

長崎県内男女エリートスポーツ選手の体格、
身体組成、呼吸循環機能(最大酸素摂取量、
最大酸素負債量)及び無酸素パワー
—— 8年間の総まとめ

田原 靖昭¹⁾ 綱分 憲明²⁾ 湯川 幸一³⁾
西山久美子⁴⁾ 千住 秀明⁴⁾ 浦田 秀子⁴⁾
勝野久美子⁴⁾ 福山由美子⁴⁾ 森 俊介⁵⁾
道向 良⁶⁾ 西澤 昭¹⁾ 片寄真木子⁷⁾
上方まゆみ⁷⁾ 宮原 薫⁸⁾ 山中 理江⁸⁾

**Physique, Body Composition, Cardiorespiratory Function
(Maximal Oxygen Uptake, Maximal Oxygen Debt), and
Anaerobic Power on Elite Male and Female Athletes
in Nagasaki Prefecture
—— A Summary of Physiological Measurements
for the Past Eight Years**

Yasuaki TAHARA, Noriaki TSUNAWAKE, Koichi YUKAWA,
Kumiko NISHIYAMA, Hideaki SENJU, Hideko URATA,
Kumiko KATSUNO, Yumiko FUKUYAMA, Syunsuke MORI,
Ryou MICHIMUKOU, Sho NISHIZAWA, Makiko KATAYOSE,
Mayumi UEKATA, Kaoru MIYAHARA and Rie YAMANAKA

-
- 1) 長崎大学教養部保健体育学教室
〒852 長崎市文教町1-14
Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Nagasaki 852 Japan
 - 2) 長崎県立女子短期大学体育科
Nagasaki Prefectural Women's Junior College, Nagasaki 850
 - 3) 長崎大学保健管理センター
Health Admin. Center, Nagasaki University, Nagasaki 852
 - 4) 長崎大学医療短期大学部
School of Allied Medical Sciences, Nagasaki University, Nagasaki 852
 - 5) 琴海町立病院
Kinkai Town Hospital, Kinkai, Nagasaki 852-32
 - 6) 活水女子短期大学
Kwassui Women's Junior College, Nagasaki 850
 - 7) 玉木女子短期大学
Tamaki Women's Junior College, Nagasaki 850
 - 8) 長崎短期大学
Nagasaki Junior College, Sasebo 858

Abstract

A study was performed to evaluate the physiological functions of elite male (distance running, soccer, swimming, canoeing, volleyball, cycling, weight lifting, karate, and rugby players) and female (distance running, swimming, canoeing, volleyball, basketball and kendou plyers) athletes in Nagasaki Prefecture. 514 male and 548 female athletes were evaluated for physique, body composition (underwater weighing method, %Fat, LBM, LBM/Ht), skinfold thickness, cardiorespiratory function ($\dot{V}O_2 \text{ max}$, $\text{Max } O_2 \text{ debt}$), and anaerobic power, all parameters being measured in 1986, '87, '88, '89, '90, '91, '92, '93, and '94. These measurements were compared with those of top male and female athletes of Japan and the rest of the world.

The following means were recorded.

Male: %Fat(%): 8.8%(distance), 9.0%(soccer, KUNIMI S. H. S), 12.0%(volleyball), 11.7%(cycling), 9.5%(canoeing), 11.3%(swimming) and 9.1%(rugby, HOKUYOUDAI S. H. S.).

$\dot{V}O_2 \text{ max}$ (ml/kg·min): 68.1ml(distance), 61.0ml(soccer), 48.7ml(volleyball), 57.7ml(cycling), 56.5ml(canoeing), 62.3ml(swimming) and 58.6ml(rugby). $\text{Max } O_2 \text{ debt}$ (ml/kg): 139ml(distance), 142ml(soccer), 122ml(volleyball), 129ml(cycling), 142ml(canoeing), 120ml(swimming) and 177ml(rugby).

Anaerobic power (watts): 688w(distance), 889w(soccer), 863w(cycling), 779w (canoeing), 825w(swimming) and 1042w(rugby).

Female: %Fat: 16.6%(distance), 17.5%(sprinting), 18.5%(basketball), 19.6%(volleyball), 21.3%(canoeing), 19.7%(swimming) and 21.6%(kendou).

$\dot{V}O_2 \text{ max}$ (ml/kg·min): 563ml(distance), 49.1ml(sprinting), 51.0ml(basketball), 45.4ml(volleyball), 43.9ml(canoeing), 55.5ml(swimming) and 46.1ml(kendou).

$\text{Max } O_2 \text{ debt}$ (ml/kg): 100ml(distance), 95ml(sprinting), 106ml(basketball), 102ml(volleyball), 105ml(canoeing), 102ml(swimming) and 100ml(kendou). *Anaerobic power* (watts): 502w(distance), 628w(basketball), 671w(volleyball), 492w(canoeing), 583w(swimming) and 578w(kendou).

key words: physique, body composition, %Fat, LBM, LBM/Wt, $\dot{V}O_2 \text{ max}$, $\text{Max } O_2 \text{ debt}$, $\dot{V}E$, elite athletes.

I 研究目的

本研究は、長崎県内トップレベルのエリート男女スポーツ選手の競技力向上に資するためと、スポーツ医・科学、特に運動生理学的分野の基礎資料を得るために実施した。長崎県体育協会スポーツ医・科学委員長崎大学測定班(代表田原)は、その事業の一環として、長崎県内トップレベルのエリート選手を対象に、体格、身体組成(Body Composition)、呼吸循環機能、特に最大酸素摂取量($\dot{V}O_2 \max$)、最大酸素負債量($Max O_2 \text{ debt}$)、肺機能(TLC、VC、RV、 $\dot{V}E$ など)、栄養調査及び血液値等を中心に1986年から1994の8年間にわたって測定した。我々は¹⁻³⁾、1990年に3年間のまとめを既に報告したが、本報告は測定開始の1986年から1994年の測定までの全ての測定値を含むものである。そして、その測定結果を基に選手、監督、コーチに還元できるようにし、選手個人またはチームの競技力向上、トレーニング処方に役立てている。1994年4月以降は新設された長崎県立総合体育館にその事業は引き継がれている。

最近の国内外のスポーツ医・科学の進歩はめざましく、特に世界のトップクラスのスポーツ界では、ドーピング問題、若年段階でのスポーツタレントの発掘、さらにスポーツ医・科学を駆使したトレーニング法などの報告が多い。一方、一般の市民レベルでは、心疾患、高血圧症、糖尿病、肥満症、高脂血症などのいわゆる成人病の増加にともなって、スポーツ選手でない市民でいわゆる一般人の健康志向のスポーツもさかんになり、健康増進のためのスポーツ医・科学の研究、実践の報告も多い。長崎県内のトップレベルのエリート選手に関する研究報告は、ほとんど見られなかったが、1986年以降から本研究を推進した田原、綱分らの長崎大学測定班のプロジェクトからの報告が多く見られるようになった¹⁻¹⁵⁾。

8年間にわたる本研究では、長崎県を代表するエリートスポーツ選手を対象にした。体力、身体資源と関連するものとして体脂肪量や筋量が身体活動に大きな係わりを持つことから¹⁶⁾、体格、皮下脂肪厚や身体組成などを測定し、検討した。また身体資源の指標として、Aerobic work capacity では最大酸素摂取量($\dot{V}O_2 \max$)、Anaerobic work capacity では最大酸素負債量($Max O_2 \text{ debt}$)及び最大無酸素パワーを用いた。これらの呼吸循環機能(エネルギー代謝系を中心)、肺機能と自転車エルゴメーターによる無酸素パワーの測定や貧血や酸素運搬能に関係する血液値やさらにその基となる栄養調査に関する調査を行ってきた。今回は既に他に報告した栄養調査¹⁴⁾と別に検討中の血液値の項目を除いて報告する。本報告は、長崎県内男女トップレベルスポーツ選手について8年間に測定した資料を男女別、種目別、中学生、高校生、成人(大学生および社会人を成人とする)の区分でまとめ考察した。

なお、測定結果は表にまとめ、関連する測定項目を同時に記載することで全体像が

わかるようにしたが記載項目全部は検討しなかった。

II 研究方法

A. 対象

対象となった種目と選手数は男子を表1-1に、女子は表1-2に示した。対象者は全て長崎県内に在住する男女エリートスポーツ選手であった。測定の対象者は、中学生から一般成人であるが高校生が最も多かった。一概にエリート選手と言っても、対象者の中にはオリンピック選手、全日本クラスの個人及びチームの選手と更にチームまたは個人でも長崎県内でベスト4に残るチームや、男子の自転車競技やカヌー種目のように競技人口が少ない種目の選手も含まれていた。測定した種目と人数は男子

Table 1-1 Number of subject on various sport events (Male).

	Junior H.S.	Senior H.S.	Adult	All
Distance Running	—	30	116	146
Sprinting	—	3	37	40
Soccer	—	127	—	127
Volleyball	—	10	—	10
Cycling	—	54	—	54
Canoeing	—	72	4	76
Weight Lifting	—	20	3	23
Karate*	—	—	14	14
Swimming	17	13	—	30
Rugby	—	15	16	31
Total	17	344	153	514

* Nagasaki University Sutudents

Table 1-2 Number of subject on various sport events (Female).

	Junior H.S.	Senior H.S.	Adult	All
Distance Running	9	26	62	97
Sprinting	—	3	93	96
Throwing	—	—	32	32
Volleyball	—	86	35	121
Basketball	—	56	67	123
Canoeing	—	11	—	11
Swimming	13	16	—	29
Gymnastic*	—	—	9	9
Dance*	—	—	17	17
Badminton*	—	—	6	6
Kendo	—	7	—	7
Total	22	205	321	548

* Nagasaki Prefectural Women's Junior College Students

10種目、対象選手514人で、女子は11種目、548人で、総計1062人あった。ただし、陸上競技は短距離、長距離、投擲をそれぞれ1種目と数えた。測定対象の選手は全て各競技団体の責任において選ばれ、測定側は関与しなかった。なお、男子の空手種目は長崎大学の運動選手で、女子の器械体操、ダンス、バドミントン種目は県立女子短期大学の運動選手のみであった。

a) 男子

表1-1に示すような対象選手で514人であった。

主な種目の対象チームと個人

陸上競技長距離高校：選抜及び西海高校選手

陸上競技長距離成人：選抜及び三菱重工選手

サッカー高校：長崎県立国見高校選手

バレーボール高校：南山高校選手

自転車高校：西海高校選手

カヌー：選抜、成人選抜選手

ウエイトリフティング：選抜選手

水泳中学・高校：選抜選手

ラグビー高校：長崎県立北陽台高校選手

ラグビー成人：三菱重工選手

空手：長崎大学選手

b) 女子

表1-2に示すような対象選手で計547人であった。

主な種目の対象チーム及び個人

陸上短距離：高校選抜及び長崎県立女子短大選手

陸上長距離中学・高校：選抜及び諫早高校選手

陸上長距離成人：選抜及び長崎県立女子短大選手

陸上競技投擲：長崎県立女子短大選手

バスケットボール成人：三菱重工実業団選手

バレーボール高校：純心女子高校及び鶴鳴高校選手

カヌー高校：選抜選手

水泳中学・高校：選抜選手

剣道高校：長崎県立西高校選手

器械体操：長崎県立女子短大選手

ダンス：長崎県立女子短大選手

バドミントン：長崎県立女子短大選手

B. 測定項目

1. 体格、皮下脂肪厚

身長、体重、胸囲、座高、肩峰高、指先点、肩峰幅、腹囲、上腕囲、大腿囲、下腿囲、ウエスト、ヒップ、前腕囲などを測定した。皮下脂肪厚の測定は、栄研式皮下脂肪厚計を用い、Behnke & Wilmore¹⁷⁾を参考に、正確を期すため測定経験の豊富な著者の1人であるY. Tが全て計測した。その部位は、triceps、scapula、abdominal、suprailliac、chest、thigh、knee、midaxillaryの8部位であった。測定機器は

身長：身長計による

体重：Sauter E1210による

長育：マルチンによる

周径囲：スモールメジャーによる

上記の測定は、Behnke & Wilmore¹⁷⁾によった。

2. 身体組成

身体組成の測定は、密度法である水中体重秤量法により行った。36~38°Cの温水タンク（直径120cm、高さ160cm）の中で、ロードセルに下げた水中の椅子に座り、最大呼吸後の最も重い体重を水中体重とした。一般的肺機能と水中体重秤量法で必要な肺残気量(RV)はタンク外でFUKUDA産業製COMF-100によってヘリウム法で測定した。身体密度(B. D)は次式によった。

$$B.D = \frac{\text{体重 (空气中, kg)}}{\frac{\text{体重 (空气中, kg)} - \text{水中体重 (kg)}}{\text{水の密度}}} - RV (l)$$

体脂肪率(% Fat)は、上式で得られた身体密度を用い、Brožekらの予知式¹⁸⁾ %Fat = (4.570/B.D - 4.142) × 100で求めた。なお、体脂肪量(Fat)は体重と%Fatの積であり、除脂肪体重(LBM)は体重からFatを差し引いた値である。表中の身体容積(body volume)は、身体密度の式の分母とした。

3. 肺機能

全肺容量(TLC)、肺活量(VC)、機能的残気量(FRC)、肺残気量(RV)などは、COMF-100のヘリウム法で測定し、最大換気量は最大酸素摂取量測定時にダグラスバッグ法で測定した。

4. 呼吸循環機能、エネルギー代謝

安静時代謝量、 $\dot{V}O_2 \max$ (l, ml/kg · min)、 $Max O_2 \text{ debt}$ (l, ml/kg)、最高心拍数(HRmax)、最大換気量($\dot{V}E \max$)

$\dot{V}O_2 \max$: $\dot{V}O_2 \max$ の測定方法は、黒田ら¹⁹⁾、猪飼ら²¹⁾の方法を参考にした。すなわち、各被験者に対し斜度5度のトレッドミル(西川鉄工NT12型)を用い、最初のスピ

ードを男子では160m/min.または180m/min.、女子は120m/min で3分間走行後に連続して2分毎に20m/min を増速するスピード漸増法で Exhaustion に至るまで走行させた²³⁾。 $\dot{V}O_2 \max$ の決定は、呼吸商1.10以上の値のうち最大値を採用した。呼気ガスはダグラスバッグ法で採気し、フクダ CR150連続呼吸気量計を用いて呼気ガス量を計測した。なお、サンプルバッグに採気した呼気ガスの濃度は、MINATO Aeromonitor AE-280を用いて O_2 及び CO_2 の濃度を分析した。心拍数は日本光電製テレメーターシステムによった。

$Max O_2 \text{ debt}$ (または $O_2 \text{ debt max}$) : $Max O_2 \text{ debt}$ の測定方法は黒田ら²⁰⁾、Hermansen²²⁾の方法を参考にした。つまり、トレッドミルを斜度5度に固定し、測定前に予め個人の走能力を測定した後に、60~70秒前後で Exhaustion に至るような男子で260~300m/min.、女子では230~250m/min で走行させた。Exhaustion に至る走行後、直ちに座位安静にさせ、回復期40分間の呼気ガスをダグラスバッグに回復期の1分、2分、3分、4分、5分、10分、15分間に区分して採気し、超過代謝量をもって $Max O_2 \text{ debt}$ を決定した²³⁾。なお、 $Max O_2 \text{ debt}$ の算定に必要な安静代謝量は、来室後30分間座位安静にさせた後に、10分間の座位安静時呼気ガス量を2回計測し、 $\dot{V}O_2 \max$ と同様の方法で分析して得られた値の平均値とした。同時に、基礎代謝量基準値²³⁾からの安静時代謝量も併せて算出し、実測値の信頼性チェックをした。

5. 最大無酸素パワー

コンビ社製 POWERMAX-V により無酸素パワーテストプログラムにて最大値 (Watts) で決定した。つまり10秒間の全力ペダリングを、120秒の休息をはさんで実施した3回のうちの最大値を最大無酸素パワーとした。

C 統計処理

平均値の差の検定は、t-検定で行った。

D. 種目、区分別の表示の仕方

例えば身長なら、「長距離高校171.0cm」などのように、種目別・中学生・高校生・成人の区分別の後に測定値を示し、単位は必要な時のみに示し、簡便に表示した。なお、表には全体、区分別に示したが、図には全体は示さず区分別のみを示した。文章での「表」は男子で表2-1、表2-2、表2-3を示し、女子では表3-1、表3-2、表3-3を意味する。

III 結 果

A. 体格、皮脂厚、身体組成

1. 体格

a) 男子

測定結果は表2-1、2-2、2-3に示した。

身長：身長は、長距離全体で169.9cmで、水泳中・高校生170.7cm、カヌー170.6cm、サッカー高校172.8cm、自転車168.9cmで、バレーボールが175.9cmと最も高かった。

体重：体重は、長距離が最も軽く57.1kgで、水泳が59.8kg、カヌー高校が60.3kg、自転車選手が62.4kg、サッカーが64.9kg、そしてバレーボールが66.7kgで、全国で準優勝したラグビー高校（北陽台）が70.6kg、同成人が79.7kgであった。

b) 女子

測定結果は表3-1、3-2、3-3に示した。

身長：身長は、表に示すように、バスケットボール高校165.7cm、バスケットボール成人165.3cm、バレーボール高校168.2cm、長距離全体157.5cm、水泳全体157.1cm、剣道で163.1cmであった。

体重：体重は、バスケットボール高校58.2kg、バスケットボール成人60.9kg、バレー

Table 2-1 Mean and standard deviation of physical characteristic, body composition and physical work capacity on elite athletes in Nagasaki Prefecture. (Male)

	Distance Running			Sprinting	Soccer	Volleyball	Cycling
	All	Senior H.S.	Adult	Senior H.S.	Senior H.S.	Senior H.S.	Senior H.S.
Numbers	146	30	116	3	127	10	54
Age (yrs)	21.7±4.0	16.7±0.9	23.0±3.5	16.7±0.5	17.2±1.0	16.5±0.5	16.9±0.9
Height (cm)	169.9±3.85	170.1±4.36	169.8±3.73	173.3±3.22	172.8±5.13	175.9±8.17	168.6±4.26
Weight (kg)	57.14±4.41	55.83±4.50	57.48±4.33	69.93±1.70	64.88±5.13	66.72±8.53	62.36±6.60
Chest Cir. (cm)	85.1±3.30	83.9±4.00	85.4±3.04	86.6±3.05	88.3±3.57	86.7±4.01	87.3±4.62
Body Volume (l)	52.90±4.18	51.70±4.23	53.20±4.12	55.96±1.93	60.10±4.91	62.26±8.29	58.15±6.50
Body Surface Area (m ²)	1.16±0.07	1.60±0.08	1.61±0.07	1.68±0.04	1.72±0.09	1.77±0.15	1.67±0.09
SF-triceps (mm)	5.9±1.8	6.7±2.3	5.7±1.6	5.3±2.4	8.3±2.2	9.9±2.8	9.6±3.6
SF-scapula (mm)	7.3±1.4	7.1±1.3	7.3±1.4	6.3±1.2	8.2±1.5	9.2±1.4	9.8±3.4
SF-abdominal (mm)	6.8±2.3	6.7±1.9	6.8±2.4	5.7±1.7	8.4±2.6	9.4±1.7	12.5±5.7
3-Skinfolds (mm)	19.9±4.5	20.4±4.5	19.8±4.6	17.3±4.8	24.9±5.3	28.5±4.5	31.9±12.0
8-Skinfolds (mm)	48.9±11.2	51.7±9.3	48.2±11.5	44.7±10.8	63.8±14.0	75.9±14.3	80.4±30.7
Body Density (g/ml)	1.0805±0.0071	1.0800±0.0066	1.0806±0.0073	1.0888±0.0071	1.0799±0.0079	1.0724±0.0112	1.0731±0.0103
%Fat (%)	8.8±2.8	9.0±2.6	8.7±2.8	5.5±2.8	9.0±3.1	12.0±4.5	11.7±4.1
Fat (kg)	5.05±1.74	5.03±1.58	5.06±1.79	3.40±1.78	5.89±2.23	7.45±3.72	7.45±3.22
LBM (kg)	52.09±3.95	50.80±4.12	52.43±3.86	57.52±0.15	58.99±4.49	58.58±6.73	54.91±4.91
LBM/Height (kg/m)	30.64±2.01	29.84±2.11	30.85±1.95	33.20±0.70	34.12±2.14	33.23±2.64	32.56±2.60
Vital Capacity (l)	4.08±0.47	3.98±0.52	4.11±0.46	4.31±0.32	4.27±0.44	4.66±0.91	4.10±0.50
Total Lung Capacity (l)	5.49±0.57	5.27±0.59	5.55±0.56	5.74±0.27	5.61±0.58	5.99±1.09	5.50±0.60
Residual Volume (l)	1.41±0.31	1.29±0.35	1.44±0.29	1.43±0.39	1.34±0.31	1.33±0.31	1.41±0.34
V _{max} (l/min)	142.7±14.4	133.5±14.4	145.0±13.5	120.4±17.7	139.6±16.1	137.6±16.4	127.6±19.6
VO ₂ max (l/min)	3.89±0.40	3.71±0.45	3.93±0.38	3.50±0.71	3.94±0.38	3.22±0.49	3.58±0.44
VO ₂ max/Weight (ml/kg/min)	68.1±5.3	66.8±5.4	68.4±5.2	59.2±11.5	61.0±5.4	48.7±7.2	57.7±6.3
VO ₂ max/LBM (ml/kg/min)	74.7±5.9	73.3±5.8	75.1±5.9	60.7±12.5	67.0±6.2	55.4±8.9	65.2±6.5
Max O ₂ debt (l)	7.94±1.71	7.23±2.31	8.12±1.48	8.66±0.68	9.19±1.83	8.19±2.67	8.00±1.43
Max O ₂ debt/Weight (ml/kg)	139±29	130±40	142±25	144±13	142±27	122±31	129±22
Max O ₂ debt/LBM (ml/kg)	153±32	142±43	156±28	150±12	156±30	139±37	146±25
V _e /V _{O₂} (l/l)	29.2±4.4	29.9±5.7	29.0±4.1	29.5±0	29.5±4.9	31.8±5.2	28.9±5.3
Anaerobic Power (watts)	688.2±98.9	735.8±60.8	679.0±102.9	-	889.2±111.6	-	863.0±99.1

3-skinfolds: triceps+scapula+abdominal, 8-skinfolds: triceps+scapula+abdominal+supra-iliac+chest+thigh+axilla+knee
LBM: lean body mass

Table 2-2 Mean and standard deviation of physical characteristic, body composition and physical work capacity on elite athletes in Nagasaki Prefecture. (Male)

	Canoeing			Weight Lifting			Karate
	All	Senior H.S.	Adult	All	Senior H.S.	Adult	Adult
Numbers	76	72	4	23	20	3	14
Age (yrs)	17.4±2.0	17.1±1.1	24.3±0.9	18.2±2.9	17.1±0.6	25.3±2.0	19.7±0.7
Height (cm)	170.6±4.62	170.3±4.56	174.9±3.90	166.5±5.07	166.7±5.25	165.0±4.07	169.2±3.28
Weight (kg)	61.07±6.83	60.31±6.16	74.75±2.06	63.44±7.97	62.50±7.87	69.73±6.54	62.10±5.06
Chest Cir. (cm)	89.1±5.69	88.4±4.93	101.6±3.99	90.0±3.05	89.0±4.37	96.4±4.31	87.3±3.20
Body Volume (l)	56.65±6.61	55.95±6.02	69.39±2.35	59.06±7.68	58.26±7.70	64.40±5.94	58.12±4.81
Body Surface Area (m ²)	1.66±0.10	1.65±0.09	1.85±0.05	1.66±0.11	1.65±0.12	1.72±0.10	1.67±0.07
SF-triceps (mm)	7.5±3.0	7.5±3.1	7.4±1.3	9.2±3.8	9.9±3.6	4.5±0.5	7.8±2.6
SF-scapula (mm)	8.3±2.6	8.2±2.6	10.6±1.7	9.5±3.7	10.0±3.7	6.3±0.3	10.5±2.7
SF-abdominal (mm)	8.4±3.9	8.1±3.7	13.1±3.2	10.3±6.4	10.7±6.8	8.0±2.3	10.7±3.3
3-Skinfolds (mm)	24.3±8.8	23.9±8.8	31.1±5.9	29.0±13.2	30.5±13.5	18.8±3.1	29.0±7.4
8-Skinfolds (mm)	62.5±20.4	61.5±20.3	80.3±15.2	72.5±31.5	76.1±32.1	48.5±5.7	78.5±21.6
Body Density (g/ml)	1.0786±0.0093	1.0787±0.0094	1.0775±0.0099	1.0747±0.0116	1.0736±0.0120	1.0826±0.0028	1.0686±0.0088
%Fat (%)	9.5±3.7	4.5±3.7	10.0±3.9	11.1±4.6	11.5±4.8	7.9±1.1	13.5±3.5
Fat (kg)	5.94±2.78	5.85±2.76	7.49±2.98	7.13±3.45	7.38±3.64	5.50±0.58	8.38±2.27
LBM (kg)	55.14±5.38	54.46±4.65	67.26±2.23	56.31±6.67	55.12±5.96	64.24±6.53	53.72±4.61
LBM/Height (kg/m)	32.30±2.77	31.96±2.41	38.47±1.25	33.77±3.47	33.01±2.86	38.88±3.04	31.72±2.38
Vital Capacity (l)	4.00±0.56	3.92±0.45	4.44±0.20	3.78±0.49	3.74±0.47	4.07±0.63	4.12±0.47
Total Lung Capacity (l)	5.47±0.81	5.38±0.73	6.99±0.66	4.99±0.54	4.95±0.49	5.27±0.89	5.38±0.63
Residual Volume (l)	1.47±0.45	1.46±0.45	1.55±0.46	1.21±0.24	1.21±0.24	1.20±0.26	1.26±0.44
V _E max (l/min)	130.6±15.8	129.8±15.8	144.7±5.9	—	—	—	126.0±16.7
VO ₂ max (l/min)	3.45±0.50	3.40±0.46	4.33±0.31	—	—	—	3.13±0.29
VO ₂ max/Weight (ml/kg/min)	56.5±5.6	56.4±5.7	57.9±3.5	—	—	—	50.4±3.2
VO ₂ max/LBM(ml/kg/min)	62.5±6.5	62.4±6.6	64.5±5.9	—	—	—	58.6±4.1
Max O ₂ debt (l)	8.72±2.32	8.48±2.12	12.96±1.60	8.64±1.87	8.45±1.78	9.73±2.36	—
Max O ₂ debt/Weight (ml/kg)	142±33	140±32	174±25	140±33	140±34	140±31	—
Max O ₂ debt/LBM (ml/kg)	157±36	155±35	193±22	157±38	158±40	152±33	—
V _E /VO ₂ (l/l)	28.8±4.7	28.9±4.5	27.7±7.2	28.2±2.5	28.3±1.8	27.4±5.4	—
Anaerobic Power (watts)	—	779.7±101.4	—	—	725.8±81.0	—	—

3-skinfolds: triceps+scapula+abdominal, 8-skinfolds: triceps+scapula+abdominal+supra-iliac+chest+thigh+axilla+knee
LBM: lean body mass

Table 2-3 Mean and standard deviation of physical characteristic, body composition and physical work capacity on elite athletes in Nagasaki Prefecture. (Male)

	Swimming			Rugby		
	All	Junior H.S.	Senior H.S.	All	Senior H.S.	Adult
Numbers	30	17	13	31	15	16
Age (yrs)	15.7±1.1	15.1±0.9	16.6±0.8	20.1±3.5	17.0±0.5	22.9±2.5
Height (cm)	170.7±4.42	169.7±5.22	171.9±2.85	174.6±5.44	173.7±5.53	175.4±5.40
Weight (kg)	59.76±6.63	58.45±7.42	61.48±5.21	75.31±9.56	70.62±4.99	79.70±10.82
Chest Cir. (cm)	87.3±4.61	85.9±4.69	89.0±4.00	95.9±5.46	92.9±3.10	98.6±5.83
Body Volume (l)	55.63±6.12	54.51±6.75	57.10±5.06	70.22±9.60	65.43±4.96	74.72±10.82
Body Surface Area (m ²)	1.65±0.11	1.62±0.12	1.68±0.08	1.85±0.13	1.80±0.07	1.91±0.14
SF-triceps (mm)	8.1±3.1	9.6±2.9	6.2±2.2	9.9±4.6	10.6±5.4	9.3±3.7
SF-scapula (mm)	7.8±1.9	7.8±1.7	7.7±2.2	12.7±5.8	10.5±4.3	14.6±6.4
SF-abdominal (mm)	8.2±2.9	9.0±2.8	7.1±2.7	13.8±6.6	10.8±6.0	16.7±6.0
3-Skinfolds (mm)	24.0±7.2	26.4±6.8	21.0±6.7	36.4±15.2	31.9±15.2	40.6±14.3
8-Skinfolds (mm)	62.1±17.1	67.2±15.3	55.4±17.6	90.4±36.3	78.1±33.9	101.9±35.7
Body Density (g/ml)	1.0742±0.0093	1.0720±0.0098	1.0771±0.0079	1.0737±0.0136	1.0798±0.0138	1.0679±0.0109
%Fat (%)	11.9±3.7	12.1±4.0	10.1±3.1	11.5±5.4	9.1±5.5	13.8±4.4
Fat (kg)	6.69±2.06	7.00±1.98	6.30±2.18	8.99±5.13	6.51±4.08	11.33±5.01
LBM (kg)	53.07±6.51	51.45±7.64	55.18±4.03	66.31±6.14	64.11±4.96	68.38±6.57
LBM/Height (kg/m)	31.04±3.25	30.24±3.82	32.09±1.97	37.95±2.83	36.90±2.32	38.94±2.98
Vital Capacity (l)	4.41±0.72	4.14±0.72	4.75±0.55	4.69±0.49	4.54±0.50	4.83±0.47
Total Lung Capacity (l)	5.81±0.86	5.60±1.00	6.08±0.57	6.14±0.70	6.13±0.89	6.16±0.49
Residual Volume (l)	1.40±0.43	1.45±0.40	1.33±0.47	1.45±0.35	1.58±0.45	1.33±0.15
V _E max (l/min)	134.8±14.8	133.4±14.8	136.8±15.3	156.3±13.6	158.0±11.9	154.7±15.4
VO ₂ max (l/min)	3.70±0.54	3.59±0.49	3.83±0.58	4.09±0.34	4.11±0.28	4.08±0.41
VO ₂ max/Weight (ml/kg/min)	62.3±6.3	62.4±5.6	62.2±7.5	54.9±6.1	58.6±2.8	51.4±6.4
VO ₂ max/LBM(ml/kg/min)	70.3±7.1	71.0±6.6	69.4±7.9	62.1±5.7	64.7±4.8	59.7±5.6
Max O ₂ debt (l)	7.20±2.73	7.00±2.74	7.47±1.31	12.53±1.7	12.39±2.06	12.66±1.35
Max O ₂ debt/Weight (ml/kg)	120±28	119±35	121±17	168±26	177±28	160±21
Max O ₂ debt/LBM (ml/kg)	135±30	134±37	135±17	190±23	194±27	185±20
V _E /VO ₂ (l/l)	28.9±4.6	29.7±5.2	27.9±3.5	27.2±3.9	28.1±4.3	26.2±3.4
Anaerobic Power (watts)	825.3±166.6	836.1±185.9	782.0±55.2	1025.9±107.8	1042.3±94.8	1011.6±119.1

3-skinfolds: triceps+scapula+abdominal, 8-skinfolds: triceps+scapula+abdominal+supra-iliac+chest+thigh+axilla+knee
LBM: lean body mass

ーボール高校61.2kg、長距離全体が48.8kg、水泳50.0kg、カヌー高校58.3kg、剣道58.0kgであった。

2. 皮 脂 厚

a) 男子

皮脂厚8部位和(表では8-Skinfold)の結果は表2-2、2-2、2-3に示した。皮脂厚8部位和は、長距離全体が48.9mmで他の種目に比べて薄い皮脂厚和であった。他の種目では、カヌー62.5mm、バレーボール75.9mm、水泳62.1mm、サッカー63.5mm、自転車80.4mm、ラグビー高校78.1mm、ラグビー成人101.9mmなどであった。

b) 女子

皮脂厚8部位和を表3-1、3-2、3-3に示した。バレーボール高校117.6mm、バスケットボール成人120.5mm、バスケットボール高校104.9mmで、長距離全体が95.7mmであった。長距離全体は球技(バレーボールとバスケットボール)に比べて有意($p < 0.05$)に低かった。長距離高校は陸上投擲の62.3%と低い皮脂厚の割合であった。

3. 身体組成(% Fat、LBM(kg)、LBM/Ht)

a) 男子

身体組成の結果については表2-1、2-2、2-3と図1、図3に示した。% Fatは、男子スポーツ選手は低い傾向にあった。中でも長距離全体は8.8%で、水泳11.3%、カヌー9.5%、自転車11.7%、サッカーが9.0%、バレーボールで12.0%の% Fat

Table 3-1 Mean and standard deviation of physical characteristic, body composition and physical work capacity on elite athletes in Nagasaki Prefecture. (Female)

	Distance Running				Sprinting			Throwing
	All	Junior H.S.	Senior H.S.	Adult	All	Senior H.S.	Adult	Adult
Numbers	97	9	26	62	96	3	93	32
Age (yrs)	19.0±5.3	14.5±1.1	16.7±0.7	20.7±5.9	19.1±2.8	17.0±1.2	19.2±0.7	19.2±0.7
Height (cm)	157.5±4.47	155.7±4.18	159.7±4.44	156.9±4.26	61.2±4.87	156.8±3.58	161.3±4.85	161.8±4.29
Weight (kg)	48.76±3.49	44.93±4.13	47.95±3.25	49.66±3.05	54.37±5.36	47.09±0.36	54.60±5.28	60.05±4.49
Chest Cir. (cm)	76.9±2.70	74.8±4.02	76.3±2.39	77.5±2.41	80.0±3.86	75.3±1.30	80.1±3.82	84.9±3.38
Body Volume (l)	45.97±3.43	42.44±3.91	45.07±3.22	46.86±3.05	51.37±5.25	44.24±0.74	51.63±5.17	57.07±4.50
Body Surface Area (m ²)	1.43±0.06	1.37±0.08	1.43±0.06	1.44±0.06	1.52±0.09	1.40±0.02	1.53±0.09	1.59±0.07
SP-triceps (mm)	12.9±3.5	11.8±2.5	11.6±3.5	13.6±3.6	14.1±3.4	12.2±1.5	14.2±3.4	17.3±3.8
SP-scapula (mm)	10.6±2.9	9.4±1.9	9.7±3.2	11.2±2.7	12.2±3.1	8.0±0.5	12.3±3.0	15.9±4.2
SP-abdominal (mm)	12.6±4.1	11.4±3.4	11.4±3.9	13.2±4.2	14.9±4.5	7.7±1.9	15.1±4.4	18.4±5.7
3-Skinfolds (mm)	36.0±9.0	32.6±6.5	32.6±9.7	38.0±8.6	41.2±9.7	27.8±3.8	41.6±9.5	51.6±12.4
8-Skinfolds (mm)	95.7±21.0	88.3±19.6	83.7±20.7	101.8±19.0	108.8±21.3	82.7±8.6	109.7±21.1	134.4±25.0
Body Density (g/ml)	1.0609±0.0093	1.0587±0.0043	1.0641±0.0095	1.0599±0.0095	1.0586±0.0086	1.0646±0.0098	1.0584±0.0086	1.0527±0.0114
%Fat (%)	16.6±3.8	17.5±1.7	15.3±3.8	17.0±3.8	17.5±3.5	15.1±3.9	17.6±3.5	20.0±4.7
Fat (kg)	8.13±2.09	7.86±1.10	7.37±2.10	8.48±2.13	9.59±2.43	7.11±1.90	9.67±2.41	12.06±3.24
LBM (kg)	40.64±2.92	37.03±3.47	40.58±2.77	41.18±2.56	44.77±4.05	39.98±1.55	44.93±4.02	47.99±3.80
LBM/Height (kg/m)	25.79±1.60	23.78±1.88	25.40±1.37	26.24±1.39	27.75±1.98	25.49±0.45	27.82±1.97	29.66±2.27
Vital Capacity (l)	2.96±0.37	2.65±0.32	2.98±0.35	3.01±0.37	3.12±0.46	3.09±0.19	3.12±0.46	3.30±0.41
Total Lung Capacity (l)	4.02±0.47	3.62±0.35	3.96±0.38	4.10±0.49	4.23±0.52	4.05±0.28	4.24±0.53	4.45±0.46
Residual Volume (l)	1.06±0.25	0.98±0.13	0.99±0.20	1.10±0.27	1.11±0.21	0.97±0.12	1.12±0.22	1.15±0.27
V _{max} (l/min)	99.9±9.5	92.2±7.9	104.6±8.0	98.2±9.3	94.9±10.6	89.4±12.4	95.4±10.5	104.1±7.2
VO ₂ max (l/min)	2.73±0.26	2.51±0.21	2.81±0.20	2.72±0.28	2.63±0.35	2.56±0.13	2.64±0.27	2.88±0.31
VO ₂ max/Weight (ml/kg/min)	56.3±5.2	55.8±2.4	58.7±4.4	54.6±5.7	49.1±5.3	54.6±2.7	48.6±5.2	47.6±4.6
VO ₂ max/LBM(ml/kg/min)	67.2±6.0	67.4±3.5	69.4±5.4	65.5±6.5	59.2±6.5	64.0±1.6	58.9±6.6	59.2±4.4
Max O ₂ debt (l)	4.99±1.51	4.66±1.19	5.34±1.66	4.78±1.43	6.02±1.40	5.09±0.79	6.03±1.42	5.88±1.16
Max O ₂ debt/Weight (ml/kg)	102±31	103±23	112±37	95±26	114±24	108±17	111±25	97±20
Max O ₂ debt/LBM (ml/kg)	122±37	124±28	132±43	114±32	134±28	127±20	135±29	121±25
V _e /VO ₂ (l/l)	26.7±3.9	30.7±4.0	30.6±3.7	28.4±3.9	27.9±3.6	28.9±0.0	27.8±3.7	28.1±3.4
Anaerobic Power (watts)	502.1±96.8	-	491.7±99.6	565.0±58.0	-	-	-	-

3-skinfolds: triceps+scapula+abdominal, 8-skinfolds: triceps+scapula+abdominal+supra-iliac+chest+thigh+axilla+knee
LBM: lean body mass

Table 3-2 Mean and standard deviation of physical characteristic, body composition and physical work capacity on elite athletes in Nagasaki Prefecture. (Female)

	Canoeing		Volleyball		Basketball		
	Senior H.S.	All	Senior H.S.	Adult	All	Senior H.S.	Adult
Numbers	11	121	86	35	123	56	67
Age (yrs)	16.9±0.8	17.5±1.4	16.8±0.8	19.4±0.6	18.9±2.2	17.0±0.8	20.5±1.6
Height (cm)	158.8±6.21	166.6±6.24	168.2±6.01	162.8±5.03	165.5±6.47	165.7±6.40	165.3±6.57
Weight (kg)	58.30±9.32	60.17±5.53	61.20±5.32	57.64±5.27	59.65±6.13	58.21±5.95	60.85±6.06
Chest Cir. (cm)	83.2±6.25	82.8±3.81	82.7±3.88	82.9±3.69	82.6±3.77	81.9±3.69	83.3±3.74
Body Volume (l)	55.54±8.74	57.15±5.47	58.10±5.27	54.80±5.34	56.50±6.09	55.08±5.96	57.68±5.98
Body Surface Area (m ²)	1.55±0.14	1.63±0.09	1.65±0.09	1.57±0.09	1.61±0.11	1.60±0.11	1.63±0.11
SF-triceps (mm)	18.5±5.1	16.3±3.9	16.5±4.0	15.7±3.7	15.3±4.0	14.7±3.6	67.0±15.8
SF-scapula (mm)	16.5±3.3	12.9±3.9	12.5±3.6	13.9±4.5	12.8±4.3	11.3±3.4	14.0±4.6
SF-abdominal (mm)	18.7±4.8	15.6±4.8	15.4±4.7	16.2±4.9	15.6±5.0	14.1±4.2	16.8±5.22
3-Skinfolds (mm)	53.6±11.9	44.8±10.8	44.8±10.6	45.8±11.5	43.6±11.5	40.2±8.8	46.5±12.0
8-Skinfolds (mm)	141.5±28.1	118.5±25.8	117.6±25.5	120.9±27.0	113.4±25.5	104.8±20.8	120.5±26.9
Body Density (g/ml)	1.0495±0.0109	1.0532±0.0089	1.0537±0.0089	1.0522±0.0088	1.0564±0.0115	1.0576±0.0123	1.0554±0.0109
%Fat (%)	21.3±4.6	19.7±3.7	19.6±3.7	20.2±3.6	18.5±4.7	18.0±5.0	18.9±4.5
Fat (kg)	12.34±2.73	11.96±2.87	12.05±2.84	11.75±2.98	11.12±3.50	10.59±3.58	11.57±3.40
LBM (kg)	45.96±4.40	48.21±4.03	49.16±3.96	45.89±3.21	48.53±4.63	47.62±4.33	49.28±4.78
LBM/Height (kg/m)	28.85±4.62	28.92±1.97	29.22±2.04	28.18±1.58	29.29±1.98	28.70±1.82	29.77±1.98
Vital Capacity (l)	3.13±0.51	3.40±0.45	3.46±0.44	3.24±0.47	3.37±0.46	3.40±0.45	3.35±0.47
Total Lung Capacity (l)	4.42±0.66	4.57±0.61	4.66±0.60	4.37±0.59	4.49±0.61	4.54±0.60	4.45±0.63
Residual Volume (l)	1.29±0.38	1.17±0.30	1.19±0.30	1.13±0.29	1.12±0.30	1.14±0.32	1.10±0.28
V _{max} (l/min)	104.5±17.2	—	101.7±11.1	—	106.4±14.7	110.7±13.7	100.8±14.1
VO _{2max} (l/min)	2.57±0.36	—	2.76±0.31	—	3.01±0.35	2.99±0.34	3.04±0.36
VO _{2max} /Weight (ml/kg/min)	43.9±5.4	—	45.4±5.2	—	51.0±5.6	51.8±6.2	50.0±4.5
VO _{2max} /LBM (ml/kg/min)	55.1±6.7	—	56.3±6.0	—	62.2±5.6	63.0±5.9	61.1±4.9
Max O ₂ debt (l)	5.22±1.42	—	6.00±1.22	—	6.26±1.85	6.86±1.99	5.47±1.30
Max O ₂ debt/Weight (ml/kg)	89±16	—	98±19	—	106±32	118±34	90±21
Max O ₂ debt/LBM (ml/kg)	113±17	—	122±22	—	129±37	144±38	110±24
V _e /VO ₂ (l/l)	30.5±4.1	—	29.7±3.6	—	30.3±4.6	30.2±4.7	30.4±4.6
Anaerobic Power (watts)	491.7±114.8	—	671.8±65.1	—	—	628.4±65.8	—

3-skinfolds: triceps+scapula+abdominal, 8-skinfolds: triceps+scapula+abdominal+supra-iliac+chest+thigh+axilla+knee
LBM: lean body mass

Table 3-3 Mean and standard deviation of physical characteristic, body composition and physical work capacity on elite athletes in Nagasaki Prefecture. (Female)

	Swimming			Gymnastic		Dance	Badminton	Kendo
	All	Junior H.S.	Senior H.S.	Adult	Adult	Adult	Adult	Senior H.S.
Numbers	29	13	16	9	17	6	7	
Age (yrs)	15.3±1.2	14.3±0.9	16.1±0.7	19.8±0.7	19.2±0.6	19.2±0.5	16.9±0.6	
Height (cm)	157.1±3.82	156.3±4.20	157.8±3.47	156.1±4.72	158.3±4.21	159.2±4.39	163.1±3.10	
Weight (kg)	50.00±6.51	46.17±6.57	53.11±4.64	53.52±3.84	52.46±4.99	53.02±4.45	57.99±4.90	
Chest Cir. (cm)	82.5±4.47	80.0±4.58	84.5±3.35	81.94±3.68	80.3±3.15	80.2±1.72	81.2±3.25	
Body Volume (l)	47.49±6.39	43.67±6.28	50.60±4.67	50.67±3.63	50.00±4.87	50.17±4.20	55.32±4.81	
Body Surface Area (m ²)	1.44±0.10	1.39±0.11	1.49±0.07	1.48±0.07	1.48±0.09	1.49±0.08	1.58±0.07	
SF-triceps (mm)	13.1±3.3	11.4±2.9	14.5±3.0	15.6±4.0	14.2±3.7	13.9±2.7	17.6±2.4	
SF-scapula (mm)	11.1±3.8	9.4±3.6	12.4±3.5	14.6±3.3	13.6±3.1	13.1±1.8	16.0±5.1	
SF-abdominal (mm)	14.2±5.2	10.8±3.5	17.3±4.6	15.8±3.2	16.8±3.9	18.5±4.1	17.6±4.6	
3-Skinfolds (mm)	38.4±11.3	31.7±9.50	43.9±9.7	46.0±7.9	44.2±8.9	45.5±5.7	51.1±10.0	
8-Skinfolds (mm)	105.0±26.9	87.5±20.3	119.3±23.1	120.4±20.8	116.7±19.8	115.2±14.1	139.2±23.5	
Body Density (g/ml)	1.0534±0.0097	1.0575±0.0072	1.0501±0.0090	1.0563±0.0111	1.0496±0.0115	1.0567±0.0076	1.0486±0.0040	
%Fat (%)	19.7±4.0	18.0±3.7	21.0±3.7	18.5±4.5	21.3±4.8	18.3±3.1	21.6±1.7	
Fat (kg)	9.96±2.82	8.35±2.17	11.26±2.66	9.80±2.38	11.19±2.83	9.69±1.73	12.58±1.86	
LBM (kg)	40.04±4.47	37.82±5.35	41.85±3.15	43.64±4.05	41.28±4.31	43.33±4.07	45.41±4.32	
LBM/Height (kg/m)	25.45±2.52	24.15±2.92	26.50±1.56	27.91±2.01	26.04±2.20	27.19±2.01	27.84±2.05	
Vital Capacity (l)	3.10±0.37	2.90±0.43	3.26±0.21	2.82±0.19	3.19±0.30	3.02±0.37	3.13±0.29	
Total Lung Capacity (l)	4.16±0.47	3.90±0.53	4.37±0.29	3.96±0.51	4.03±0.41	4.23±0.50	4.15±0.50	
Residual Volume (l)	1.06±0.21	1.00±0.18	1.10±0.22	1.13±0.40	0.84±0.20	1.21±0.22	1.02±0.22	
V _{max} (l/min)	98.1±17.7	91.5±13.6	103.0±19.1	—	—	—	107.2±13.8	
VO _{2max} (l/min)	2.72±0.36	2.59±0.36	2.81±0.38	—	—	—	2.68±0.29	
VO _{2max} /Weight (ml/kg/min)	55.5±7.8	58.1±7.4	53.7±7.8	—	—	—	46.1±1.9	
VO _{2max} /LBM (ml/kg/min)	68.1±9.1	69.1±8.6	67.4±9.7	—	—	—	61.1±4.9	
Max O ₂ debt (l)	5.07±1.06	5.09±1.44	5.05±1.69	—	—	—	5.78±1.98	
Max O ₂ debt/Weight (ml/kg)	102±32	111±29	96±33	—	—	—	100±33	
Max O ₂ debt/LBM (ml/kg)	126±35	134±30	121±39	—	—	—	128±41	
V _e /VO ₂ (l/l)	32.8±6.6	30.9±6.4	34.4±6.7	—	—	—	30.2±4.7	
Anaerobic Power (watts)	582.7±78.6	581.2±79.1	583.7±85.8	—	—	—	577.7±87.2	

3-skinfolds: triceps+scapula+abdominal, 8-skinfolds: triceps+scapula+abdominal+supra-iliac+chest+thigh+axilla+knee
LBM: lean body mass

を示し、種目間の平均には有意な差は認められなかった。LBM (kg) は、種目間に体重の差異が見られるので、そのLBM (kg) の重量にも種目間に差があった。たとえば

サッカー59.0kg、バレーボール58.6kg、ラグビー全体66.3kgが重い方の種目で、次に重い種目が自転車54.9kg、カヌー高校54.5kg、水泳高校55.2kgなどであり、長距離全体が最も軽く52.1kgであった。身長 (Ht) は1 m当たりのLBM (kg) を示すLBM / H t(kg/m) は、ラグビー高校36.9、同成人38.9、自転車32.6、サッカー34.1、バレー

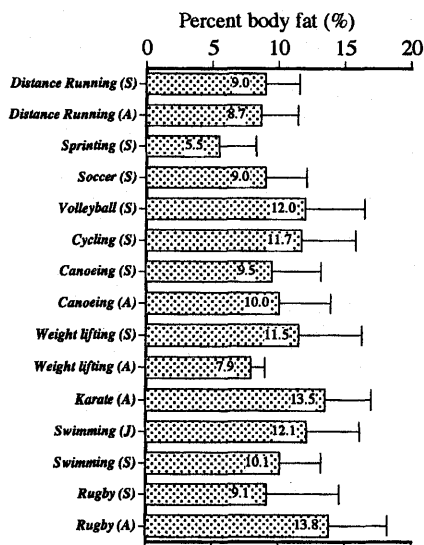


Fig. 1 Percent body fat on elite male athletes in Nagasaki Prefecture. J; Junior high school student, S; Senior high school student, A; Adult and college student

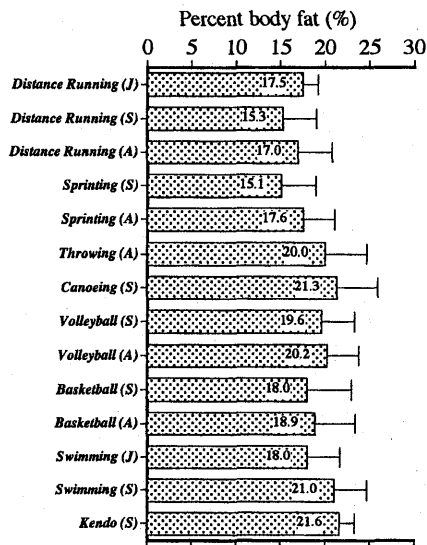


Fig. 2 Percent body fat on elite female athletes in Nagasaki Prefecture. J; Junior high school student, S; Senior high school student, A; Adult and college student

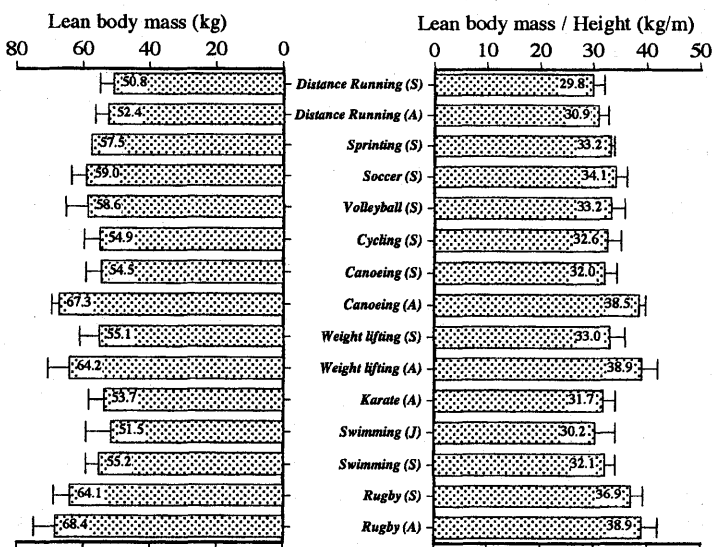


Fig. 3 Lean body mass on elite male athletes in Nagasaki Prefecture. J; Junior high school student, S; Senior high school student, A; Adult and college student

ーボール33.2が高いグループの種目であった。他の種目では、長距離全体が30.6、水泳が31.0、カヌー高校が32.0であった。なお、オリンピック代表内野選手を含むカヌー成人は38.5であった。

b) 女子

身体組成の成績は表3-1、3-2、3-3と図2、図4に示した。

% Fat : % Fat は、長距離全体が16.6%、水泳が19.7%、バスケットボール成人が18.9%、同高校が18.0%、バレーボール高校が19.6%、水泳中学18.0%、同高校21.0%、器械体操成人が18.5%、剣道が21.6%、カヌーが21.3%などであった。

LBM (kg) は体重から体脂肪を除いた除脂肪体重 (LBM) の重量であり、筋肉量、骨格、内臓などを含む活性組織とも言われる組織重量である。バスケットボール成人で49.3kg、バレーボール高校49.2kg台であった。長距離中学37.0kg、同高校40.6kg長距離全体で40.6kg、水泳中学が37.8kgと最も軽かった。剣道は45.4kgであった。

LBM/H t (身長 (Ht) 1 m 当たりの LBM の重量 (kg/m)) を見ると、バスケットボール成人の平均値が29.8、バスケットボール高校が28.7、バレーボール高校が29.2、逆に水泳全体では25.5、長距離全体が25.8、同短距離成人が27.8、投擲成人が29.7、剣道が27.8であった。球技種目で、身長、体重が重いバレーボール、バスケットボール種目の選手で高い値を示した。

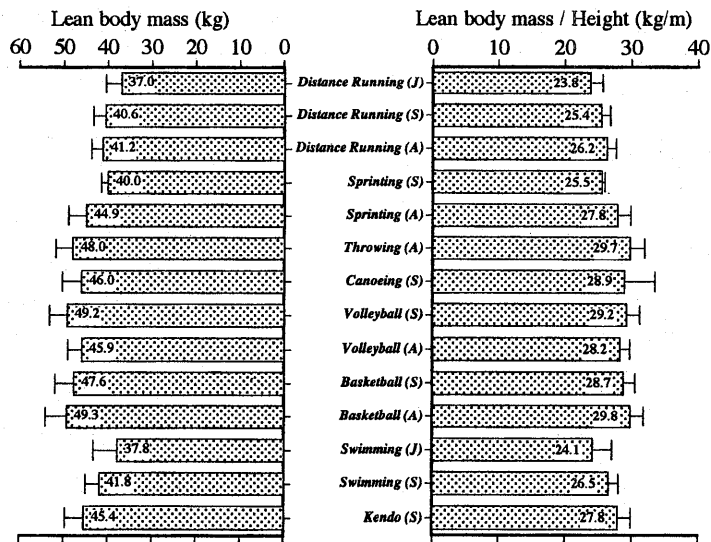


Fig. 4 Lean body mass on elite female athletes in Nagasaki Prefecture.
 J; Junior high school student, S; Senior high school student,
 A; Adult and college student

B. $\dot{V}E$ (l/min)

a) 男子

最大換気量の結果は表及び図5に示した。ラグビー高校158.0l、ラグビー成人154.7l、長距離成人145.0l、サッカー成人139.6l、カヌー成人144.7l、自転車127.6lなどであった。

b) 女子

女子の最大換気量の結果は表及び図6に示した。女子の種目で100lを越える種目は、長距離成人104.6l、投擲104.1l、カヌー104.5l、バレーボール101.7l、バスケットボール高校110.7l、水泳高校103.0l、剣道107.2lなどであった。長距離中学が92.2l、水泳中学は91.5lであった。

C. $\dot{V}O_2 \max$ (l/min, ml/kg·min)

a) 男子

$\dot{V}O_2 \max$ (l) は、1分間当たりの最大酸素摂取量の絶対量を示すものでその成績は表、図7に示した。カヌー高校が3.40l、バレーボール3.22lを除くと、長距離成人が3.93l、長距離高校が3.71l、自転車が3.58l、サッカー3.94l、ラグビー高校4.11l、同成人4.08lで高いグループであった。体重当たりの $\dot{V}O_2 \max$ (ml/kg·min) では、長距

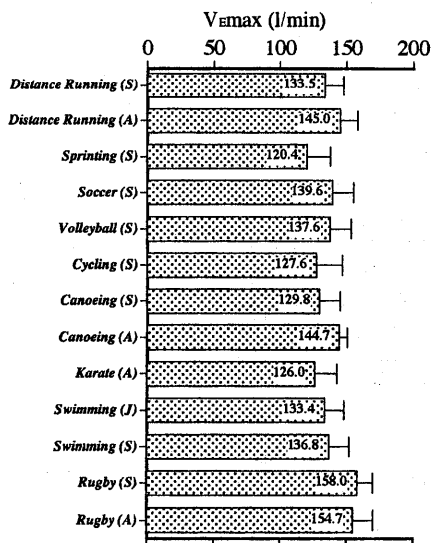


Fig. 5 Maximal expiratory gas volume on elite male athletes in Nagasaki Prefecture.

J; Junior high school student, S; Senior high school student, A; Adult and college student

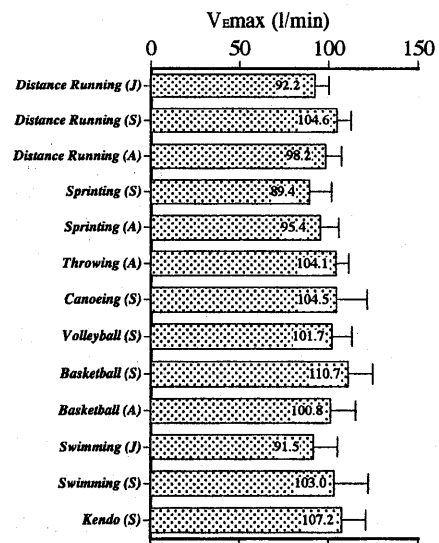


Fig. 6 Maximal expiratory gas volume on elite female athletes in Nagasaki Prefecture.

J; Junior high school student, S; Senior high school student, A; Adult and college student

離成人が68.4mlで最も高い $\dot{V}O_2 \max$ 値であった。長距離高校66.8mlで、水泳62.3ml、カヌー高校が56.4ml、自転車が57.7ml、サッカーが61.0ml、バレーボール48.7ml、ラグビー高校58.6ml、同成人が51.4mlであった。

b) 女子

$\dot{V}O_2 \max$ (l/min) は、表と図8に示した。バスケットボール成人が3.04l、バスケットボール高校2.99lが高いグループの種目であった。バレーボール高校2.76l、長距離2.73lでわずかに高かった。 $\dot{V}O_2 \max$ (ml/kg・min) は体重1kg当たり、1分間当たりの $\dot{V}O_2$ である。スポーツ選手の有酸素的作業能としてはむしろ体重当たりの方が良く利用されることが多い。長距離中学55.8ml、長距離高校58.7ml、水泳全体が55.5ml、バスケットボール成人が50.0ml、バスケットボール高校51.8ml、バレーボール高校45.4ml、剣道で46.1mlであった。

D. Max O₂ debt (l, ml/kg)

Max O₂ debt はスピード、パワーの指標として、つまり無酸素的エネルギーの指標として測定し、古くから利用されている。

a) 男子

測定結果は表と図9に示した。Max O₂ debt (l) 表示では、サッカー9.19l、バレーボール8.19l、長距離成人8.12l、自転車8.00l、ラグビー高校12.39l、同成人12.66lが Max O₂ debt の高いグループの種目であった。他の種目では、カヌーの8.48l、水

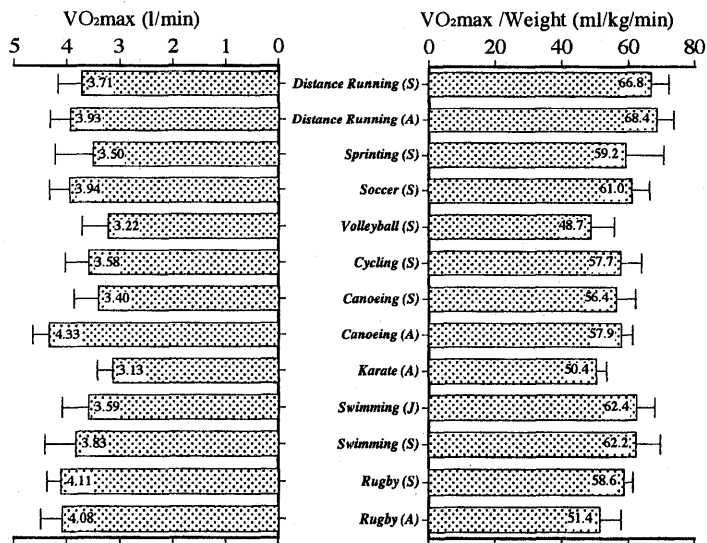


Fig. 7 Maximal oxygen intake on elite male athletes in Nagasaki Prefecture.

J; Junior high school student, S; Senior high school student, A; Adult and college student

泳全体7.20l、長距離高校で7.23lの $Max O_2 debt$ (l) であった。体重当たりの $Max O_2 debt$ (ml/kg) は、高い方の種目が、長距離成人つまり主として九州一周駅伝長崎県代表選手の142ml、同高校が130ml、サッカー(国見高校)の142ml、ラグビー高校177ml、同成人160mlであった。他の種目では、カヌー高校が140mlで、バレー122ml、水泳

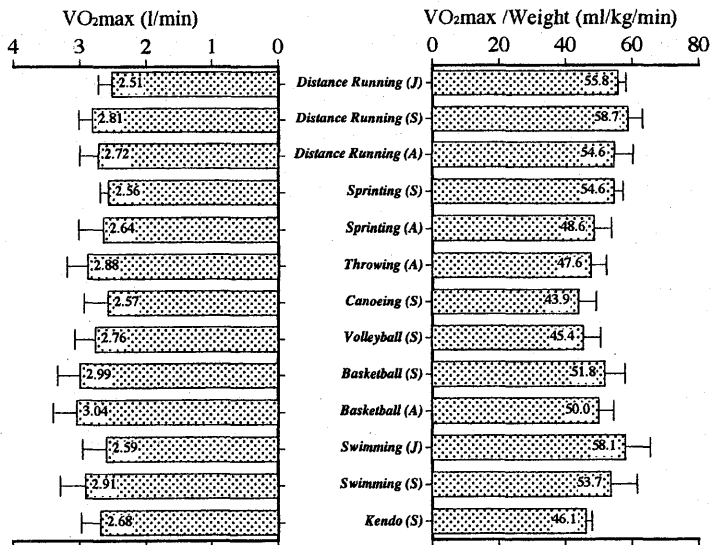


Fig. 8 Maximal oxygen intake on elite female athletes in Nagasaki Prefecture.

J; Junior high school student, S; Senior high school student, A; Adult and college student

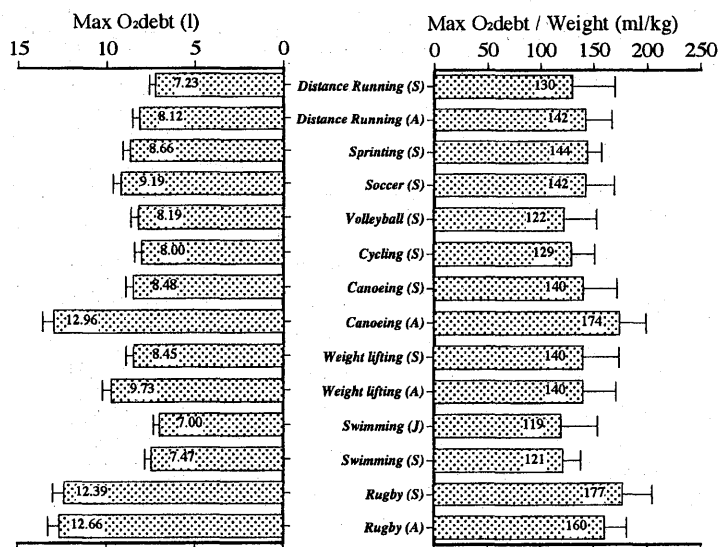


Fig. 9 Maximal oxygen debt on elite male athletes in Nagasaki Prefecture.

J; Junior high school student, S; Senior high school student, A; Adult and college student

全体で120ml、自転車³が129mlであった。

b) 女子

測定結果は表と図10に示した。Max O₂ debt (l) では、バスケットボール成人5.47 l、バスケットボール高校が6.86l、バレーボール高校が6.00l、短距離全体が6.02l、長距離全体が4.99l、水泳中学が5.09l、カヌーが5.22l、剣道5.78lであった。

Max O₂ debt (ml/kg)つまり体重当たりのMax O₂ debtは、短距離で111mlで、水泳中学で111ml、長距離高校で112ml、剣道100mlであった。一方球技種目のバスケットボール高校が118ml、同成人が90ml、バレーボール高校が98mlであった。

D. 最大無酸素パワー

無酸素的能力を力 (Watts、w で表示) で評価するもので、自転車エルゴメーターを使用して測定した。表中には Anaerobic Power (Watts) で示した。

a) 男子

長距離全体が688w、サッカーが889w、自転車863w、カヌー高校779w、水泳全体で825w、ラグビー高校1042w、同成人1012w などであった。

b) 女子

長距離高校が492w、同成人が565w、カヌー高校492w、水泳全体で583w、バレー高校672w、バスケット高校628w、剣道578w などであった。

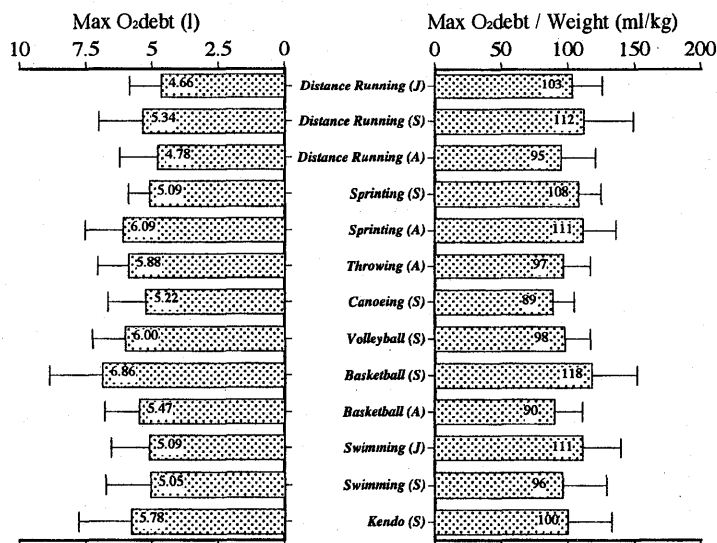


Fig. 10 Maximal oxygen debt on elite female athletes in Nagasaki Prefecture. J; Junior high school student, S; Senior high school student, A; Adult and college student

IV. 考 察

A. 体格、皮脂厚および身体組成

体格、皮脂厚及び身体組成は、直接または間接的に競技能力、記録、戦術等に影響を及ぼすことは明らかである。

a) 男子

スポーツ種目によっては、身長が高い方が有利な種目が多い。本研究の中で、バレーボール種目については特に高い身長が要求されることは世界の趨勢である。バレーボール高校の身長175.9cmは全国のトップレベルのチームに比べると低いと言える²⁴⁾。サッカーの172.8cmは、1977年以後の日本代表チーム選手²⁵⁾の174.8cm~176.2cmに比べると劣るが単独チームであることを考えると、また選手の出身地が全般的に日本の中では身長が低い九州内であることを考慮すると、妥当な身長と言えるようだ。しかし、サッカーユース日本代表²⁶⁾選手に比べるとその身長は低いことから、身長がさらに高い方が有利になることは明らかである。またラグビー高校の173.7cmも、さらに高い方が有利になろう。長距離、水泳、自転車、カヌーなどの身長は170cm前後であり、1991年の長崎県高校3年生(17歳)の平均身長が170.1cm、16歳が169.5cmであることから²⁷⁾、中学生を含む水泳選手を除くと、ほぼ高校生の平均値に近い身長の種目選手が多かった。

体重は、身長の高いバレーボール、サッカー、ラグビーで重く、自転車選手は身長の割には体重の重い体型の選手が多かった。バレーボール、サッカー、自転車、ラグビー種目は、ある程度体重の重いことが競技の性格上必要である。特に、スピード、パワーを要する球技や自転車の選手は、LBM (kg) が重いことが筋肉量が多いことを意味するので、% Fat が低く LBM に富んだ、しかも LBM (kg) が重い方が有利であると考えてよい。長距離は、先の種目(バレーボール、サッカー、自転車、ラグビー)に比べて体重が軽い長距離特有のやせ型の体格であった。水泳は発育の途上にある中学生を含むもので、身体が完成されていない段階にあり、LBM (kg) がそれほど重くないことから、体重の中味つまり身体組成の面からも十分にトレーニングされていない身体であると言える。

皮脂厚8部位和は、田原ら²⁸⁾が報告した長崎市内成人男子(平均年齢、30.8歳)の97.6 mmに対して、最も厚かったバレーボールで75%、最も薄かった長距離成人つまり九州一周駅伝長崎県代表選手が49.7%であった。長距離の皮脂厚8部位和が少ないことは、% Fat が8.8%と低かったことから裏づけられている。長距離選手の皮脂厚は薄く、% Fat が低いことは多くの報告^{1~14),29~34)}が見られる。それは競技の特性から考えて、長距離走は余分なエネルギーを要する皮脂厚(皮下の体脂肪)の薄い方がパフォーマンス

ンスの観点からも理にかなったことである。皮脂厚が厚く、% Fat が高いことは、 $\dot{V}O_2$ max や、パフォーマンスにマイナスになる報告が多いことから明らかである^{29~34)}。

LBM (kg) は、% Fat が余り変わらなければ体重が重い者が LBM (kg) が重くなる。体重が重いバレーボール、サッカー、自転車、ラグビーの LBM (kg) が重く、スピード、パワーの必要な種目の特性と一致する。山地と北川³⁵⁾によると、LBM のほぼ 47% が筋肉量に相当すると言う。発育の途上にある中学生を含む水泳選手は、LBM (kg) が 51.5 kg と軽い結果となり、筋肉量も低いと言えよう。LBM (kg) の増加にはウエイト・トレーニングが有効な方法と言われている。本成績の中でラグビーの北陽台高校、サッカーの国見高校は組織的、計画的なウエイト・トレーニングが実施された結果、その効果が見られたものである。しかし中学生のトレーニング実施時期には慎重に判断すべきであろう。体重が軽い長距離選手の LBM (kg) が他の種目に比べて軽いことは、パフォーマンスの観点からも理にかなっていると言えよう。

LBM / H t つまり身長 1 m 当たり LBM (kg) が、パワー、スピードを必要とするサッカー、自転車、バレーボールの選手で高いことは、LBM / H t がパフォーマンスと高い相関があるとする報告¹⁶⁾と一致するものである。特にサッカー(国見高校)とラグビー(北陽台高校)の LBM / H t は全国優勝または準優勝時の選手を含むもので、同チーム選手のプレイはスピード、パワーに富むものとの評価を受けており、スピード、パワーの指標としても有効な測定項目と言える。ちなみに、北川¹⁶⁾は一般男子(19.9 歳)で LBM / H t 値を 31.2 (kg/m) と報告しており、国見高校サッカーは 34.1、北陽台高校ラグビーで 36.9 となり前者でほぼ 10% 程度、後者で 18% 高いことになり、長距離選手は逆に約 2% ほど低いことになる。

b) 女子

身長は、バスケットボールやバレーボールの種目では、身長の高い方が競技の性格上有利であることは明らかである。バスケットボール成人は、同種目の高校に比べて身長は差がないが、体重、LBM (kg)、LBM / H t が重く、トレーニングされたチームである。しかし、同成人チームの選手は主として九州各県より選ばれた選手であったが日本のトップレベルチームの体格にくらべると劣ることは明白である²⁴⁾。

バレーボール高校は全国高校大会で準優勝した九州文化学園高校選手を含むものであるが、もう一方のバレーボール高校チーム (Ka) に比べると身長の平均値で 2.7 cm 高かったが^{2,10)}、それでも日本のトップレベルチームに比べると劣っている^{2,10)}。ちなみに、女子外国人のバレーボール選手は Conger と MacNab³⁶⁾の報告で 25.3% の % Fat、Kavaleski ら³⁷⁾は 21.3% の % Fat 値を示している。さらに綱分ら¹⁰⁾は全国優勝チーム高校選手で 17.6% を報告している。バスケットボール選手の % Fat については、Sinning ら³⁸⁾は 20.8% を、Conger と MacNab³⁶⁾は 26.9% を報告し、研究者によってそ

の% Fat に幅がある。さらに、Wilmore²⁹⁾は他の球技種目についても示している。

長距離選手の体格の特性は、バレーボール、バスケットボールの球技選手に比べて、身長は低く、体重が軽く、% Fat、LBM (kg)、LBM/Ht が低いことと言えよう。Wilmore³⁰⁾や Drinkwater らの³¹⁾報告に見られるように、女子長距離ランナーの競技適正の条件としては、% Fat が低いことが要求される。ちなみにアメリカ人の長距離選手に関する資料³⁰⁾では、身長169.4cm、体重57.2kg、%Fat15.2%を示している。この資料と長崎県選手を比較すると、長崎県選手は、%Fat はほぼ変わらないものの、身長、体重では明らかに劣っている。また、豊岡ら³³⁾は、日本人長距離選手についての資料の中で中距離選手についての% Fat が9.9%、長距離選手で11.4%の低い%Fat 値を示している。跡見ら³⁴⁾は、大学陸上・中距離選手で14.8%の% Fat を報告しているように、報告者により10~15%前後の% Fat の値が多く長崎県内中距離選手の% Fat 値もおおよそそれ近い範囲内にあり、妥当なレベルと言える。剣道やカヌーなどについては、比較する資料は見られなかった。

北川ら¹⁶⁾は、一般日本人女子、年齢19.7歳の% Fat を22.3%と報告している。この北川値と比較すると、長距離選手が約74.0%、バレーボール高校選手で87.9%、バスケットボール成人で84.8%、バスケットボール高校で80.7%の% Fat の比率になった。これらの結果から、長距離選手の% Fat が低いことは明らかである。田原ら²⁸⁾の成人女子（平均年齢30.5歳、%Fat23.5%）に比べるとその割合は更に低くなる。

身長1 m当たりのLBM重量(kg)は、北川¹⁶⁾の報告書によると、一般成人女子が25.5(kg/m)であり、北川値に比べるとバスケットボール、バレーボールでは高いことが明らかである。

B. $\dot{V}E$ (l/min)

a) 男子

換気量はÅstrandら³⁹⁾によると、安静時には約6 l/minから運動にともなって増加し、最大では200l/minにも達すると言われている。本研究では、長距離を除くと体格の大きいラグビーなどのように身体容積の大きい種目で大であった。 $\dot{V}O_2 \max$ の制限因子として大きな意味があると言われており、当然呼吸数なども関連する。

b) 女子

女子も男子同様に長距離で高く、投擲、バスケットボール高校、剣道のように身体容積の大きい種目で大であった。バレーボール高校、バスケットボール成人では予想よりも低かった。また長距離と水泳の中学生は92.1lと91.5lと低く、身体が発達途上にありLBMが軽いことから当然と言えよう。

C. $\dot{V}O_2 \max$ (l, ml/kg·min)

a) 男子

スポーツ選手の有酸素性作業能、aerobic powerとして $\dot{V}O_2 \max$ に関する報告^{1-10,19,20,21,38-45}は多い。有酸素性の持久力を必要としない種目は少なく、本研究の対象とした種目、長距離、水泳、カヌー、自転車、サッカー、バレーボール、ラグビーなどの種目はいずれも有酸素性の持久力が重要な体力因子となる種目である。特に、長距離選手は高い $\dot{V}O_2 \max$ が必須の要件であることは論をまたない。CrielaardとPirnay⁴⁷はベルギーのマラソンランナー(6人)の平均 $\dot{V}O_2 \max$ が78.6ml、長距離ランナー(6人)が77.1mlと報告し、Ruskoら⁴⁷は、陸上中距離選手で78.1mlを報告するなど77~78mlが一流選手の条件となっている。一方、我が国の選手の $\dot{V}O_2 \max$ については、黒田ら⁴⁹の報告がみられ、マラソンランナーでメキシコオリンピック2位の君原選手が84.2ml、オリンピック選手である宇佐見選手が83.1mlであった。黒田ら⁴⁹によれば、おおむね70ml以上の $\dot{V}O_2 \max$ が長距離ランナーの条件と考えられる。長崎県の長距離選手の $\dot{V}O_2 \max$ については、綱分ら⁵⁾は、トップレベル選手(14名)で69.6mlと報告し、田原ら⁶⁾は長崎県代表の九州一周駅伝選手で68.7mlでいずれも70mlのレベルには達していない。このことは、長崎県選手層の薄さが $\dot{V}O_2 \max$ に示されたものと考えてよいであろう。一方、長距離高校選手は九州一周駅伝選手の68.7mlとほとんど差がなく高校生にはかなり素質(身体資質)の恵まれた選手が多いことを示している³⁾。

水泳全体の $\dot{V}O_2 \max$ については、本研究では62.3mlで、黒田ら¹⁹⁾の報告による日本人トップスイマーの60.9mlや、野村⁵⁰⁾による平均18.9歳で57.0mlの水泳選手に比べると高い値であった。この $\dot{V}O_2 \max$ (ml/kg·min)の体重当りの表示では体重によって大きく左右され、例えば黒田ら¹⁹⁾の報告による60.9mlの選手の平均体重72.6kgは本研究の被験者の平均体重59.8kgに比べて約13kg重かった。また、同様に野村ら⁵⁰⁾の被験者の体重も73.6kgと重くいずれも体重が重いことが $\dot{V}O_2 \max$ (ml/kg·min)を下げたものと言えよう。Holmer⁴⁶⁾は、スウェーデン選手で69.0ml(体重78kg)を報告しており、長崎県選手全体の $\dot{V}O_2 \max$ 62.3mlは体重が軽いとは言え、中・高校生レベルではかなり高いレベルの身体資源であると言える。

カヌー選手の $\dot{V}O_2 \max$ は、スウェーデン選手についてSaltinとÅstrand⁴⁰⁾が69.2mlを、日本人選手ではカヤック(N=5)で59.9ml、カナディアン選手(N=3)で61.5mlの報告¹⁹⁾がみられ、長崎県選手(76人)の平均 $\dot{V}O_2 \max$ 56.5mlはスウェーデン選手の80%、日本人選手のカヤックの93%となっている。本成績のオリンピック選手を含む成人では、57.9ml、体重74.8kgとかなり高いレベルであった。カヌー競技は我が国ではマイナーな競技種目であり、全国のトップレベルにある長崎県選手の $\dot{V}O_2 \max$ レベルでもあまり高いとは言えず、選手層が薄いことにも起因しよう。しかし、国内レベ

ルでは、長崎県カヌー選手は全国高校大会でも常に上位レベルに位置し、よくトレーニングされている種目と言える。自転車競技の $\dot{V}O_2 \max$ は、Hagberg⁵¹⁾によるとアメリカ人(6人)選手ではトレッドミル法で65.2mlであった。さらに同論文の中で、伝統的に世界のトップレベルにある旧東独選手について Israel と Webber の報告値⁵¹⁾として、東独Aクラス5人の平均 $\dot{V}O_2 \max$ が75.5ml、さらに別のトップクラス(17人)で71.4mlを報告している。さらに Saltin と Åstrand⁴⁹⁾は、スウェーデンナショナルチーム選手で74.0mlを報告し、自転車競技選手の $\dot{V}O_2 \max$ 値は長距離選手に匹敵する高い値を保持している。日本人の一流アマチュア自転車選手の $\dot{V}O_2 \max$ については、黒田ら⁴⁹⁾が59.5mlと報告しており、平均57.7mlを示した西海高校自転車選手の中にはインターハイや国体優勝者や将来のプロ選手希望者も含まれており全体的にかなり高いレベルにあったと言える。

サッカー選手の $\dot{V}O_2 \max$ については、田原ら⁷⁾は別に報告している。被験者となった国見高校サッカー部は全国高校大会で優勝・準優勝のチームを含むもので日本トップレベルチームと考えてよい。同チーム選手の $\dot{V}O_2 \max$ は61.0mlでこの127人の被験者の中には $\dot{V}O_2 \max$ があまり高くないゴールキーパーも含めている。我が国の他の報告をみると、戸茱たち²⁶⁾はユースサッカー日本代表候補選手で62.9mlを、岩村たち⁵²⁾は、単独チーム(11名でゴールキーパーを含めず)選手で61.8mlを、Ishizaki⁵³⁾は栃木県高校選手選抜選手の自転車エルゴメーターによる $\dot{V}O_2 \max$ 値53.95mlと報告している。単独チームで、しかも127人の被験者を測定したサッカー選手の $\dot{V}O_2 \max$ が61.0mlであったことは、チーム全体の有酸素的作業能が優れた、田原らの⁷⁾報告値の60.0mlよりも増加しており、よくトレーニングされたチームであったことを証明している。小嶺監督の言う“オールランドサッカープレイヤー”を目標とするためには十分な身体資源であったと言える。

バレーボール選手の $\dot{V}O_2 \max$ は、Puhlら⁴⁵⁾によるアメリカ選手の身長192.7cm、体重が85.5kgで $\dot{V}O_2 \max$ 56.1mlの報告が見られるが、体重の重いバレーボール選手の $\dot{V}O_2 \max$ はあまり高い値の報告はない。全日本バレーボールチーム男子選手の $\dot{V}O_2 \max$ は、48.6ml(N=14)と55.24ml(N=11)の報告(土谷と島津による²⁴⁾)が見られるが両 $\dot{V}O_2 \max$ には差が見られた。ラグビー高校は1995年1月の全国高校で準優勝をした選手の2年生主体の成績である。58.6mlは、成人選手の51.4mlと比較してかなり高いレベルと言えよう。1972年の測定値として黒田ら²⁰⁾による、全日本選抜チーム選手7人の平均値で52.1mlの報告が見られ、その測定値に比べるとかなり高いと言えよう。

b) 女子

$\dot{V}O_2 \max$ は有酸素的作業能の最も良い指標とされ、多くの報告がある^{38~43)}。特に、

陸上長距離、マラソン、スキーの長距離競技などの選手の身体資源の測定では不可欠の測定項目となる体力である。一方、水泳、カヌー、バスケットボール、バレーボール競技など測定した全ての種目で、その程度に差こそあれ重要な体力要因であることも言うまでもない。例えば、長距離全体の $\dot{V}O_2 \max$ の平均値が56.3ml/kg・minであった。綱分⁴⁾は先に長崎県の上位者(7人)の平均 $\dot{V}O_2 \max$ を60.4mlであったと報告した。日本女子トップレベルの選手の平均 $\dot{V}O_2 \max$ については黒田ら¹⁹⁾が61.0ml(N=3、一般成人)、54.4ml(N=2、中学生)、53.9ml(N=5、高校生)、また豊岡らが³³⁾61.3ml(N=8、中距離)、60.9ml(N=7、長距離)などの報告をしている。外国人長距離選手については、BrownとWilmoreら⁴³⁾が68.8ml、Uptonら⁴⁴⁾が中年者のランナーで55.5mlなどを報告しており、 $\dot{V}O_2 \max$ も報告者によって幅が見られる。他の種目の外国選手の $\dot{V}O_2 \max$ は、バレーボールで50.6mlをPuhlら⁴⁵⁾が、56.0mlをKavaleskiら³⁷⁾が水泳でHolmoerら⁴⁶⁾が55.3mlを、バスケットボール選手でSinning³⁸⁾が44.8mlを報告している。日本選手の $\dot{V}O_2 \max$ については、バレーボール実業団日立チームで41.6ml(N=7)²⁴⁾、バスケットボールでは漆原ら⁵⁴⁾による高校生選手で54.2ml、西澤ら⁸⁾による高校選手で46.4mlと実業団で51.2mlの報告が見られる。

本成績のバスケットボール種目では、高校生の $\dot{V}O_2 \max$ が成人実業団よりも優れ、最近の長崎県内の高校トップチームの戦績の向上がめざましく、トレーニングの差がうかがえ高校生の強い体力が証明された。しかし、バレーボールで全国高校の準優勝チームとこれよりチーム力が劣るチームの $\dot{V}O_2 \max$ の差はみられなかった²⁾。体重当たりの $\dot{V}O_2 \max$ (ml/kg・min) は、体重の重いバレーボール、バスケットボールでの値が小さくなり、体重が軽い長距離が大きくなるのは当然である。このように $\dot{V}O_2 \max$ 値からその選手の有酸素的作業能のトレーニング効果を判断するとき、体重の大小と体重の個人の変動に十分留意が必要である。

C. Max O₂ debt

スピード、パワーを必要としないスポーツはないと言って良い。スピード、パワーなどの指標としての Max O₂ debt に関する報告は多くない。それは O₂ debt max の測定のための時間と人手を要することと、その測定値の評価が分かれるからと思われる。

a) 男子

本研究の種目の中では、Max O₂ debt は、l/min. または ml/体重 表示でその評価が異なる。最も高い種目のラグビー高校の12.39l、177ml、同成人の12.66l、160mlはLBMの重量が重いことに起因しよう。さらに長距離成人の8.12l、124ml及び、サッカー国見高校の9.19l、142mlなど Max O₂ debt は l (リットル) 表示で高い種目と体重当り表

示 (ml/kg) で高い種目に分かれた。この理由は体重の差異または LBM (kg) の重量の差異に起因しているものと言えよう。黒田ら²⁰⁾の報告による日本のトップレベル長距離の $Max O_2 debt$ は、成人で6.7l、114mlであった。 $Max O_2 debt$ の「l」及び「ml」表示のいずれでも長崎県長距離選手の方が高い値を示したが長崎県選手の中には、中距離を得意とするつまり一般的には $Max O_2 debt$ が高いと言われる選手が含まれていることも一つの原因と考えられる。さらに、近年長距離といえどもウエイトトレーニングなどの筋力アップをねらったトレーニングによって酸素負債が高まったのも事実である。さらに、山崎と青木⁵⁵⁾による「同一水準の $\dot{V}O_2 max$ を有する長距離選手の競技成績に与える要因は $Max O_2 debt$ である」との報告もあり、長距離選手のスピード向上のためのスピードトレーニング法の改善などの結果と考えられる。

水泳選手の $Max O_2 debt$ については、日本人については黒川ら⁵⁶⁾の報告もある。少年 (16.4歳、171.3cmの身長、61.5kgの体重) で6.99l、127.9mlを、エリート選手 (20.4歳、176cm、69.0kg) で8.05l、118.6mlを報告している。外国人については、Shephard⁵⁷⁾が7.55l、103mlを、Van Huss&Cureton⁵⁸⁾が6.4l、86.1mlを示しており、長崎県内トップレベルの水泳選手が6.8l、115mlであることからおよそ黒川ら⁵⁶⁾の値に近い $Max O_2 debt$ 値を示しており、かなり高いレベルにあると言えよう。事実被験者の中には、エイジグループの全国大会で上位を占めた選手が数名含まれていることから裏づけられる。自転車選手の $Max O_2 debt$ は、黒田ら⁴⁹⁾が競輪A級1班選手の15人平均で9.14l、121.5ml/kgとしており、そのうちの勝率上位6名の平均値は8.74l、117ml/kgであり必ずしも上位者が高い $Max O_2 debt$ を示すとは限らないとの報告は興味深い。長崎県高校生の自転車54人の平均値は8.00l、129mlであったが黒田ら⁴⁹⁾の報告値 (15人) に比べて絶対量 (l) で91.5%、体重当り表示 (ml/kg) で110%に相当した。絶対量で低い割合になったのはA級の体重が重かったことにより $Max O_2 debt$ (l) が増加したものであり、相対値は逆に体重の軽い本成績が高く、かなりのレベルにあったと言えよう。

サッカー選手の $Max O_2 debt$ は、di Prampero⁵⁹⁾がエチオピア・オリンピック選手で165ml前後を報告し、Seligerら⁶⁰⁾は8対8のモデル試合10分間で6lの $Max O_2 debt$ を報告するなど高い値である。サッカー選手の試合内容を検討するとスピード・パワーそれに有酸素的持久力も要求され、 $\dot{V}O_2 max$ 及び $Max O_2 debt$ が高いことがサッカー選手の要件であることは明かである。バレーボール選手についての報告は、全日本男子チーム選手 (N=14) の8.84l (体重不詳のためml/kg表示はわからない) が見られた²⁴⁾。体格がよく似た男子バスケットボール選手の $O_2 debt max$ は、9.35l、115.36ml/kg (身長: 186.5cm、体重80.6kg) が報告されている²⁴⁾。Hermansen²²⁾は、ノルウェーの非鍛錬者、つまり一般人の $Max O_2 debt$ を図から判読すると65ml前後、

アスリート(7人)で140ml/kg近くと報告している。このアスリートの $Max O_2 debt$ と比較すると、長距離成人、水泳、カヌー、サッカーなどはほぼ変わらず、ラグビーはかなり高い位置にあることになる。

b) 女子

長崎県長距離選手が102mlで、黒田ら²⁰⁾の日本トップレベル中長距離の高校生が99.7 ml、一般・学生が122.7mlであった。しかし、長距離選手では長崎県選手の $Max O_2 debt$ は余り高くなく、全日本級選手の約83%程度と劣っていた。山崎と青木⁵⁵⁾は長距離選手といえども $Max O_2 debt$ が必要であることは男子の項で記した通り、長距離選手にスピード、パワーの指標としての $Max O_2 debt$ が高いことが必要であることを示している。全国インターハイ高校女子バレーボール準優勝チームと長崎県内で同年度のベスト4レベルチームとの差異は、 $\dot{V}O_2 max$ に有意な差が見られず、 $Max O_2 debt$ には有意差 ($P < 0.01$) が見られ準優勝チームが優れていたことであった²¹⁰⁾。しかし、準優勝チームの1988年10月(準優勝チーム)から10ヵ月間のトレーニング効果をみるため1989年8月(全国優勝)の測定を実施した結果 $\dot{V}O_2 max$ は5人全員が伸びを示し ($P < 0.05$) たが、 $Max O_2 debt$ の平均値の伸びは見られなかった²¹⁰⁾。バスケットボール高校の $Max O_2 debt$ は、同種目の成人より絶対量、相対値とも高く、しかも $\dot{V}O_2 max$ でも高い傾向がみられ、スピード・パワーとともに有酸素的作業能にも、優れていたと言える。ちなみに本成績の高校選手の中には全国高校選手権大会での優勝チームが含まれておりかなり高いレベルにあったと言える。

D. 最大無酸素パワー

最大無酸素パワーは、先に示したエネルギー系の $Max O_2 debt$ 比べると自転車エルゴメーターにより簡便に測定できる。

a) 男子

宮下⁶¹⁾による最大無酸素パワーの評価から見ると、全体的には一流選手の条件としてのレベルに比べると余り高くはない。しかし、本成績の中では、ラグビー高校、同成人、サッカー、水泳中学生がかなり高いレベルと言える。長距離、バレーボール、カヌーでさらに高いレベルが望まれる。

b) 女子

女子選手については、バレーボール、バスケットでは絶対値では高い値を示しているが、体重との関係でみると、その評価は高くはない。測定人数と種目は多くはないが、宮下⁶¹⁾の一流選手の評価を見ると「劣っている」「やや劣っている」の評価に相当し、最大無酸素パワーを高めるトレーニングが必要と言える。

IV. 要 約

a) 男子

長崎県内男子エリートスポーツ選手514人を対象に1986年から1994年8年間にわたって、体格、身体組成、肺機能、呼吸循環機能、特に $\dot{V}O_2 \max$ 、 $Max O_2 \text{ debt}$ 及び最大無酸素パワーについて測定した。得られた結果の概要は次の通りである。

- A. 身長は長距離、カヌー、自転車、水泳などの選手で170cm前後にあり、長崎県内の高校生レベルの身長であった。サッカー選手は172.8cm、バレーボール選手は175.9cm、ラグビー高校173.7cmであった。体重は長距離全体で57.1kg、水泳とカヌー選手が60kg前後、自転車62.4kg、サッカー64.9kg、バレーボール選手66.7kg、ラグビー全体75.3kgであった。
- B. 皮脂厚8部位和は長距離が48.9mm、カヌー62.5mm、自転車80.4mm、サッカー63.8mm、バレーボール73.9mm、ラグビー高校78.1mmで、同成人が101.9mmであった。
- C. % Fat は全体的に低く8.8%~12%の間であったが、ラグビー成人が13.8%が高かった。LBM (kg) は、長距離で軽く、サッカー59.0kg、バレーボール58.6kg、ラグビーで66.3kgと重かった。LBM / Ht は長距離で低く、サッカー、バレーボール、ラグビー種目と高い値を示していた。
- D. $\dot{V}O_2 \max$ は長距離で68.1ml/kg/min、自転車57.7ml、サッカー61.0ml、水泳全体62.3ml、バレーボール48.7ml、ラグビー高校58.6mlであった。水泳全体では62.3mlであった。
- E. $Max O_2 \text{ debt}$ は、長距離では7.94l、139mlで、強い選手ほど高い値を示し、サッカー9.19l、142ml、ラグビー高校13.39l、177mm、カヌー成人12.96l、174mlなどで高い値を示した。他の種目では水泳で120ml、バレーボールで122mlなどであった。
- F. 最大無酸素パワーは、ラグビー（北陽台高校）を除いて余り高いレベルではなく、これまで以上により筋力トレーニングが必要である。
- G. 全般的に概観すると、サッカー（国見高）、自転車（西海高）、カヌー、ラグビー（北陽台高校）など全国レベルにあるチームまたは個人は高い $\dot{V}O_2 \max$ や $Max O_2 \text{ debt}$ を示した。長距離の $\dot{V}O_2 \max$ から見ると選手層の薄さは否定できないが、長距離高校生選手はかなり高い $\dot{V}O_2 \max$ を示した。

b) 女子

長崎県内エリート女子スポーツ選手548人を対象にした。測定年は男子と同様である。体格、身体組成、肺機能、 $\dot{V}O_2 \max$ 、 $Max O_2 \text{ debt}$ 及び最大無酸素パワーについて報告した。得られた結果の概要は以下の通りである。

- A. 身長は陸上競技、水泳、カヌー選手で160cm未満であった。バスケットボール165.7

- cm、バレーボール高校168.2cm、剣道で163cmなどであった。体重は、長距離で48.8 kg、水泳中学で46.2kgと軽く、バスケットボール、バレーボール、剣道などで重かった。
- B. 皮脂厚 8 部位は、長距離で薄く、バレーボール、剣道選手が比較的厚かった。
- C. % Fat は、長距離で低く16.6%で、カヌー、水泳高校、剣道で厚く、バスケットボール、バレーボールでは強いチームの選手の% Fat が低かった。LBM (kg) は水泳中学が37.8kgで軽く、バスケットボール、バレーボールなど強いチームの選手で高い値を示した。LBM/Ht は、バスケットボール、バレーボールで高く29前後にあり、長距離が25.8であった。
- D. $\dot{V}O_2 \max$ (ml/kg/min) は長距離56.3ml、水泳中学58.1ml、バスケットボール高校51.8mlで高く、有酸素性作業能が優れていたが、バレーボールでは45.4ml、剣道では46.1mlであった。
- E. $Max O_2 debt$ は、長距離高校で112mlと高く、バスケットボール高校が118mlで、バレーボールでは強いチームの方が高い値を示し、剣道が100ml、カヌーが89mlであった。
- F. 最大無酸素パワーは、全体的に高いレベルではなく、男子同様に筋力トレーニングが必要と思われた。
- G. 全般的に概観すると、強いチーム、または個人では $\dot{V}O_2 \max$ 、 $Max O_2 debt$ 、最大無酸素パワーが高い値を示し、弱いチーム選手との差異が見られた。選手にとっては、基礎体力となる $\dot{V}O_2 \max$ 、 $Max O_2 debt$ の測定を受けることによって、身体資源の有効な指標を得ることが可能である。また% Fat によるウェイトコントロールが必要であるとの結論を得た。

謝 辞

本研究は、長崎県体育協会スポーツ医・科学委員会からの依頼と研究助成、KTNスポーツ振興財団や十八銀行社会開発基金などの助成によって8年間にわたって実施したものである。本研究を進めるにあたっては、被験者となった選手はもとより、各監督、コーチなどの指導者、長崎県教育委員会歴代担当指導主事でスポーツ医・科学担当であった浦啓二郎氏、宮原照彦氏、柴崎悠久雄氏、川端利長氏、鹿摩幸政氏の協力があった。また、本研究の実施、測定にあたっては、表記の共同研究者の他に、長崎県立女子短期大学陸上競技班学生諸姉、長崎大学医療短期大学部研究生（千住秀明助教授研究室）の測定の協力があったことを付記し感謝の意を表したい。

なお、本研究の一部は、日本体力医学会第44回大会（1989、北海道）始め、他の学会で発

表した。また文献に示したように別に論文にしたものや、現在論文作成中のものもある。とにかく、測定の日ほとんどが日曜日であった8年間にわたる本研究が長崎県はもとより、国内外の参考になれば幸いである。最後にあらためて私(田原)から被験者・指導者と共同研究者にお礼を述べたい。別に個人値を含めた報告書の作成を考え、本論文もその中に含める予定である。

引用文献

- 1) 長崎県体育協会スポーツ医・科学委員会(長崎大学測定班代表 田原靖昭):長崎県内優秀スポーツ選手の身体組成、体力及び血液値—3年間(1986-1988年)のまとめ、長崎大学教養部保健体育学教室、(1990)
- 2) 田原靖昭、綱分憲明、西澤 昭、湯川幸一、森 俊介、千住秀明、西山久美子、浦田秀子、勝野久美子、上方まゆみ:長崎県内優秀女子スポーツ選手の身体組成、最大酸素摂取量及び最大酸素負債量及び血液値、長崎大学教養部紀要自然科学篇、**31**:45-77(1990)
- 3) 田原靖昭、綱分憲明、西澤 昭、湯川幸一、森 俊介、千住秀明、西山久美子、浦田秀子、勝野久美子、上方まゆみ:長崎県内優秀男子スポーツ選手の身体組成、最大酸素摂取量及び最大酸素負債量及び血液値、長崎大学教養部紀要自然科学篇、**31**:79-121(1990)
- 4) 綱分憲明:長崎県内女子一流長距離選手の最大酸素摂取量、最大酸素負債量及び体組成、長崎県立女子短期大学研究紀要、**34**:41-53、(1986)
- 5) 綱分憲明、田原靖昭、西澤 昭:長崎県内男子一流長距離選手の身体組成、最大酸素摂取量、最大酸素負債量、長崎県立女子短期大学研究紀要、**37**:41-49、(1989)
- 6) 田原靖昭、綱分憲明、森 俊介、西澤 昭:九州一周駅伝長崎県選手の身体組成、 $\dot{V}O_2 max$ 、 $O_2 debt max$ 及び血液値、九州スポーツ医・科学会、**1**:1-3、(1988)
- 7) 田原靖昭、綱分憲明、西澤 昭、湯川幸一、森 俊介、千住秀明:高校サッカー優秀選手(国見高校)の身体組成、最大酸素摂取量及び最大酸素負債量、体力科学、**39**:198-206。(1990)
- 8) 西澤 昭、田原靖昭、綱分憲明、湯川幸一、森 俊介:長崎県内トップクラス的女子バスケットボール選手の身体組成と体力及びそれらの一年間の推移、長崎大学教養部紀要自然科学篇、**31**:123-131(1990)
- 9) 綱分憲明、田原靖昭、西澤 昭:男子長距離選手の身体組成からみた競技水準、 $\dot{V}O_2 max$ 及び $O_2 debt max$ 、九州スポーツ医科学会誌、**4**:35-38。(1992)
- 10) 綱分憲明、田原靖昭、湯川幸一、千住秀明、勝野久美子:全国高校女子バレーボール優勝チーム選手(九州文化学園)の身体組成、最大酸素摂取量及び最大酸素負債量、体力科学、**42**:339-349。(1993)
- 11) 田原靖昭、綱分憲明、道向 良、千住秀明、湯川幸一:スポーツウーマンの身体組成の種目特性—一般成人との比較—、整形・災害外科、**36**:1165-1170。(1993)
- 12) 綱分憲明、田原靖昭、湯川幸一、千住秀明:高校男子自転車競技優秀選手の身体組成、最大酸素摂取量及び最大酸素負債量、*Ann. Physiol. Anthropol.* **12**(6):351-362。(1993)
- 13) 千住秀明、川俣幹雄、田平一行、田原靖昭:肥満と運動・スポーツ—運動選手の身体組成—、理学療法、**10**(6):453-459。(1993)
- 14) 山中里江、片寄真木子、湯川幸一、田原靖昭、綱分憲明、森 俊介:長崎県内優秀ス

- スポーツ選手の食生活状況、体力科学、**43** : 92-103. (1994)
- 15) Noriaki Tsunawake, Yasuaki Tahara, Koichi Yukawa, Tetsuo Katuura, Hajime Harada and Yasuyuki Kikuchi: Classification of Body Shape of Male Athletes by Factor Analysis, *Ann. Physiol. Anthropol.* **13**(6): 383-392. (1994)
 - 16) 北川薫：肥満者の脂肪量と体力、杏林書院、東京、(1984)
 - 17) Behnke A. R. and J. H. Wilmore: Evaluation and Regulation of Body Build and Composition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. (1974)
 - 18) Brožek J., F. Grande, J. T. Anderson and A. Keys: Densitometric Analysis of Body Composition: Revision of Some Quantitative Assumption, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **110** : 113-140. (1963)
 - 19) 黒田善雄、加賀谷ひろ彦、塚越克己、雨宮輝也、太田裕造、酒井惇子：日本人一流競技選手の最大酸素摂取量—第1報—、日本体育協会スポーツ科学研究報告、1-8、(1968)
 - 20) 黒田善雄、伊藤静夫、塚越克己、雨宮輝也、鈴木洋児：日本人一流競技選手の最大酸素摂取量—第2報—、日本体育協会スポーツ科学研究報告、1-19、(1973)
 - 21) 猪飼道夫、吉沢重弘、中川功哉：トレッドミル法による全身持久性の評価について、*体力科学***10** : 227-238 (1962)
 - 22) Hermansen L: Anaerobic Energy Release, *Med. Sci. Sports*, **1** : 32-38. (1969)
 - 23) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修：第四次改訂日本人の栄養所要量、30-31、第一出版、東京(1989)
 - 24) 浅見俊雄、宮下充正、渡辺融編：現代体育・スポーツ大系 (第26巻、バレーボール、バスケットボール、ハンドボール)、講座社、東京、(1984)
 - 25) 足立長彦：サッカー選手の体力とトレーニング、*J. J. Sports Sci.*, **2** : 801-809. (1983)
 - 26) 戸町晴彦、足立長彦、山本恵三、杉山 進、大橋二郎：ワールドユースサッカー日本代表候補選手の体力とトレーニング効果について、*東京大学教養学部体育学紀要*、**14** : 31-40、(1980)
 - 27) 文部省：平成3年度学校保健統計調査報告書、140-165、大蔵省印刷局(1992)
 - 28) 田原靖昭、綱分憲明、湯川幸一、山崎昌広、西山久美子、浦田秀子、勝野久美子、福山由美子：成人男女における体脂肪率と Waist/Hip 比 (WHR) の関係の性差、*Ann. Physiol. Anthropol.* **13** (5) : 293-301. (1994)
 - 29) Wilmore J. H.: Body Composition in Sport and Exercise—Directions for Future Research, *Med. Sci. Sports Exer.*, **15** (1) : 21-31. (1983)
 - 30) Wilmore J. H. and C. H. Brown: Physiological Profiles of Women Distance Runners, *Med. Sci. Sports*, **6** (3) : 178-181. (1974)
 - 31) Drinkwater B. L.: Physiological Responses of Women to Exercise, *Sports Sciences Reviews* **1** : 125-153. (1973)
 - 32) Butts N. K.: Profiles of Elite Athletes: Physical and Physiological Characteristics, (Edited by Butts, N. K and Gushiken, T. T.: The Elite Athletes) ,183-207, A Division of Spectrum Publication, Inc., New York (1981)
 - 33) 豊岡示朗、高橋篤士：女子一流長距離選手の Aerobic Work Capacity、*大阪体育大学紀要*、**13** : 37-43、(1982)
 - 34) 跡見順子：女子陸上競技選手の形態的特徴と身体組成、日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.1女子のスポーツ適性に関する研究第1報、45-59、(1981)
 - 35) 山地啓司・北川 薫：現代人のためのウエイトコントロール、12-18、共立出版、東京(1985)
 - 36) Conger P. R & MacNab: Strength, Body Composition, and Work Capacity of Participants and Nonparticipants in Women's Intercollegiate Sports, *Research*

- Quarterly*. **38** : 184-1192.1967
- 37) Kavaleski J. E et al: Athletic Profile of Women College Volleyball Players, *The Physician and Sportsmedicine* **8**, : 112-116. (1980)
 - 38) Sinning W. E.: Body Composition, Cardiorespiratory Function and Rule Changes in Women's Basketball, *Research Quarterly*. **44** : 313-321. (1973)
 - 39) Åstrand PO and Rodahl K: Textbook of Work Physiology, Mcgraw-Hill Book Company, New York, 228-249. (1986)
 - 40) Saltin B and Åstrand, P. O: Maximal Oxygen Uptake in Athletes, *J. Appl. Physiol.* **23** : 353-358. (1967)
 - 41) 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)
 - 42) 山地啓司：最大酸素摂取量の科学、東京、62-82、(1992)
 - 43) Brown C. H. and J. H. Wilmore; Physical and Physiological Profiles of Champion Women Long Distance Runners. *Med. Sci. Sports*, **3**(1), h, (1971)
 - 44) Upton S. J., R. D. Hagan, B. Lease, J. Rosentswieg, L. R. Gettman and J. J. Duncan; Comparative Physiological Profiles among Young and Middle-Aged Female Distance Runners, *Med. Sci. Sports Exer.*, **16**(1) : 67-71. (1984)
 - 45) Puhl J et al.: Physical and Physiological Characteristics of Elite Volleyball Players, *Research Quarterly for Exercise and Sport*. **53**(3) : 257-262. (1982)
 - 46) Holmer I.,: Physiology of Swimming Man, *Acta Physiol. Scand. Suppl.* **407**(c) : 5-55. (1974)
 - 47) Crielaard J. M. and F. Pirnay: Anaerobic and Aerobic Power of Top Athletes, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **47** : 295-300. (1981)
 - 48) Rusko H., M. Havu and E. Karvinen: Aerobic Performance Capacity in Athletes, *Europ. J. Physiol.*, **38** : 151-159. (1981)
 - 49) 黒田善雄、堀越克己、雨宮輝也、伊藤静夫、金子敬二、松井美智子：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3報、日本体育協会スポーツ科学研究報告集(昭和52年度)、1-20. (1977)
 - 50) 野村武男：エージグループ水泳選手の最大酸素摂取量について、*体育学研究*、**22** : 301-309. (1978)
 - 51) Hagberg J. M., Giese. M. D., and Schneider, R. B.: Comparison of the Three Procedures for Measuring $\dot{V}O_2$ max in Competitive Cyclists, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **39** : 47-52. (1978)
 - 52) 岩村英吉、小宮喜久、久保田洋一：サッカーのトレーニング計画に関する研究、日本体育学会第29回大会号、455(1978)
 - 53) Ishizaki T.: Physical Fitness of Senior High School Football Players Delegated for the National Athletic Meets from Tochigi Prefecture, *Bulletin of the Faculty of General Education, Utsunomiya University*. **10** : 109-116. (1977)
 - 54) 漆原 誠、土谷典子、小野武男、吉沢茂弘ら：高校女子バスケットボール選手の体力とその変化について、*体育の科学*、**34**(11) : 831-836(1984)
 - 55) 山崎省一、青木純一郎：長距離走者の競技記録と無酸素的能力、*体力科学*、**26** : 87-95、(1977)
 - 56) 黒川隆志、富樫泰一、野村武男、池上晴夫：最大酸素負債量、最大酸素摂取量及び酸素需要量と水泳記録との関係、*体育学研究*、**29** : 295-305(1985)
 - 57) Shephard R. J., Godin, G. and Campbell, R.: Characteristics of Sprint, Medium and Long-Distance Swimmers, *Eur. J. Appl. Physiol*, **32** : 99-116. (1974)
 - 58) Van Huss W. D. and Cureton, T. K.: Relationship of Selected Tests with Energy

- Metabolism and Swimming, *Research Quarterly*, **26** : 205-221.(1955)
- 59) di Prampero P. E., Limas, F. P. and Sassi, G.: Maximal Muscular Power, Aerobic and Anaerobic, in, 116 Athletes Performing at the XIXth Olympic Games in Mexico, *Ergonomics*, **13** : 665-674.(1970)
- 60) Seliger V.: Energy Metabolism in Selected Physical Exercise, *Int. Z. angew. Physiol.einschl. Arbeitsphysiol.*, **25** : 104-120.(1968)
- 61) 宮下充正：体力診断システム、ソニー企業、67-76(1986)