

ワールドカップバレーボール 2011

出場選手の身体的特徴と競技能力に関する研究

田中 信雄*・村上 博巳*
明石 正和

I はじめに

バレーボールは、既設のネット上でプレーするために、バレーボール選手の適正は、長軸のディメンションが大きい長身であること、そして高くジャンプできるパワーを持っていることが有利であると云われている。

2011年、バレーボールワールドカップが日本において開催された。

国際競技大会は世界各地から多くの民族が参加するため、人種による体格体型の違いを考察する恵まれた機会である。それぞれの代表選手たちは人種、民族を超えて同じ運動特性の種目を競技する選手達である。従って、トレーニングによって形成された身体組成と体格体型には種目の特性が強く反映していると思われる。

体格体型は気候²⁸⁾・栄養、遺伝^{6),34)}、運動や運動鍛錬の度合い^{12-14),17),20),36)}、生活環境^{3),28),33),34)}および競技能力などに影響されると共に性差や年齢差^{19),30)}があることも広く知られている。身長、体重などの体格は最も簡便に測定できることも有り、身体計測によって得られる測定値及び測定値を用いて求められる形態指数は発育状態や疾病そして肥瘦の判定などに用いられている^{2),13),22),27),32)}。

これらワールドカップに出場したトップ選手の身体的特徴を体格体型と競技能力との関係から検討して見ることは、民族(地域)によるバレーボール選手の特性、トレーニング効果、タレントの発掘など身体的資質を考える上で大変興味深い。

著者らは、従来用いられている体格体型の判定法には夫々の意義はあるが、改良されるべき点があることから、すでに運動選手の身体的特徴を半定量的に評価するための方法を思案し報告している¹⁴⁻¹⁶⁾。

本研究は、これらの評価法を用いて、国別にバレーボール選手の身体的特徴を明らかにすると

* 京都産業大学文化学部

共にバレーボール選手の身体的特徴の地域性，ワールドカップの順位と SI 指数，身体的特徴と競技成績との関係について検討した。

II 方法

2011 年ワールドカップに出場した 12 カ国は，日本，ロシア，イタリア，セルビア，アメリカ，ポーランド，キューバ，アルゼンチン，エジプト，ブラジル，イラン，中国である。夫々の国は選手の年齢，身長，体重，ブロックジャンプ到達点（BJ 到達点），ランニングジャンプ到達点（RJ 到達点）の基礎資料を FIVB に提出する。これらの資料を日本文化出版「月刊バレーボール」に掲載¹²⁾された。掲載された身長，体重，BJ 到達点，RJ 到達点などの数値を用いて，RJ 到達点と打球速度との関係から理論式を用いて打球速度を算出した¹⁶⁾。また，身長と指高および指極との関係から理論式を用いて指高，指極，を算出すると共に，著者らの思案したバレーボール選手の競技能力を評価するためにスパイク指数（SI 指数）を求めた¹⁷⁾。

SI 指数の算出式は下記の通りである。

$$SI = \left\{ \frac{(BJ-2.43)^2}{(BJ \max - 2.43)^2} + \frac{(RJ-2.43)^2}{(RJ \max - 2.43)^2} \right\} \times \frac{V}{V \max}$$

上記式は，BJ：BJ 到達点，RJ：RJ 到達点，V：打球速度を示す。そして BJ max, RJ max, V max は，BJ 到達点の最高値，RJ 到達点の最高値，打球速度の最高値を用いた。

本研究では，夫々ワールドカップ出場選手の BJ max 3.69 m, RJ max 3.750 m, V max 106.72 km/h を用いて，算出式に当て嵌めて求めた。

2011 ワールドカップおよびロンドンオリンピックの結果は，公益財団法人日本バレーボール協会・国際バレーボール連盟の発表（公刊）を用いた。

III 統計処理

測定値および理論値はすべて平均値±標準偏差で表した。三群間の比較には一元配置の分散分析，群間の比較は Fisher の最小有意差法を用いた。二群間の比較は *t* 検定を行った。身長と体重，身長と指高および指極，最高到達点と打球速度との関係はピアソンの相関係数を用いた。統計的有意水準はいずれも危険率 5% 以下をもって有意とした。

IV 結 果

世界各地域のバレーボール連盟の上部に位置する組織が国際バレーボール連盟（FIVB）である。FIVBが主催・主管する主な国際的競技会には以下の五大会がある。

オリンピック・世界選手権・ワールドカップ・ワールドリーグ（男子）、ワールドグランプリ（女子）である。

各国バレーボール協会は世界を五大陸（五地域）に分割し、夫々地域の国々がナショナルチームを形成すると共に各地域の代表を決定する選手権大会が開催されている。従って、FIVBが主催・主管する国際的競技会である五大会に出場するための母体が地域の選手権大会ということになる。

五大陸（五地域）および夫々の加盟国数（ナショナルチーム）は以下の通りである。

北中米選手権「NORCECA」	35 カ国
欧州選手権「CEV」	55 カ国
南米選手権「CSV」	12 カ国
アフリカ選手権「CAVB」	53 カ国
アジア選手権「AVC」	65 カ国

2012年の男子加盟国数は五大陸（五地域）を合計すると220カ国である。

表1にワールドカップ及びロンドンオリンピック出場チームとその地域及び競技成績の順位を

表1 ワールドカップおよびロンドンオリンピック出場国および出場地域と順位

ワールドカップ 2011年		順位	順位	ロンドンオリンピック 2012年	
枠	国名			枠	国名
推薦国 2	欧州 4位	ロシア	1	ワールドカップ 2011	ロシア
推薦国 1	欧州 3位	ポーランド	2	ワールドカップ 2011	ブラジル
	南米 1位	ブラジル	3	欧州	イタリア
	欧州 2位	イタリア	4	世界最終予選	ブルガリア
	北中米 1位	キューバ	5	ワールドカップ 2011	ポーランド
	北中米 2位	アメリカ	6	北中米	アメリカ
	南米 2位	アルゼンチン	7	南米	アルゼンチン
	欧州 1位	セルビア	8		ドイツ
	アジア 1位	イラン	9	アジア	オーストラリア
開催国	アジア 5位	日本	10		セルビア
	アジア 2位	中国	11	開催国	イギリス
	アフリカ 1位	エジプト	12	アフリカ	チュニジア

示した。

五大陸（五地域）における夫々の出場国をみると

欧州「CEV」ロシア，ポーランド，イタリア，セルビア

北中米「NORCECA」キューバ，アメリカ

南米「CSV」ブラジル，アルゼンチン

アフリカ「CAVB」エジプト

アジア「AVC」イラン，中国そして開催国枠で出場した日本

である。

ワールドカップの優勝国はロシア，2位はポーランド，3位はブラジルであった。

開催国として出場権を得た日本は10位，最下位は2勝9敗でエジプトであった。

本大会において，2012年にイギリスで開催されるロンドンオリンピックに出場できる権利を得た国はロシア，ポーランド，イタリアそしてブラジルである。ロシア，ポーランド，イタリアおよびブラジルはロンドンオリンピックにおいて上位を占め，ポーランドを除いて金，銀，銅のメダルを獲得した。

表2はワールドカップに出場した12カ国について，夫々国別に年齢，身長，体重，指高および指極の理論値そしてBMIについてN数，平均値と標準偏差，最大値，最小値を示した。また全出場選手についても同様に併記した。

表中における平均値の有意差検定は，日本と他の出場国との間についてのみ有意水準の結果を*5%水準，**1%水準で示した。

今回の全出場選手166名の年齢の平均値および標準偏差は 26.5 ± 4.6 歳であった。また，最高齢および最年少の年齢は，夫々40歳および17歳であった。日本の平均値および標準偏差は 28.1 ± 3.2 歳であった。セルビア，キューバ，アルゼンチン，中国の平均値は，日本に比べて著しく小さく夫々5%，1%および1%水準で有意差が認められた。最も年齢が若い国はキューバであった。その平均値及び標準偏差は 22.4 ± 4.2 歳であった。一方最も平均年齢が高かったのはブラジルの30.4歳であったが，日本との間の平均値には有意差を認めなかった。

全出場選手の身長の平均値，標準偏差および最高値は夫々 196.6 ± 8.0 および218.0 cmであった。日本のそれらは夫々 191.5 ± 8.0 および205 cmであった。

日本より平均値が高かった国の中で，平均値に有意差を認めたのは高い順にロシア 201.2 ± 7.3 cm，セルビア 201.1 ± 4.6 cm，アメリカ 201.1 ± 5.7 cm，ブラジル 198.3 ± 8.4 cm，そしてポーランド 197.5 ± 7.4 cmであった。日本は最も高かったロシアとの平均値に比べて8.7 cm低かった。日本とロシア，セルビアそしてアメリカとの平均値との間には夫々1%水準で，日本とポーランドおよびセルビアの間には5%水準で有意差を認めた。

指高および指極は理論値であるが，身長とほぼ同様の結果を示した。指高と指極との差異は顕

表2 国別ワールドカップ出場選手の身体的特徴

国名		年齢 才	身長 cm	体重 kg	指高理論値 cm	指極理論値 cm	BMI
日本	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	28.1±3.2	191.5±8.0	87.6±10.1	248.6±12.1	196.4±9.1	23.8±1.6
	最大値	33.0	205.0	102.0	268.9	211.6	26.9
ロシア	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	27.3±4.4	201.2±7.3**	97.1±7.4**	263.2±11.0**	207.4±8.3**	24.0±1.7
	最大値	36.0	218.0	109.0	288.5	226.3	26.0
イタリア	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	28.4±4.3	197.1±7.3	91.0±7.3	257.0±11.1	202.7±8.3	23.4±1.2
	最大値	36.0	206.0	104.0	270.4	212.8	25.5
セルビア	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	24.7±3.6*	200.1±4.6**	88.5±7.3	261.5±6.9**	206.1±5.2**	22.1±1.6**
	最大値	32.0	206.0	104.0	270.4	212.8	24.7
アメリカ	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	29.6±4.0	200.1±5.7**	95.9±8.0**	261.6±8.6**	206.2±6.4**	23.9±1.8
	最大値	36.0	206.0	113.0	270.4	212.8	28.0
ポーランド	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	26.3±4.2	197.5±7.4*	85.4±5.8	257.6±11.1*	203.2±8.4*	21.9±1.2**
	最大値	34.0	211.0	96.0	278.0	218.4	24.5
キューバ	<i>N</i>	12	12	12	12	12	12
	Mean±S.D.	22.4±4.2**	196.0±7.2	85.8±5.8	255.4±10.9	201.5±8.2	22.4±1.6*
	最大値	29.0	204.0	96.0	267.4	210.5	25.2
アルゼンチン	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	22.9±2.4**	193.5±6.5	86.8±6.2	251.6±9.9	198.7±7.4	23.2±1.8
	最大値	30.0	205.0	99.0	268.9	211.6	25.5
エジプト	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	27.0±5.1	195.6±6.9	86.9±7.1	254.7±10.5	201.0±7.8	22.8±2.0
	最大値	40.0	205.0	99.0	268.9	211.6	25.7
ブラジル	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	30.4±4.1	198.3±8.4*	88.0±9.6	258.8±12.7*	204.1±9.5*	22.3±1.4*
	最大値	36.0	212.0	103.0	279.5	219.5	24.8
イラン	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	26.5±4.8	193.3±11.0	83.5±10.0	251.3±16.7	198.4±12.5	22.3±1.3*
	最大値	36.0	203.0	94.0	265.9	209.4	24.0
中国	<i>N</i>	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	23.4±2.8**	195.5±10.0	82.1±8.0	254.6±15.1	200.9±11.3	21.6±2.3**
	最大値	30.0	210.0	95.0	276.5	217.3	25.8
全選手	<i>N</i>	166	166	166	166	166	166
	Mean±S.D.	26.5±4.6	196.6±8.0	88.2±8.8	256.3±12.1	202.2±9.1	23.7±1.8
	最大値	40.0	218.0	113.0	288.5	226.3	28.0
	最小値	17.0	165.0	60.0	208.6	166.5	17.3

Mean±S.D. : 平均値±標準偏差

* : 5% ** : 1%

著であり、指高の高さが指極の長さに比べて著しく大きかった。

体重についてみると、日本の平均値および標準偏差は夫々 87.6 ± 10.1 kg であった。参加選手 166 名のそれらは 88.2 ± 8.8 kg であった。日本の平均値と全選手の平均値に大きな差異はなかった。最も大きな値を示したのは、ロシア次いでアメリカであった。ロシアとアメリカの体重の平均値及び標準偏差は夫々 97.1 ± 7.4 kg, 95.9 ± 8.0 kg であった。これらの平均値との差は夫々 1% 水準で有意差を認めた。

表 3 は BJ 到達点, RJ 到達点, 打球速度の理論値, SI 指数の成績を示した。夫々の国別の N 数, 平均値, 標準偏差, 最大値・最小値そしてワールドカップ全出場選手について同様の成績を示した。平均値の差の検定は表 1 と同様に、日本と他の出場国との間についてのみ有意水準を *5% 水準, **1% 水準で示した。

日本選手の RJ 到達点と BJ 到達点の平均値及び標準偏差は夫々 3.391 ± 0.121 m および 3.229 ± 0.130 m であった。全出場選手のそれらの成績は夫々 3.418 ± 0.140 m, 3.241 ± 0.135 m であった。

RJ 到達点と BJ 到達点の平均値が最も高かった国はキューバ, ついでアメリカ, 中国, ロシアであった。夫々の平均値および標準偏差を国別にみると, 3.492 ± 0.175 m, 3.482 ± 0.116 m, 3.459 ± 0.117 m, 3.444 ± 0.150 m であった。しかし、日本と他の国々との平均値の間に有意差は認めなかった。

RJ 到達点全選手中で最も高かったのは、ロシアの選手でその成績は 3.750 m であった。次いでキューバが 3.74 m, ブラジルが 3.70 m, イタリア 3.68 m, アメリカ 3.63 m, イランが 3.60 m, 中国が 3.56 m そして日本は 3.55 m であった。日本は、同じアジア地域の中国より 1 cm 低く、最も高かった欧州のロシアに比べて 20 cm 低い成績であった。

ワールドカップおよびロンドンオリンピックにおいて上位に位置したイタリアについてみると、RJ 到達点と BJ 到達点の平均値および標準偏差は夫々 3.224 ± 0.839 m, 3.265 ± 0.151 m であった。この成績は日本よりも低く、多くの国々の RJ 到達点が BJ 到達点に比べて約 20 cm 高いにもかかわらず、RJ 到達点と BJ 到達点の平均値はほぼ同じ成績であった。

BJ 到達点全選手中で最も高かったのは、キューバの選手で 3.69 m であった。次いでイタリアが 3.48 m, ロシア 3.47 m, ブラジル 3.45 m, セルビア 4.40 m, アメリカが 3.36 m であった。キューバ選手の 3.69 m はこれらの選手に比べてもブロックの位置が 20 cm 以上高いことを示した。

RJ 到達点と BJ 到達点から指高の高さを差し引いて求めた RJ および BJ の夫々の成績（理論値）をみると、表 3 に示した通り、日本の平均値および標準偏差は夫々 90.5 ± 10.5 cm, および 74.3 ± 10.5 cm であった。

RJ について国別の平均値をみると、日本はロシア, セルビア, アメリカ, ポーランド, ブラジルに比べて高く、ロシア, セルビア, ブラジルとの平均値には 1% 水準で有意差を認めた。最も平均値の高かった国はキューバ, 次いで中国であった。これらの平均値及び標準偏差は夫々

表3 国別ワールドカップ出場選手における身体機能の比較

国名		RJ理論値 cm	BJ理論値 cm	スパイク到達点 m	ブロック到達点 m	打球速度理論値 km/h	SI指数
日本	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	90.5±10.5	74.3±10.5	3.391±0.121	3.229±0.130	84.3±6.3	19.4±6.1
	最大値	110.2	100.2	3.550	3.450	95.1	30.9
	最小値	71.1	51.1	3.100	3.000	73.2	8.0
ロシア	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	81.2±6.2**	67.3±7.3	3.444±0.150	3.305±0.116	88.0±5.6	23.2±7.4
	最大値	88.1	81.1	3.750	3.470	96.0	38.7
	最小値	64.2	58.5	3.150	3.100	78.1	10.7
イタリア	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	88.0±9.2	69.5±11.0	3.224±0.839	3.265±0.151	86.1±7.4	25.0±13.0*
	最大値	103.6	86.2	3.680	3.480	96.5	62.1
	最小値	73.6	53.1	0.352	2.900	68.3	6.6
セルビア	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	80.0±9.6**	62.4±10.3**	3.415±0.083	3.239±0.083	84.8±4.0	19.9±4.2
	最大値	99.2	89.2	3.540	3.400	92.6	27.4
	最小値	66.6	51.1	3.250	3.100	78.1	14.2
アメリカ	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	86.6±7.7	65.4±6.9*	3.482±0.116	3.270±0.083	86.3±4.0	22.7±5.1
	最大値	100.7	77.7	3.630	3.360	90.7	27.6
	最小値	74.6	50.6	3.240	3.120	79.0	12.7
ポーランド	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	85.5±8.7	64.0±6.8	3.426±0.149	3.216±0.139	83.7±6.7	20.1±6.8
	最大値	99.2	73.6	3.580	3.400	92.6	29.0
	最小値	67.7	51.7	3.050	2.890	67.8	5.78
キューバ	N	12	12	12	12	12	12
	Mean±S.D.	93.8±11.4	77.1±12.0	3.492±0.175	3.324±0.180	88.94±8.73	25.75±10.18*
	最大値	114.7	101.6	3.740	3.690	106.72	49.81
	最小値	76.8	61.7	3.050	2.950	70.76	6.59
アルゼンチン	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	84.9±7.5	64.8±4.4*	3.365±0.116	3.164±0.104	81.2±5.1	16.84±4.89
	最大値	98.7	74.7	3.500	3.300	87.8	23.76
	最小値	73.6	58.2	3.140	3.000	73.2	8.64
エジプト	N	14	13	14	13	13	13
	Mean±S.D.	84.1±10.7	66.0±9.3*	3.388±0.110	3.202±0.099	82.98±4.83	18.39±5.10
	最大値	102.7	83.1	3.590	3.400	92.63	30.11
	最小値	68.7	47.1	3.200	3.000	73.19	9.60
ブラジル	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	79.8±8.9**	59.6±8.7**	3.386±0.144	3.184±0.130	82.15±6.33	18.16±6.87
	最大値	96.7	72.7	3.700	3.450	95.06	35.93
	最小値	65.0	45.7	3.100	2.890	67.84	6.43
イラン	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	82.02±12.85*	68.66±13.12	3.333±0.189	3.199±0.200	82.88±9.71	18.09±8.23
	最大値	103.25	91.23	3.600	3.500	97.49	34.70
	最小値	57.10	52.10	2.900	2.710	59.10	2.55
中国	N	14	14	14	14	14	14
	Mean±S.D.	91.3±7.9	75.0±11.5	3.459±0.117	3.296±0.106	87.6±5.16	23.03±5.45
	最大値	103.7	89.8	3.560	3.400	92.6	29.18
	最小値	78.1	53.5	3.200	3.050	75.6	10.53
全選手	N	166.0	165.0	166	165	165	165
	Mean±S.D.	114.7±10.1	101.6±10.6	3.418±0.140	3.240±0.135	106.72±6.58	20.84±7.60
	最大値	85.5	67.7	3.750	3.690	84.87	62.10
	最小値	57.1	45.7	2.900	2.710	59.10	2.55

Mean±S.D. : 平均値±標準偏差

* : 5% ** : 1%

93.8±11.1 cm, 91.3±7.9 cm であったが、その差は有意差を認めなかった。

BJ の平均値は RJ とほぼ同様の傾向を示した。日本はセルビア、ポーランド、ブラジルとの平均値の間に1%水準、そしてアメリカ、アルゼンチンとの間には夫々5%水準で有意差を認めた。最も BJ の平均値が高かった国は、RJ と同様キューバおよび中国であった。これらの国の平均値及び標準偏差は夫々 77.1±12.0 cm, 75.0±11.5 cm であった。日本との平均値の間に有意差は認められなかった。

国別に各国の最高値を見てみると、日本の最高値 110.2 cm, すべての参加選手ではキューバの 114.7 cm が最高値であった。1 m を越えるジャンパーはキューバに加えて中国、イタリア、イラン、エジプトそしてアメリカに存在する。約 1 m に近い成績を示す選手は、セルビア、ポーランド、アルゼンチンそしてブラジルに存在している。

一方、BJ の日本の最高値は 100.2 cm, すべての出場選手の中で最も高かったのはキューバの 101.6 cm で日本の最高値 100.2 cm とほぼ同じ成績を示した。次いで高かったのは、イラン選手 91.2 cm および中国選手の 89.8 cm であった。

打球速度の理論値についてみると、日本およびすべての選手の平均値および標準偏差は夫々 84.3±6.3 km/h, 84.9±6.58 km/h であった。打球速度の国別平均値および最高値にほとんど差異は認められなかった。最高値が最も高かったのはキューバ選手の 106.72 km/h であった。

前述した理論式より求めた SI 指数（理論値）についてみると、日本およびすべての出場選手の平均値および標準偏差は夫々 19.4±6.1, 20.84±7.60 であった。両者の平均値にほとんど差異は認められなかった。SI 指数が全選手中最も高かったのはイタリア選手の 62.1 であった。日本と各国との平均値を比較すると、平均値に有意差が認められたのはイタリアおよびキューバであった。夫々の平均値および標準偏差は 25.0±13.0, 25.75±10.18 で日本と夫々の国の平均値との間には5%水準で有意差が認められた。

V 考 察

ワールドカップやオリンピック大会に出場する夫々の代表選手たちの体格体型と身体組成は、同じ運動特性の種目を長期間のトレーニングによって形成されているので、人種・民族を超えて種目の運動特性に強く反映していることが考えられる。

体格体型の分類に関する研究において、Halle, S. (1797) は四タイプに分類したが、Sargent, D. A. (1893) や Martin, R. (1928) らによって生体計測法が確立された後、Sheldon, W. E. (1940) は生物発生の起源により、外胚葉、内胚葉、そして骨格や筋その他の結合組織が形成される中胚葉という三タイプに分類した。

トップレベルのスポーツ選手を対象にした体格体型の研究は、アムステルダム・オリンピック

大会（1928）の参加選手について Kohlraush によって報告されたのが最初である⁴⁾。

Cureton, T. K.⁹⁾, 横堀ら³⁷⁾ は、世界大会規模の各種スポーツ大会への参加選手および夫々の代表選手を対象に、シェルドン法を用いてスポーツ選手の身体的特徴を示した。その結果は、いずれも典型的なスポーツマン体型で中胚葉優位型であることを報告している。

その後、オリンピックジュニア選手を対象に、夫々の大会で国際協力体制のプロジェクトをつくり、トップアスリートの体格体型の測定・調査を行いその結果が報告されている^{5),7),10),11),18),19)}。

日本におけるトップアスリートを対象にした体格体型の研究は、平田²⁴⁾, 東ら¹⁾ によって、東京オリンピック大会に出場した選手の体格体型などの測定・調査が行われている^{1),24)}。

体格体型は体力・運動能力と関係するため、競技成績に強く結びつく要因の1つである。従って、より高い競技成績を追求するための身体適性が存在することに着目し、スポーツ種目別の体格体型の競技特性、体格体型と競技成績、体格体型と人種差などについて報告されてきた。

著者らは、関西に在住する大学男子および女子の運動選手を対象に、体格体型および体組成を測定し一般学生と比較した。その結果、運動選手は、競技種目に特有の大きな体格、体型と、体組成は体脂肪率が少ない、いわゆる除脂肪体重が大きい特徴をもち、体組成は鍛錬度を示すのに有効であることを報告した。

前述したトップアスリートを対象にした体格体型の研究と、著者らの研究対象とは明らかに競技レベルが異なる。従って、トップアスリートとの身長、体重など体格に大きな差が認められるが、スポーツ競技種目の運動特性をよく反映した身体的特徴を示した。しかし、トップアスリートたちの体格体型は、それぞれのスポーツ種目の運動特性に応じたトレーニングに適応することによって生じた体型であり人種差は見られないとの報告もみられる⁴⁾。

近年、オリンピック選手など国際レベルの競技会に出場する選手の研究報告は少なく、殊に、バレーボール選手を対象に体格体型の地域差について国際的な比較を行った調査研究は見当たらない。

そこで著者らは¹⁴⁻¹⁶⁾、バレーボール選手の地域差、運動適正、トレーニング効果などによる身体的特徴を、著者らが考案した評価方法を用いて明らかにしようとした。

図1はワールドカップに出場した12カ国の選手を対象に、横軸(X軸)に身長の標準測度を、縦軸(Y軸)に体重の標準測度を取り、国別にバレーボール選手の身体的特徴を示した。

身長の標準測度は、ある群の身長から対象群の身長を引いた値と、対象群の標準偏差との比により求めた値である。

体重の標準測度はある群の体重の平均値から対象群の体重の平均値を引いた値と、対象群の標準偏差との比により求めた値である。

ここでは、日本と他の国との比較をするため日本選手群を対象群とした。

従って、ある群の身長を H 、ある群の体重の平均値を W として対象群の身長を平均

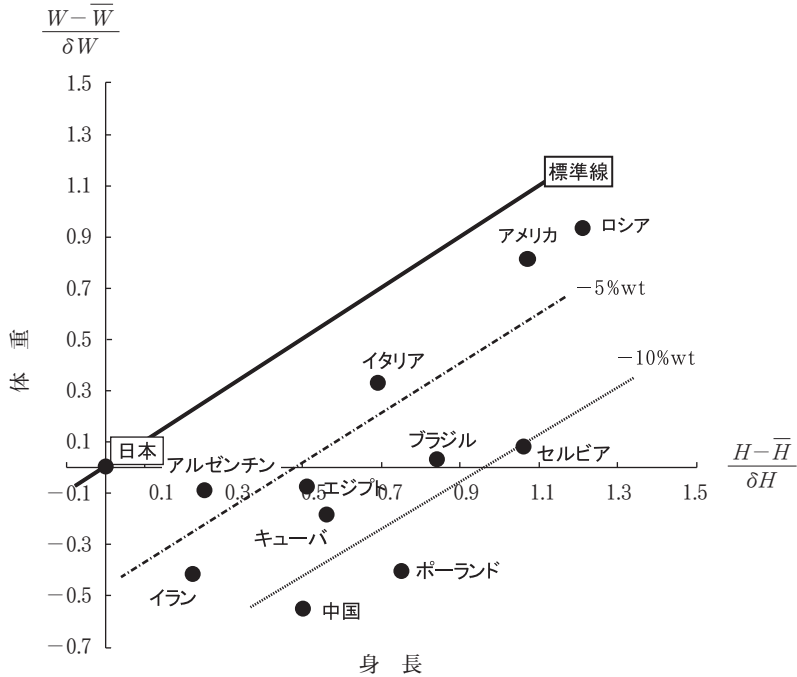


図1 身長と体重の国別比較

値と標準偏差を夫々 \bar{H} , δH , 対象群の体重の平均値および標準偏差を夫々 \bar{W} , δW で表すと

$$\text{身長標準測定度} = \frac{H - \bar{H}}{\delta H}$$

$$\text{体重標準測定度} = \frac{W - \bar{W}}{\delta W} \quad \text{で表すことができる。}$$

なお、図中の原点は対象群を表し、45度に描かれた直線（SL：標準線）は理論上、標準体重を示す。

表2でも示したとおり、ワールドカップ出場国の中で最も身長が低かったのは日本である。最も身長の高かった国はロシア、次いでアメリカ、セルビア、ブラジルそしてポーランドであった。身長が高くなれば体重は重くなる。そこで対象群である日本の身長と体重の平均値から、各国の身長と体重の関係を標準測定度であらわすと、図中の45度に描かれた直線は、理論上標準体重を表す。また、図中に示した-5%wtおよび-10%wtは標準線、つまり標準体重からの偏異の大きさを示している。図に示した通り、日本より体重が重い国はロシア、アメリカそしてイタリアである。しかし、ロシアとアメリカの身長と体重の関係は、標準線からほぼ2.5%、イタリアとアルゼンチンは、ほぼ5%程度標準線からマイナスに偏異しており、標準体重より体重が少ないことが判る。最も体重の少なかった国は中国、ポーランド、イランそしてキューバであった。中国、ポーランドは標準体重からみると-10%以上、そしてイラン、キューバはほぼ7%少

なかった。

本大会において、2012年にイギリスで開催されたロンドンオリンピックに出場できる権利を得た国と地域は表1のとおりロシア、ポーランド、イタリアは欧州そしてブラジルは南米である。ロシア（金）、イタリア（銅）およびブラジル（銀）はロンドンオリンピックにおいてメダルを獲得した。

ワールドカップおよびロンドンオリンピックにおける成績を地域で見ると上位は欧米、中位置は北中米・南米そして下位にはアジア、アフリカ地域で形成される傾向が見られた。

ワールドカップ優勝国ロシア、2位ポーランド、3位ブラジル、4位イタリアの身長及び標準偏差は表2に示した通り夫々 201.2 ± 7.3 cm, 197.5 ± 7.4 cm, 198.3 ± 8.4 cm, 197.1 ± 7.3 cm であった。いずれも日本の平均値より高い値を示し、イタリアを除いてロシアと1%、ポーランドとブラジルとの間には5%水準で有意差を認めた。

一方、肥瘦の評価指標であるBMIをみると、表3に示した通り、日本の平均値および標準偏差は夫々 23.84 ± 1.62 であった。セルビア、ポーランド、中国の平均値との間に統計学的に1%水準で、そしてキューバ、ブラジル、イランの平均値との間には5%水準で有意差を認めた。日本は図1においても示したようにBMIから見てもこれらの国々に比べてやや体重が重い傾向にある。全選手のBMI平均値と標準偏差は 23.70 ± 1.8 で全選手の最大値および最小値は、夫々、28.0, 17.3であった。これら全選手のBMIの度数分布を図2に示した。BMIの評価法では18以下を瘦身体型、標準体型は22そして25以上を肥満体型と定義している²³⁾。BMI 20以下のやや痩身傾向の選手は20名、BMI 24以上のやや肥満傾向の選手は42名存在した。

身長は栄養、遺伝、民族、気象、生活環境などの影響を受けることはよく知られている。

シュトラッツ, C. H. (1858-1924)⁶⁾ は、身長は人種・民族によって差異がみられることを明らかにし、また Perterson, G.²⁶⁾ は Sheldon の生体計測法を用いて、欧州地域の子どもを対象に人種や民族そして生活環境への適応によって体型に大きな偏異が見られることを報告した。

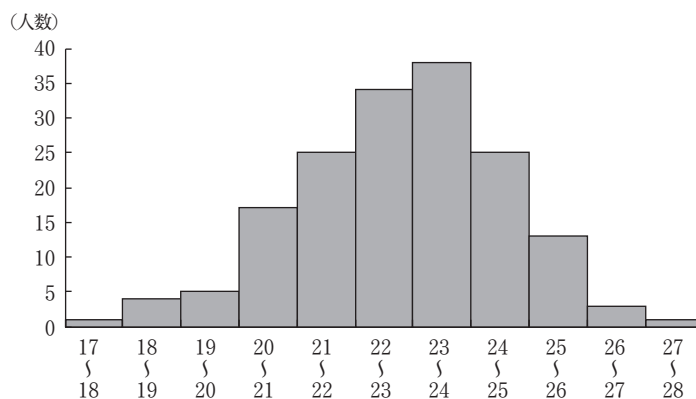


図2 BMI指数の度数分布

日本人とコーカソイド系スラブ族のポーランド人、ロシア人、またユーロイド族のベルギー人との体格を比較すると、14歳ごろまでは、身長も体重も日本・ポーランド・ロシアの間でほとんど差はない。ところが17歳時における男子の身長は日本<ベルギー<ポーランド<ロシアの順に差違が見られるようになる。最大のロシア人と日本人との差は5.9 cmもある。体重は日本<ベルギー<ポーランド<ロシアに順に重くなり、日本人と最大のロシア人との差は6.7 kgである^{4),19)}。

また、体格がワールドカップ出場国の中で小さかったのは図1に示した通り、アジアとアフリカ地域であった。同じアジア地域にあって人類学的分類からモンゴロイド系人種である日本と中国との体格を比較すると、中国の身長は日本より高く、体重は日本よりも小さく、ワールドカップ出場国の中で最も小さい体型を示し、日本選手と中国選手との間には顕著な差異がみられた。

太田ら^{4),5)}は、日本・韓国・中国の児童生徒を対象にして体格体型の特徴を比較している。その結果、これら3つは地理的には近接した地域であるにもかかわらず、身長は中国が最も大きく、体重は日本が最大で、中国が最小である。BMI指数で比較すると、韓国はいずれの年齢でも指数が大きく、がっしりした体型であり、中国の指数は小さく瘦身体型である。日本は韓国と中国の間であったことを報告している。日本人は身長のわりに体重が大きい特徴が見られる。

deGaley, L. ら¹⁹⁾は、体格は、身長、体重ともコーカソイド系人種が最大であり、ネグロイド系が次に続く。モンゴロイド系は最小である。メステイゾ（混血）系はその中間であると述べ、身長における体幹長と下肢長の関係でみると、コーカソイドは身長が大きく相対的に体幹長も大きい。しかし、ネグロイドは身長の割に体幹長が小さく下肢長比が大きい。一方、モンゴロイドは“短足胴長”の特徴が見られると報告している。

本研究におけるバレーボール選手の体格体型においても五つの地域（人種・民族）によって差違の見られることが推測された。その要因には遺伝によるもの、進化の過程で環境適応として獲得された変化、気象、日照時間、蛋白質の摂取量などの生活環境による地域差などが考えられる⁴⁾。

前述の通りアフリカ地域の体格はアジア地域と同様小さかった。しかしアフリカにはナイル川流域のスーダン南部に住むナイロト族は、成人の平均身長が180 cmあり、200 cm以上の長身者も多くみられることが報告されている⁴⁾。この様に広大な面積をもつヨーロッパ、アメリカ、ブラジル、アフリカ、アジア地域などでは対象とした地域の中に限定的とはいえ、遺伝や進化の過程で環境適応として獲得された変化、生活環境など前述した要因などが重層的に影響し特徴的な体格体型をもつに至ったと考えられる。

さて、スポーツ選手において身長と体重との関係は、体重による階級性が設けられている種目にかかわらず、パフォーマンスに影響する重要な要素である。バレーボール競技においてもポジションの適正な配置、コンディショニング、疾病予防などにとって重要である。

人の身長や体重は簡便に測定できることもあり、一般的には人の体格体型の類型化や標準体重および肥瘦の判定などの指標に利用されている。

最も身近には BMI や標準体重を求める Broca の式、あるいはその修正式などである。

著者らは身体計測に関する統計資料には、身長および体重の平均値、或いは、その標準偏差が記載してあることが多い。そこで、それらの値が判っているときにできるだけ実測値にあった身長、体重関係式を求めるための予知式を考案し報告した¹⁵⁾。つまり、ディメンションより考えると、体重 (W kg) が身長 (H cm) の 3 乗に比例することが推定され、比例定数が a であるとすると、 W と H との間には、 $W = aH^3$ の関係式が得られることから、ある群の H の平均値 (\bar{H}) W の平均値 (\bar{W}) が判っている場合

$$\text{予知式 } W = 3 \frac{\bar{W}}{\bar{H}} H - 2\bar{W} \dots\dots\dots(1)$$

が得られ、また、ある群の (\bar{H}) と (\bar{W}) に加えて、夫々の標準偏差 δH および δW が判っている場合

$$\text{予知式 } (W) = \frac{\delta W}{\delta H} H - \frac{\delta W}{\delta H} \bar{H} + \bar{W} \dots\dots\dots(2)$$

が得られた。

(1)式および(2)式に、測定値より得られた夫々の平均値と標準偏差を代入すると

$$(1) \text{式は } W = 1.35 H - 176.4 \dots\dots\dots\text{②式}$$

$$(2) \text{式は } W = 1.10 H - 128.1 \dots\dots\dots\text{③式}$$

が得られる。

日常用いられる標準体重を求める方法は、ある身長に対する標準体重を設定して、実測体重と標準体重の差をもって体重の過不足が判定されている。そこで、実測値での身長と体重の関係をみるためにワールドカップに出場した全選手の身長と体重の関係を図 3 に示した。

この図に Broca の標準体重直線、本研究で得られた①式 (回帰式) ②式および③式を画いてみると、明らかに実際の身長と体重の回帰直線と Broca の標準体重直線とは可なりずれている。即ち、身長より標準体重を求める Broca の予知式は本研究の実測値から求めた実際の身長からの体重予知式と可なりずれる。

ある群の身長からの体重の予知式は、本来その群の測定値を基礎として求められるべきであって安易に Broca の標準体重を用いることは判定結果を誤らせることを示している。

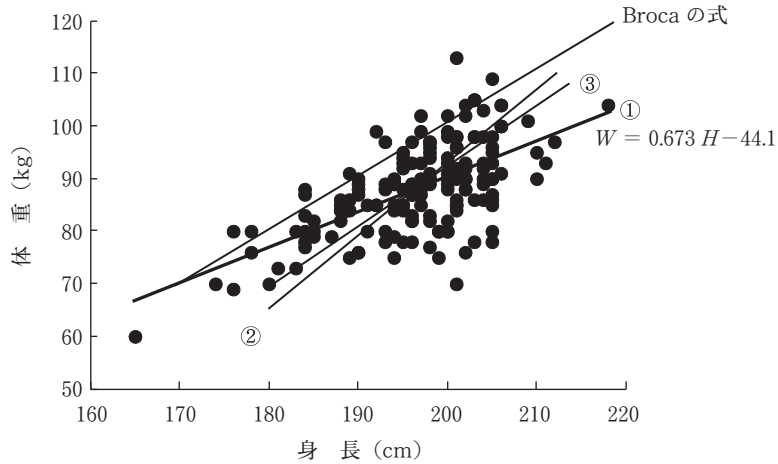


図3 身長と体重の相関

従って、国際クラスの男子バレーボール選手の標準体重を求めるための予知式は①式 $W = 0.673 H - 44.1$ (相関係数 $r = 0.617$)、②式および③式を用いて求める方がディメンジョンからみて妥当と思われる。

バレーボール選手は、最高到達点及び身長が高いことと同時に高いジャンプ力をも期待されている。バレーボール選手にとっては、最高到達点とトップコンディションとの関係が深く、最高到達点が1%減少するとゲームの勝敗に大きく影響することもあり、トップコンディションに向けた体重調節が重要である。

競技成績とSI指数とは、表3に示したとおり、SI指数を求める理論式に身長や最高到達点そして打球の測度などが含まれているため、競技成績上位6チームのSI指数は、ブラジルを除いた5チームでは順位の差こそあれ上位5位以内であった。ブラジルチームは攻撃を戦術面で強化したチームであり、競技成績とSI指数とは概ね一致した傾向を示している。

ワールドカップに出場するチームには夫々身長、最高到達点、SI指数の高いスーパーエースが存在している。中でもキューバにはロシアの選手と共に、いわゆる世界のスーパーエースの頂点に位置していると思われる選手がいる。しかし、キューバの競技成績の結果は中位にあるがチームとしては潜在的に高い競技能力を秘めている。競技成績を決定する要因にサーブレシーブやレシーブなどがありこれらに課題があるのではと推測される。これらを克服し、高い競技力に適合した結果が残せるか否か、今後の活躍を追跡したいと思う。

ワールドカップ出場選手の平均年齢は26歳、日本の平均値および標準偏差は 28.1 ± 3.2 歳であった。年齢にはアジア地域の中国と中南米地域のキューバなどが若く、年齢による差異が認められた。これらの国では、ロンドン以降に向けての強化策がすでに始まり、選手の新陳代謝が進んでいるのかもしれない。

日本はモンゴロイド系の遺伝子を持つ民族で元来身長の高い民族ではない。スポーツ競技は地域特有のスポーツ文化を持って発達してきた。日本は身体的に適應できたスキー・スケートそして水泳・マラソン・器械体操、レスリングなど比較的身長に影響されない種目において競技能力を発揮している。

日本のジュニア選手は、国際的にみて好成績を残すことが多い。日本ではバレーボール開始年齢が早く、本格的な技術指導も早い時期から実施されており、日本の体格（身長）の発育はスパートが早い。ヨーロッパでは発育のスパートは日本より遅れて出現するが、やがてピークは日本より高くなる。身体のマスが大きくなることは、身体のリゾースされる機能（体力）が大きくなることでもある。このことが、発育後における競技成績と深く関わっていることが推測される。

近年、2 m を越える人材が発掘され、トレーニング科学の発達、若年時からのバレーボール経験者も増加している。ある時期長身者の中には二世選手の活躍も散見された。しかし、スポーツには体重によって階級に分けて競技するスポーツは存在するが、身長によって階級に分けるスポーツは少ない。バレーボール競技が身長による階級制で競技できれば、日本は十分活躍の場が得られるものと推測される。競技成績は国の強化システムにも強く影響される。日本は長身者の母集団が小さい上に、多くの多様なスポーツが存在し、夫々の組織が強化策を講じているのが現状である。長身者が野球・サッカーなど多様な種目へ流出するのが多くみられるようになってきた。バレーボール競技が今後充実した発展をしてゆくためには、限られた長身者の人的資源を確保できるかが益々重要になってきたと思われる。また長身者がスポーツ種目を選択する場合には、スポーツ適性を十分考慮したスポーツ種目を選択するための指導をする組織が必要であると思われる。

VI 結 論

2011 年ワールドカップ出場選手の身体的特徴と競技能力を明らかにするため日本選手の身体的特徴と競技能力とを比較した。用いた資料は、FIVB に提出された資料が日本文化出版刊行「月刊バレーボール」に掲載された全参加選手 166 名、12 カ国の年齢、身長、体重、RJ 到達点、BJ 到達点のデータである。

全出場選手の年齢の平均値および標準偏差は 26.5 ± 4.6 歳であった。また、最高齢および最年少の年齢は、夫々 40 歳および 17 歳であった。日本の平均値および標準偏差は 28.1 ± 3.2 歳であった。セルビア、キューバ、アルゼンチン、中国の夫々の平均値は日本に比べて著しく小さく有意差が認められた。

日本選手を対象群にして、各国のバレーボール選手の身体的特徴を標準測度を用いて検討した。その結果、日本の身長は出場国中最も低かった。身長が最も高かったのはロシア、アメリカ、セ

ルビア、ブラジルそしてポーランドであった。

身長が高い国は、これらを地域で見ると欧州「CEV」、北中米「NORCECA」、南米「CSV」、アフリカ「CAVB」、そしてアジア「AVC」であり、元来人類学的に平均身長が高いといわれる地域と深く関係していることが推察された。

日本の体重はロシア、アメリカ、イタリア、ブラジルなどより小さく、中国、イラン、ポーランドより大きかった。標準線との偏異をみると、すべての国が日本よりマイナスに偏異していた。国際的なバレーボール選手の標準体重を求めるために次の三式が予知式として考えられた。

$$\textcircled{1}\text{式 } W = 0.673 H - 44.1 \quad (r = 0.678)$$

$$\textcircled{2}\text{式 } W = 1.35 H - 176.4$$

$$\textcircled{3}\text{式 } W = 1.10 H - 128.1$$

RJ 到達点の全選手中で最も高かったのは、ロシアの選手でその成績は 3.750 m であった。次いでキューバ>ブラジル>イタリア>アメリカ>イラン>中国>日本の順に高かった。日本は最も高かった欧州のロシアに比べて 20 cm 低かった。

BJ 到達点の全選手中で最も高かったのは、キューバの選手で 3.69 m であった。次いでイタリア>ロシア>ブラジル>セルビア>アメリカ>の順に高かった。最も高かったキューバ選手はこれらの選手に比べて 20 cm 以上高かった。

SI 指数が最も高かったのはロシアとキューバであった。

SI 指数は世界のトップに位置する国とほぼ一致する傾向を示した。

国際大会に出場するチームは RJ 最高到達点が高く、打球速度が速くそして SI 指数が高い、いわゆるスーパー選手が存在する。バレーボール選手の多くは体格的には身長が高く、体型的にはやや痩身にジャンプに優れた体格体型を有していることを改めて確認した。

参考文献

- 1) Azuma, T., Ikai, M., Natori, R., Yokobori, S., Ishiko, T., Kuroda, Y.: Olympic Medical Archives, Tokyo Report, The Organizing Committee for the Games of the 18th Olympiad Tokyo, 1964.
- 2) 草間良男, 堀内一彌: 身体検査の意義と其の方法, 鳳鳴堂, 1943.
- 3) 大澤清二, 李成業: 中国人男子における身体発育の年次推移 — 都市児童青少年の形態発育の早期化現象を中心として, 学校保健研究, 35, pp. 342-351, 1993.
- 4) 太田祐造, 太田賀月恵: 日本人の体格体型, 大学教育出版, 2002.
- 5) Ota, Y., Lee, Chul-Whan, Miyashita, M.: A comparative study in the body structure and somatotype of Korean and Japanese youth, The Seoul Olympic Scientific Congress Abstracts III, pp. 148-151, 1988.
- 6) 大山良徳, 小西博喜: 現代人の発育発達と体力, 三和書房, 1981.
- 7) Carter, J. E. L., Aubry, S. P., Sleet, D. A.: 5. Somatotypes of Montreal Olympic athletes, in Physi-

- cal Structure of Olympic Athletes, *Medicine Sport*, 16(5), pp. 53-80, Karger, Basel, 1982.
- 8) Cureton, T. K.: Body build as a framework of reference for interpreting physical fitness and athletic performance, *Res. Quart. Am. Ass. Health*, 12, suppl., pp. 301-330, 1941.
 - 9) Cureton, T. K. et al.: Physical fitness of champion athletes, Univ. Ill. Press, 1951.
 - 10) 黒田善雄, 加賀谷宏彦, 塚越克己, 雨宮輝也, 太田裕造, 酒井淳子: 第19回メキシコオリンピック日本代表選手の体力測定, 日本体育協会スポーツ科学研究報告, pp. 9-49, 1968.
 - 11) 月刊バレーボール, 日本文化出版, pp. 80-83, 2011. 1.
 - 12) Costill, D. L., Bowers, R., Kammer, W. F.: Skinfold estimates of body fat among marathon runners, *Med. Sci. Sports*, 2(2), pp. 93-95, 1970.
 - 13) 田中信雄, 千賀康利, 大槻貫之助, 辻悶絶三, 堀 清記, 山崎 武: スポーツマンの体格および体型に関する研究 — 競技種目別による運動選手の体格の差異について —, 体力科学, 26(3), pp. 114-123, 1977.
 - 14) 田中信雄, 辻田純三, 堀 清記, 千賀康利, 大槻寅之助: 男子大学生の身体鍛練者と非鍛練者の体格と体格判定法に関する研究, 体力科学, 28(1), pp. 47-55, 1979.
 - 15) 田中信雄, 千賀康利, 黛 誠, 辻田純三, 堀 清記: 大学生の体格, 体型に及ぼす身体運動の影響, 体育学研究, 5(3), pp. 215-232, 1980.
 - 16) 田中信雄, 村上博巳, 川之上豊, 横矢勇一, 明石正和: バレーボール選手の競技能力判定法に関する研究 第2報 — バレーボール指数について —, 城西大学研究年報(自然科学編)第35巻, pp. 23-40, 2012.
 - 17) Tanner, J. M.: The effect of weight-training on physique, *Am. J. Physiol. Anthropol.*, 10(4), pp. 427-461, 1952.
 - 18) deGaray, A. L., Levine, L., Carter, J. E. L.: Physical Anthropology of the Athletes, in Genetic and anthropological studies of Olympic athletes, *Academic Press*, pp. 9-25, 1974.
 - 19) Nagamine, S. and Suzuki, S.: Anthropometry and body Composition of Japanese young men and women, *Human Biol.*, 36, pp. 8-15, 1964.
 - 20) 長嶺晋書, 久我達郎, 山川喜久江, 大島寿美子, 鈴木秀雄, 鈴木慎次郎: スポーツマンと非スポーツマンの体構成 (body composition) の比較に関する研究, 栄養学雑誌, 24, pp. 3-8, 1966.
 - 21) ワールドカップ 1977 報告書, 日本バレーボール協会, pp. 112-147, 1978.
 - 22) 日本バレーボール協会指導普及委員会, 吉原一男, 豊田 博ら編著: 実践バレーボール (下) [9版], 大修館書店, 1992.
 - 23) 日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会, 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準, 肥満研究, 6巻1号, pp. 18-28, 2000.
 - 24) Hirata, K.: Physique and age of Tokyo Olympic Champions, *J. Sb. Med. Phy. Fit.*, 6, pp. 207-222, 1966.
 - 25) Parnell, R. W.: Somatotyping by physical anthropometry, *Am. J. Phys. Anth.*, 12, pp. 209-239, 1954.
 - 26) Peterson, G.: *Athletes for somatotyping children*, C. C. Thom. Pub. 1967.
 - 27) 堀 清記, 辻田地三, 吉村寿人: 身体検査によって得られる測定値の評価方法についての若干の考察 — 身体鍛練者と非鍛練者との体型の比較 —, 栄養と食糧, 30, pp. 79-85, 1977.
 - 28) Hori, S., Ohnaka, M., Shiraki, K., Tsujita, J., Yoshimura, H., Saito, N., and Panata, M.: Comparison of physical characteristics, body temperature and basal metabolism between Thai and Japanese in a neutral temperature zone, *Jap. J. Physiol.*, 27, pp. 525-538, 1977.
 - 29) Brožek, J., K. P., Chen, W., Carlson, and F. Bronczyk: Age and sex differences in man's fat content during maturity, *Fed. Proc.*, 12, pp. 21-22, 1953.
 - 30) Brožek, J. and Keys, A.: Evaluation of leanness-fatness in man: A survey of methods, *Brit. J.*

Nutr., 5(20), pp. 247-256, 1951.

- 31) Meredith, H. V.: Comparative findings on body size of children and youths living at urban centers and in rural areas, *Growth* 43, pp. 95-104, 1979.
- 32) 李成業, 大澤清二: 中国農村青少年の形態発育の地域格差に及ぼす生活環境要因の解析, 学校保健研究, 35(4), pp. 194-204, 1993.
- 33) ロバート, M., マリーナ, クロード, ブシャール著, 高石昌弘, 小林寛道監訳: 事典 発育・成熟・運動, 大修館書店, 1995.
- 34) Behnke, A. R., and Royce, J.: Body size, Shape and composition of several types of athletes, *Jsp. Med. & Phy. Fit.*, 6, pp. 75-88, 1966.
- 35) 横堀 栄, 鈴木文子: 「スポーツマンの体型について」体育の科学, 7(5), pp. 197-200, 1957.
- 36) 横堀 栄他: 「アジア競技大会全日本選手の体格と体型」体育の科学, 8(8), pp. 338-341, 1958.