大きさが直接推進力を生み出すパワー原となるような種目では、絶対値の $\dot{V}O_{2max}$ の方が作業成績とより密接な関係にあると述べている。また、山地は、上記の前者に匹敵する種目の例としてマラソンおよび長距離スキーを、後者については自転車やボートをあげている。

筆者<sup>20)</sup>は、すでに、相撲における競技力が体重やパワーと密接に関連することを報告している。また、相撲選手が競技中にパワーを発揮する場合、その選手自身の体重と相手の体重を合わせたものがその負荷となるということは、ほぼ間違いのないであろう。

上記のように、相撲競技の場合、山地が示した後者と共通する点がいくつかみられ、このようなことから、相撲選手の $\dot{V}O_{2max}$ は、体重1kgあたりの値では他に比して低値であり、絶対値では他に比べ遜色のない値を示したのかもしれない。

しかしながら、相撲競技と山地が例示した後者の種目(自転車やボート)とでは、競技時間および選手の体格や体力の特性等で大きく異なっており、これらを、 $\dot{V}O_{2max}$ に関して同様の傾向を示

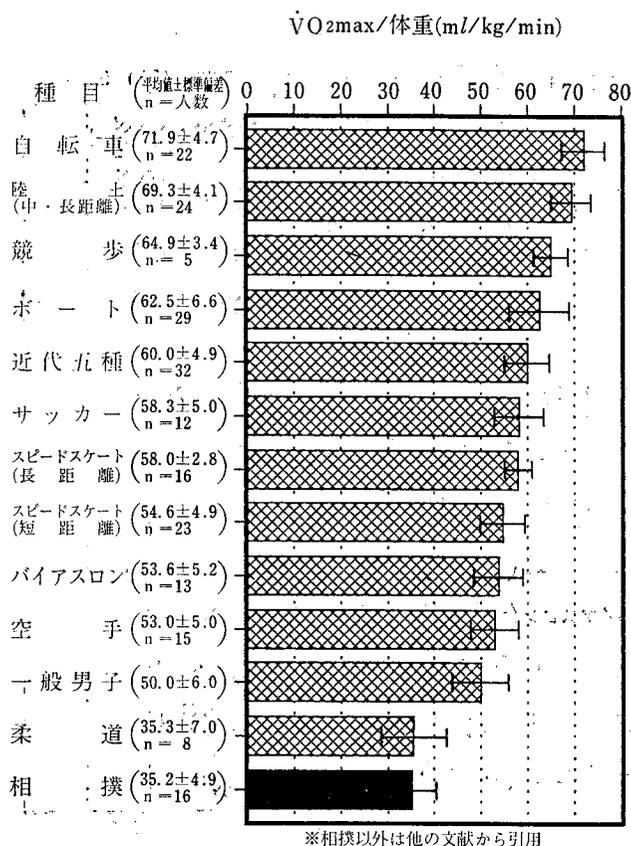


図9 相撲選手と他のスポーツ選手の体重1kgあたりの $\dot{V}O_{2max}$ の比較

す種目として、同一視することはかなり問題があるように思われる。

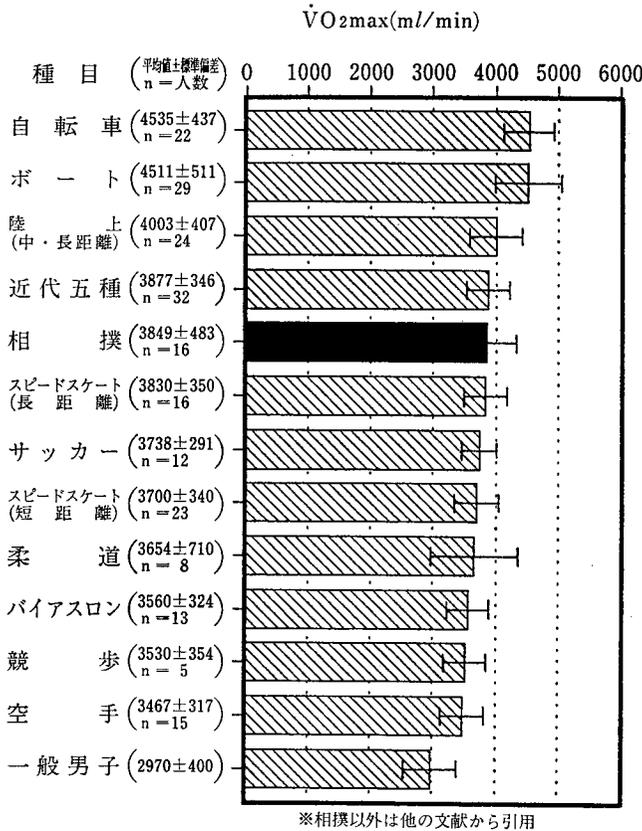


図 10 相撲選手と他のスポーツ選手の  $\dot{V}O_{2max}$  の比較

も低値を示したのものとしては、柔道選手をあげることができる (図 9 参照)。今回比較対象として選んだ柔道選手は、平均体重 106.4 kg であり、相撲選手同様大きな体重を有している。

このようなことから判断すると、その種目の特性上、体重の大きいことが極めて有利となるようなスポーツ種目の場合、その選手の体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  の値は、彼らがスポーツマンであるとはいえ、必ずしも一般男子よりも高値を示すとは限らず、むしろより低値を示す傾向にあるのかもしれない。

大きな体重を有するスポーツ選手が、このように  $\dot{V}O_{2max}$  に関して共通した傾向を示すのかどうかを明らかにするためには、柔道の重量級選手、ラグビーのフォワード選手、レスリングの重量級選手、プロレスラーなどの、比較的大きな身体を有するスポーツ選手を対象として  $\dot{V}O_{2max}$  を測定し、さらに検討する必要がある。これらに関しては、今後の課題としたい。

これまで、相撲選手の全身持久性の面での特徴について、他のスポーツ選手と比較することにより検討してきたが、これより、相撲競技のトレーニング内容に着眼し、相撲選手の全身持久性について検討することとする。

中井ら<sup>28)</sup>は、学生相撲の練習に関して、その心拍数と時間から、有酸素的要素もかなり含まれて

事実、相撲選手と自転車やボートの選手の体重や  $\dot{V}O_{2max}$  を比較すると、もちろん体重では大きな差があり、また、 $\dot{V}O_{2max}$  の体重 1 kg あたりの値や絶対値をみても、両者の差は極めて大きなものといえる。つまり、自転車やボートの選手は、 $\dot{V}O_{2max}$  の体重 1 kg あたりの値あるいはその絶対値のいずれにおいても、今回取り上げたスポーツ選手の中では上位にランクづけされるのに対し、相撲選手は、すでに述べたように、 $\dot{V}O_{2max}$  の絶対値では他と比べ遜色のない値であるが、体重 1 kg あたりの値では一般男子よりもさらに劣っている (図 9 および図 10 参照)。

相撲選手以外で、体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  が一般男子より

いと報告している。また、筆者<sup>22)</sup>が以前に測定した相撲競技の練習中の心拍数の変動をみても、「申し合い」では、平均心拍数 150 拍/分を20分から40分の間持続しており、その強度は、全身持久性のトレーニング効果が十分に期待できるものと考えられる。

しかしながら、再三述べるように、一般に全身持久性の能力を示すといわれている体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  に関して、相撲選手は一般男子に比して著しく劣っており、前述したこれまでの相撲練習時の強度に関する報告と矛盾することになる。

この点について解明するためには、相撲選手に加えて、相撲選手と同様に大きな体重を有する日常特に運動を実施していない健康男子を比較対象として  $\dot{V}O_{2max}$  の測定を実施し、体重と  $\dot{V}O_{2max}$  の関係図から相撲選手のそのトレーニング効果をみていく必要があるのではないと思われる。

今回は、前述したように、便宜的に Dempsey らによる肥満者のデータを比較対象として使用したが、本来、アメリカ人の肥満者ではなく、相撲選手と同様に大きな体重を有する日本人の健康男子（筆者は、結果として肥満者ということになるであろうと考えているが）を対象として比較すべきである。

実際問題として、日本人で体重 100 kg を越える巨体を有する健康男子の被験者を得ることは、極めて困難なことであろう。しかしながら、今後、このような被験者について、比較対象群とするのに十分な数のデータが得られたならば、大きな体重を有するスポーツ選手の全身持久性についてより明らかにするための貴重な資料となりうるであろう。この点に関しては、後の研究を待ちたい。

#### Ⅳ. ま と め

相撲選手の体格および体力の特徴を明らかにすることを目的とし、いくつかの項目について測定を実施した。

今回は、いくつかの体力要素の中から主に全身持久性を取り上げ、他との比較を試みた。

得られた結果を要約すると、以下のようであった。

1) 相対的心機能を示すステップテスト得点については、相撲選手の値は、一般男子のそれとはほとんど差がみられなかった。しかしながら、絶対的心機能を示す PWC<sub>170</sub> では、相撲選手は、一般男子よりも有意に高い値を示した。

2) 呼吸筋の強さを示す一秒率に関しては、相撲選手は、一般男子と大きな差はみられなかったが、体重 1 kg あたりの肺活量では有意に低い値を示した。

3) 相撲選手の体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  は、一般男子のそれに比べ低値を示し、その差は統計的に有意であった。しかしながら、絶対値の  $\dot{V}O_{2max}$  では、相撲選手は一般男子に比して有意に高い値を示した。

4) 相撲選手の  $\dot{V}O_{2max}$  あるいは体重 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$  は、肥満者のそれらに比べ、有意

に高い値を示した。なお、その原因として、肥満者が LBM の質 (LBM 1 kg あたりの  $\dot{V}O_{2max}$ ) の点で著しく劣っていたことと、相撲選手の体脂肪量が肥満者に比して少なかったことがあげられた。

5) 相撲選手と他のスポーツ選手の  $\dot{V}O_{2max}$  を比較すると、相撲選手の体重 1 kg あたりの値は他に比して著しく低値であったが、絶対値では他に比べ遜色のない値を示した。

## 付 記

本研究の施行に際し、御指導、御協力を賜りました東京都立大学中西光雄先生、ならびに同大学岩崎義正先生に感謝の意を表します。

また、実験に際し、深い御理解と御協力を頂きました明治大学相撲部監督の滝沢憲太郎氏、ならびに同大学相撲部員の皆様に深謝いたします。

### <引用・参考文献>

- 1) 雨宮輝也, ほか: 競歩における歩行速度と酸素摂取量に関する研究, 日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1-14, 1978.
- 2) 雨宮輝也, ほか: 陸上中, 長距離選手の心機能ならびに有酸素的作業能に関する縦断的研究—第1報—, 日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1-15, 1983.
- 3) 青木純一郎, ほか: 自転車競技選手の体力, 脚パワートレーニング, 団体追抜競技のペース, 水分摂取について, 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—第6報—, 405-417, 1982.
- 4) 荒谷寿治: 力士の体形遺伝に就て, 民族衛生, 7(2), 83-97, 1939.
- 5) Brožek, J. et al: Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions, Ann. N.Y. Acad. of Sci., 110, 113-140, 1963.
- 6) Buskirk, E. and Talor, H.L.: Maximun oxygen intake and its relation to body composition, with special reference to chronic physical activity and obesity, J. Appl. Physiol., 11, 72-78, 1957.
- 7) Dempsey, J.A., et al: Work capacity determinants and physiologic cost of weight-suported work in obesity, J. Appl. Physiol., 21, 1815-1820, 1966.
- 8) 江橋 博, ほか: 新弟子相撲力士の形態的特徴と基礎体力, 生理人類誌, 4(4), 365, 1985.
- 9) 江橋 博, ほか: 新弟子相撲力士の心形態の観察, 体力科学, 59, 12-26, 1985.
- 10) 江橋 博, ほか: 心陰影像からみた新弟子相撲力士の特徴, 体力科学, 28(4), 390-391, 1979.
- 11) 猪飼道夫, ほか: 呼吸循環機能からみた柔道選手の体力の特徴, 講道館柔道科学研究会紀要, 4, 45-51, 1972.
- 12) 石田良恵, 福永哲夫: 超音波皮脂厚計と Skinfold Caliper の比較検討, 体力科学, 34(2), 136, 1985.
- 13) 石田良恵, ほか: 超音波 B モード法による皮下脂肪厚の測定, 日本体育学会第37回大会号 B, 679, 1986.
- 14) 菊地和夫, ほか: インピーダンス変化からみた新弟子相撲力士の心機能の特徴, 体力科学, 48, 50-65, 1981.
- 15) 北川 薫, ほか: 最大酸素摂取量の規定因子としての除脂肪体重の検討, 体力科学, 23, 96-100, 1974.
- 16) 近藤正勝, ほか: 相撲選手における10カ月間の相撲トレーニングが身体組成に及ぼす影響, 日本体育学会第33回大会号, 298, 1982.
- 17) 近藤正勝: 格技選手の身体組成, 経済集志, 54(別号1-2合併号), 281-301, 1984.
- 18) 近藤正勝: 相撲選手の体肢組成, 桜門体育学研究, 18, 9-17, 1984.
- 19) 香原志勢: 相撲力士の人類学, 遺伝, 19(11), 16-21, 1965.
- 20) 桑森真介: 学生相撲選手の競技力と「出足」のパワーおよび「当たり」の強さの関係について, 明治大

- 学教養論集体育学号, 210, 25-41, 1988.
- 21) 桑森真介, ほか: 相撲選手の「立ち合い」におけるパワーおよび「当たり」の強さに関する研究, 武道学研究, 20(1), 24-31, 1987.
  - 22) 桑森真介: 心拍数からみた相撲競技の練習について, 明治大学教養論集体育学号, 164, 73-88, 1983.
  - 23) Larson, L. A. (石河利寛, ほか訳): ICSFFT による健康・体力標準テスト~その理論と方法~, 大修館書店, 68-71, 1986.
  - 24) 道原伸司, ほか: 空手道基本技の動作解析に関する研究, 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—第5報—, 29-38, 1981.
  - 25) 三輪徳寛: 力士測定の成績, 東京人類学会誌, 35, 120-123, 1989.
  - 26) Nagamine, S. and Suzuki, S.: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women, Human Biology, 36(1), 8-15, 1967.
  - 27) 長友睦美, ほか: 新弟子相撲力士における呼吸機能の特性, 体力研究, 43, 41-55, 1979.
  - 28) 中井誠一, ほか: 大学相撲選手の練習時の心拍数変動, 日本体育大学紀要, 14(1), 31-33, 1984.
  - 29) 中嶋英昭, ほか: 新弟子力士の体力特性に関する検討, 体力科学, 44, 29-46, 1979.
  - 30) 中西光雄, ほか: 学生相撲選手の体格・体力に関する研究, 東京都立大学体育学研究, 13, 1-20, 1988.
  - 31) 根本 勇, ほか: 競技種目および競技力レベルの相違からみたスピード・スケート選手の体力, 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—第7報—, 95-101, 1983.
  - 32) 西山逸成, ほか: 近代五種選手及びバイアスロン選手の体力現況からみたトレーニング処方の方について, 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, 163-166, 1982.
  - 33) 西山逸成, ほか: 近代五種選手及びバイアスロン選手の体力現況とトレーニング処方の方について, 日本体育協会スポーツ医・科学調査研究事業報告 No. II 競技種目別体力トレーニング処方に関する研究—第2報—, 5-48, 1978.
  - 34) 小川新吉, ほか: 力士の循環系機能, 東教大スポーツ研究所報, 14, 1-11, 1976.
  - 35) 小川新吉, ほか: 新弟子相撲力士の心電図, 体力科学, 28(4), 381, 1979.
  - 36) 小川新吉, ほか: 相撲力士の体力科学的研究(新弟子の体格・体力に関する研究), 体力科学, 21(2), 118-128, 1972.
  - 37) 小川新吉, ほか: 相撲力士の体力科学的研究(その2)(関取の体力と発達), 体力科学, 22(2), 45-55, 1973.
  - 38) 大嶋 襄, ほか: サッカー選手における運動負荷時の運動生理学的研究, 日本体育協会スポーツ医・科学調査研究事業報告 No. II 競技種目別体力トレーニング処方に関する研究—第2報—, 253-264, 1978.
  - 39) 大森陽久, ほか: スポーツ(相撲)による体形変化について, 民族衛生, 26(4), 365-369, 1960.
  - 40) 芝山秀太郎, ほか: 新弟子相撲力士における筋力発揮の効果, 東京体育学研究, 6, 113-119, 1979.
  - 41) 芝山秀太郎, ほか: 相撲における力士の身体的特性, 体力研究, 41, 42-51, 1979.
  - 42) 芝山秀太郎: 力士の体重, Medical Tribune, 5(28), 11, 1972.
  - 43) 須田昭義: 相撲力士の体格, 人類学輯報, 18, 259-286, 1957.
  - 44) 須田昭義: 相撲新弟子の将来性について, 人類学雑誌, 66(5), 227-240, 1958.
  - 45) 竹内善徳, ほか: 競技種目別競技力向上に関する研究—第3報—No. 3 柔道, 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 46-49, 1979.
  - 46) 田中喜代次, ほか: 新弟子相撲力士の形態および身体組成, 体力科学, 28(3), 257-264, 1979.
  - 47) 東京都立大学身体適性学研究室編: 日本人の体力標準値第3版, 不昧堂書店, 1980.
  - 48) 山地啓司: 一流スポーツ選手の最大酸素摂取量, 体育学研究, 30(3), 183-193, 1985.
  - 49) 山本恵三, ほか: 漕艇選手の体力と技術特性, 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—第7報—, 218-233, 1983.
  - 50) 吉田章信: 力士の身体測定成績(第1報), 体育研究, 5(1), 1-11, 1937.