

# 2011年バレーボールワールドカップ 出場選手の競技力と身体的特徴について

— 第2報 女子選手について —

田中 信雄\*・村上 博巳\*  
明石 正和

## I. はじめに

バレーボールは、老若男女がネットを挟んでボレーを楽しむスポーツとして1895年に誕生した。今日もなおこの理念が引き継がれて発展してきた一方で、バレーボールは固定された高いネット上で攻防を展開するため、競技性が増すにつれ身長及び最高到達点が高くパワフルなパフォーマンスをもった選手が数多く見られるようになってきた。

ヒトの体格体型の研究は、身長や体重など簡便にしかも容易に測定できるわりに多くの情報を得ることができるので、身体の機能との関係<sup>7)</sup>、スポーツ競技種目の特徴と運動鍛錬度<sup>10),14),16),17),26),33)</sup>、生活環境<sup>2),3),22),35),37)</sup>、人種・民族による差違<sup>3),5),6),32)</sup>、そして肥瘦の判定<sup>9),29)</sup>などに利用されてきた。

バレーボール選手の身体的特徴は長身で痩身な体格体型を有するといわれている。しかし、ワールドカップやオリンピック大会に出場する代表選手たちの体格体型の特徴には長期間のトレーニングによって形成されてきたものと、人種・民族による影響を反映したものが含まれている。

豊田ら<sup>25)</sup>は、東ドイツ、ポーランド、中国、ソ連そして全日本の男女選抜選手を対象に、バレーボール選手の競技能力の評価には、従来より行われてきた身長と垂直跳びで評価するより、最高到達点を考慮した「ジャンプ指数」を用いて評価するのが望ましいことを報告した。これを受け、Lorne Sawula<sup>38)</sup>は、バレーボール選手の競技能力を評価するのに、JUMP指数、ラインタッチ、柔軟性、腹筋力、3回跳、20m走などの6つの要素で構成されたバレーボール指数を用いて評価することを提案している。これらの研究は、国内の中学及び高校選抜選手らを対象に有望な新人選手の発掘の指標として用いられてきた。

著者ら<sup>20),21)</sup>は、すでに豊田らの考え方を改変し、競技能力を評価するための新たな「バレーボー

---

\* 京都産業大学文化学部

ル指数」を思案すると共に男子バレーボール選手における日本の中学選抜選手から全日本選手及び2011年に東京で開催されたワールドカップに出場した男子選手を対象に競技能力の差異とその身体的特徴について明らかにした。

しかしワールドカップやオリンピック大会に出場する女子バレーボール代表選手たちの体格体型の特徴やその体格体型の特徴は人種・民族による影響を反映したものなのか、トレーニングによって形成されたものなのかについては明らかにされていない。また選手の競技能力を同一尺度により客観的に評価する方法についても明らかにされているとはいえない。

大学女子選手と日本女子代表選手、日本女子代表選手と日本男子代表選手、日本女子代表選手とワールドカップやオリンピック大会に出場する代表女子選手たちとの体格体型の特徴や競技能力を評価することができればトレーニングの目標、トレーニング効果、選抜選手選考基準、タレントの発掘などに寄与することができるものとする。

本報告の目的は、大学女子バレーボール選手及びワールドカップ出場選手を対象に、女子バレーボール選手の身体的特徴と競技能力の差異及び競技能力と競技成績との関係について検討した。また、トップバレーボール選手の体格体型の特徴はバレーボール選手の適性を持った集団であるので標準体重の予知式についても検討し若干の知見を得たので報告する。

## II. 方法及び測定項目

女子バレーボール選手の身体的特徴と競技能力の評価法について検討するために、測定調査の対象をKSU大学女子バレーボール選手とワールドカップ出場選手について以下の方法で実施した。

### A. KSU 大学選手

#### 1. 被検者、人数、年齢及び運動経験年数

対象は関西に在住するKSU大学（関西一部リーグに所属）の女子バレーボール選手17名である。年齢の平均値は $20.3 \pm 1.2$ 歳である。小学校時代からバレーボールを経験しているものがほとんどであり、平均経験年数は約11年で経験年数の長いものは16年、短いものでも10年の経験を有する。

#### 2. チームの特徴

これら被検者をレギュラー群と非レギュラー群の二群に分けた。

KSU大学チームの特徴はブロック、レセプションが苦手なチームである。

レギュラーチームはAK（ミドルプレイヤー）、YT（ウイングスパイカー）が軸でコースが甘

く、デグされやすい。セッターはオープントスができない。サーブが良い。

非レギュラーチームは、KH（ミドルプレイヤー）、HY（ミドル及びウイングスパイカー）が軸の選手である。両選手とも上がり症で緊迫したゲームに力を発揮できないことが多い。ゲームの流れの中でクイックのタイミングで対応できない特徴が見られる。

### 3. 測定項目

i) 形態測定：身長，体重，指高及び指極

ii) 機能測定：背筋力，立ち三段跳び，垂直跳び到達点（SJP），ブロックジャンプ到達点（BJP），ランニングジャンプ到達点（RJP），打球速度（ $V$ ）及び反応時間（ $t$ ），神経伝達速度（NCV），筋収縮時間（MCT）である。

iii) 測定方法

測定は前報と同様，文部省及び日本バレーボール協会の測定法<sup>24),28)</sup>に準じて行い，京都産業大学体育館及び実習室にて午後に実施した。

SJ, BJ, 及び RJ の測定値は夫々の到達点から指高の値を差し引いて求めた。ただし，体重については下着，ショートパンツ，T シャツを着用，裸足にて測定し，風袋 1 kg を減じた値を体重とした。

## B. ワールドカップ出場選手

### 1. データ

ワールドカップ出場選手については，日本文化出版「月刊バレーボール」<sup>12)</sup>に掲載された年齢，身長，体重及び BJP, RJP をデータベースに用いて解析した。

2011年ワールドカップ及びロンドンオリンピックの結果は，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。

なお指高，指極及び打球速度は KSU 大学より得られた理論式より求めた。

打球速度は KSU 大学より得られた理論式を用いて算出し，ワールドカップ出場選手の競技能力を評価するためにバレーボール指数（VBI 指数）の内 SI 指数の算出に用いた。

### 2. ワールドカップ及び出場国

2011年ワールドカップ東京大会は，国際バレーボール連盟（FIVB）が主管する国際的競技会（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））の五大会の一つである。

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選手権大会が開催されている。2011年女子ワールドカップに出場した国の五大陸及び夫々の加盟国

数（ナショナルチーム）は以下の通りである。

ヨーロッパ（CEV）	セルビア・イタリア・ドイツ	55 カ国
北中米（NORCECA）	アメリカ・ドミニカ	35 カ国
南米（CSV）	アルゼンチン・ブラジル	12 カ国
アフリカ（CAVB）	ケニア・アルジェリア	53 カ国
アジア（AVC）	日本・中国・韓国	65 カ国

2011 年の五大陸女子加盟国数は合計すると 220 カ国である。

### 3. 競技能力の評価

i) SI 指数を算出するための式

バレーボール選手の SI 指数を算出するための式は以下の通りである。

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

上記式の、BJ：BJ 到達点，RJ：RJ 到達点，V：打球速度を示す。

BJ max, RJ max, V max は夫々の最高値を示す。

ii) RI 指数を算出するための式

バレーボール選手の RI 指数を算出するための式は以下の通りである

$$RI = \left\{ \left( \frac{FS}{FS \max} \right)^2 + \left( \frac{BJ-2.43}{BJ \max - 2.43} \right)^2 \right\} \times \frac{(0.6-t)}{(0.6-t \min)} \dots\dots\dots \text{II 式}$$

上記式の FS：指極，BJ：到達点，t：単純反応時間を示す。

FS max, t max は夫々の最高値を示す。

iii) VBI 指数を算出するための式

VBI は上記 I 式及び II 式より算出した。

$$VBI = SI + RI \dots\dots\dots \text{III 式}$$

### 4. SI 指数及び RI 指数の算出式に当て嵌める夫々の max の値

KSU 大学の女子選手の VBI 指数を求めるに当たり、SI 指数及び RI 指数算出式中の夫々の max 値は、KSU 大学女子選手の最高値 BJ max 2.72 m, RJ max 2.86 m, V max 80.2 km/h そ

して FS max 1.77 m,  $t$  min 0.269 sec. を用いて夫々の算出式に当て嵌めて求めた。

ワールドカップ出場選手の VBI 指数は反応時間の測定値がないので VBI 指数のうち SI 指数のみを算出した。SI 指数を求めるに当たり BJ 到達点, RJ 到達点及び理論値から求めた打球速度の夫々の max 値はワールドカップ出場選手の最高値である BJ max 3.30 m, RJ max 3.31 m, V max 91.87 km/h を用いて算出式に当て嵌めて求めた。

### III. 統計処理

測定値及び理論値はすべて平均値±標準偏差で表した。二群間の比較にはピアソンの相関係数を用いた。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。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

KSU 大学全選手 (17 名) の身長と体重の平均値及び標準偏差は夫々  $166.4 \pm 5.8$  及び  $59.08 \pm 5.83$  であった。これらをレギュラー選手 (R 群) と非レギュラー選手 (N 群) の二群に分け, 体格及び身体機能の測定結果を表 1 に示した。

R 群の体格は N 群より身長, 体重, 指高, 指極においてやや高い平均値を示したが夫々の平均値に推計学的に有意な差異はなかった。一方, 身体機能の測定結果を比較すると R 群の BJP, RJP の平均値及び標準偏差は夫々  $2.61 \pm 0.07$  m,  $2.74 \pm 0.08$  m, そして N 群のそれらは夫々  $2.52 \pm 0.09$  m, 及び  $2.63 \pm 0.10$  m であった。これらの平均値は, 指高には両群の平均値の間に差異は認められなかったが R 群が N 群より高く 5%水準で有意差が認められた。

表 1 KSU 大学におけるレギュラー及び非レギュラーの体格及び身体機能の比較

		身長 cm	体重 kg	BMI	指高 cm	指極 cm	BJP	RJP	V	Rt	NCV	MCT
レギュラー群	人数	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9
	平均値	169.2	59.6	20.5	215.2	169.4	2.61	2.74	69.25	0.300	0.112	0.188
	標準偏差	5.2	7.2	1.8	7.3	5.2	0.07	0.08	5.56	0.023	0.024	0.027
非レギュラー群	人数	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
	平均値	165.4	59.2	21.6	209.5	163.9	2.52	2.63	65.14	0.299	0.113	0.186
	標準偏差	4.6	4.6	1.5	6.7	6.8	0.09	0.10	6.25	0.021	0.025	0.036

BMI: 体格指数, BJP: ブロック到達点, RJP: 最高到達点, V: 打球速度, Rt: 反応時間 NCV: 神経伝達測定,

MCT: 筋収縮時間

\* 5%水準

R 群と N 群における打球速度の平均値は夫々  $69.3 \pm 5.56$  km/h,  $65.1 \pm 6.3$  km/h であった。R 群の平均値は N 群と比較して高かったが平均値との間に有意差はなかった。

反応時間及び反応時間のうち、神経伝達速度及び筋収縮時間についてみると、それらの平均値は両群の間に差異はなかった。

表 1 に用いた BJP, RJP, 打球速度及び夫々の max 値を用いて I 式に当て嵌めて SI 指数を求めた。また FS, BJP, 反応時間及び、夫々の FS max, BJP max,  $t$  max 値を用いて II 式に当て嵌めて RI 指数を求めた。図 1 は R 群及び N 群について、それらの SI 指数, RI 指数そして VBI 指数の成績を平均値及び標準偏差で示し比較した。

R 群及び N 群における SI 指数の平均値は夫々  $29.73 \pm 7.48$  及び  $15.03 \pm 11.70$  であった。R 群の平均値は N 群と比較して高く推計学的に 5%水準で有意差を認めた。しかし R 群及び N 群における RI 指数の平均値は、夫々  $25.39 \pm 1.55$ ,  $26.40 \pm 2.19$  で両群の平均値はほぼ同じ値であった。SI 指数値と RI 指数値を足して求めた VBI 指数の R 群及び N 群の平均値は、夫々  $54.98 \pm 8.26$  及び  $41.32 \pm 11.76$  であった。R 群の平均値は N 群と比較して高く推計学的に 5%水準で有意差を認めた。

ワールドカップ出場選手における年齢及び体格について、国別に平均値と標準偏差を示し比較したのが表 2 である。平均値の差の検定は、日本と他の出場国との間についてのみ有意水準を \*5%, \*\*1%水準で示した。表中の指高及び指極は、日本における多くのバレーボール指導者にとっては選手の適性を表す指標として、またバレーボール競技における有利な体格指標として広く測定されてきた。特に SJP, BJP, RJP などジャンプ系の測定時には夫々の到達点を計測し、到達点から指高を引いて SJ, BJ, RJ 求めることが多い。

しかし、ワールドカップ出場選手の身体的特徴と競技能力を評価する一つの指標である指高及び指極の測定値が明らかではない。そこで前報において身長と指高及び指極との相関関係を検討

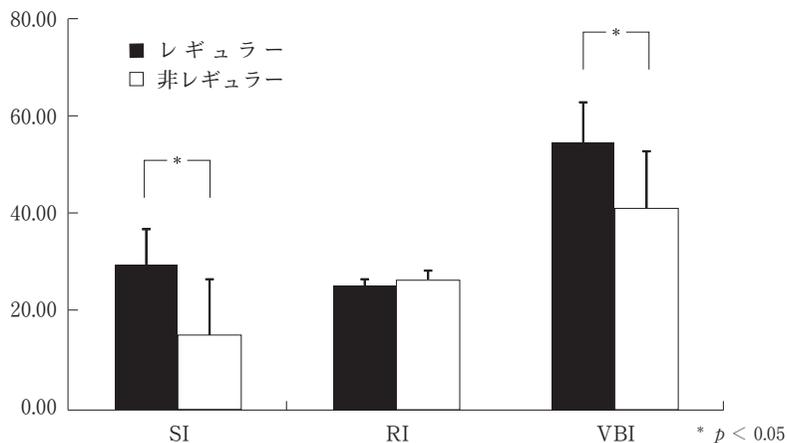


図 1 KSU 大学におけるレギュラー及び非レギュラー選手の SI, RI そして、VBI の比較

表2 ワールドカップ出場選手の体格及び身体機能の国別の比較

日	本	年齢 yr	身長 cm	体重 kg	BMI	指高 cm	指極 cm	BJP m	RJP m	V km/h	SI
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
平均	値	25.2	175.9	65.8	21.2	224.1	173.1	2.78	2.97	77.6	15.3
標準	偏差	4.7	10.5	8.1	1.1	13.8	10.8	0.17	0.15	6.5	7.1
最大	値	35.0	187.0	80.0	23.1	238.6	187.0	2.98	3.08	82.2	24.8
最小	値	21.0	159.0	53.0	19.0	202.0	158.2	2.40	2.60	62.1	2.90
韓						*	*				
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
平均	値	23.5	180.8	67.3	20.5	230.6	180.9	2.84	2.94	76.51	16.76
標準	偏差	4.2	6.5	6.2	1.1	8.5	6.7	0.10	0.09	3.66	5.46
最大	値	31.0	192.0	77.0	22.5	245.2	192.2	3.00	3.09	82.63	25.80
最小	値	18.0	172.0	59.0	18.4	219.0	171.6	2.70	2.83	71.71	10.31
イ			*			*	*				
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
平均	値	26.0	180.0	66.4	20.7	229.5	181.0	2.78	2.98	77.94	17.58
標準	偏差	5.6	7.1	8.0	1.8	9.4	7.4	0.11	0.11	4.48	6.19
最大	値	34.0	193.0	80.0	23.3	246.5	193.2	2.98	3.16	85.57	28.68
最小	値	17.0	167.0	52.0	18.0	212.4	166.4	2.60	2.84	72.13	8.51
セ			*	**	**	**	**				
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
平均	値	23.0	184.6	71.3	20.9	235.5	186.0	2.78	2.91	75.21	17.17
標準	偏差	2.6	7.8	7.0	1.0	10.3	8.1	0.21	0.22	9.31	8.89
最大	値	27.0	196.0	82.0	22.8	250.4	196.3	3.05	3.20	87.25	36.01
最小	値	19.0	167.0	60.0	19.6	212.4	166.4	2.26	2.28	48.61	0.02
ア			**	**	**	**	**	**	**	*	**
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
平均	値	27.3	185.1	77.3	22.6	236.1	185.2	2.92	3.16	81.97	25.10
標準	偏差	4.8	9.3	6.1	2.1	12.2	9.6	0.14	0.25	6.64	10.16
最大	値	39.0	200.0	90.0	26.2	255.7	200.4	3.12	3.31	91.87	40.41
最小	値	23.0	167.0	68.0	19.6	212.4	166.4	2.66	2.84	72.13	9.31
ケ						**	*				
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
平均	値	23.8	179.3	67.7	21.0	228.6	179	2.87	2.99	78.43	20.07
標準	偏差	2.9	4.5	6.2	1.3	5.9	5.0	0.19	0.17	7.28	10.89
最大	値	30.0	186.0	74.0	22.5	237.3	186	3.16	3.27	90.19	38.21
最小	値	21.0	167.0	57.0	18.6	212.4	166	2.55	2.70	66.25	4.91
中			*	**	**	**	**	**	*	*	**
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
平均	値	22.0	184.6	69.9	21.1	235.5	184.6	2.99	3.08	82.35	26.00
標準	偏差	2.7	8.5	7.9	1.5	11.2	8.8	0.09	0.08	3.46	6.09
最大	値	26.0	196.0	90.0	24.9	250.4	196.3	3.15	3.18	86.41	34.94
最小	値	17.0	167.0	57.0	19.5	212.4	166.4	2.80	2.90	74.65	13.44
アル											
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
平均	値	23.3	178.2	69.0	21.7	227.1	177.9	2.83	2.93	75.81	16.29
標準	偏差	2.8	7.8	8.7	1.5	10.3	8.1	0.16	0.17	7.09	7.17
最大	値	27.0	187.0	84.0	24.0	238.6	187.0	3.05	3.10	83.05	27.83
最小	値	17.0	158.0	54.0	19.1	200.6	157.1	2.40	2.50	57.85	1.30
ド			**	*	*	*	*	*	*	**	**
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
平均	値	23.0	181.8	64.6	19.6	231.8	182.7	2.89	3.01	79.10	25.31
標準	偏差	4.9	8.7	5.6	1.3	11.4	9.0	0.30	0.29	12.17	14.76
最大	値	33.0	194.0	72.0	22.4	247.8	194.3	3.20	3.30	91.45	44.92
最小	値	15.0	167.0	55.0	17.6	212.4	166.4	2.30	2.40	53.65	0.38
アル			**	*							
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
平均	値	23.6	180.4	70.3	21.5	230.0	180.2	2.86	2.98	77.94	18.08
標準	偏差	2.3	7.9	10.9	2.2	10.4	8.2	0.11	0.11	4.75	6.42
最大	値	27.0	193.0	98.0	26.3	246.5	193.2	3.00	3.12	83.89	29.75
最小	値	15.0	162.0	52.0	18.2	205.9	161.3	2.30	2.40	53.65	7.70
ド			**	*	*	*	*	*	*		
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
平均	値	26.2	184.5	71.8	21.1	235.4	182.5	2.93	3.06	81.34	20.99
標準	偏差	3.8	6.9	5.0	1.1	9.1	7.1	0.10	0.12	4.90	6.98
最大	値	33.0	192.0	77.0	23.0	245.2	192.2	3.07	3.23	88.51	35.50
最小	値	20.0	171.0	59.0	19.6	217.7	170.5	2.70	2.80	70.45	8.89
ブ			**	**	*	*	*	*	*		
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
平均	値	26.6	181.9	70.9	21.3	232.0	182.8	2.83	2.99	78.29	19.11
標準	偏差	2.7	7.4	8.3	2.1	9.7	7.6	0.12	0.14	5.84	7.14
最大	値	31.0	196.0	87.0	25.7	250.4	196.3	3.01	3.16	85.57	29.60
最小	値	23.0	169.0	58.0	18.4	215.1	168.5	2.56	2.71	66.67	5.19

BJP：ブロック到達点, RJP：最高到達点, V：打球速度, SI：スパイク指数

\* 5%水準, \*\* 1%水準

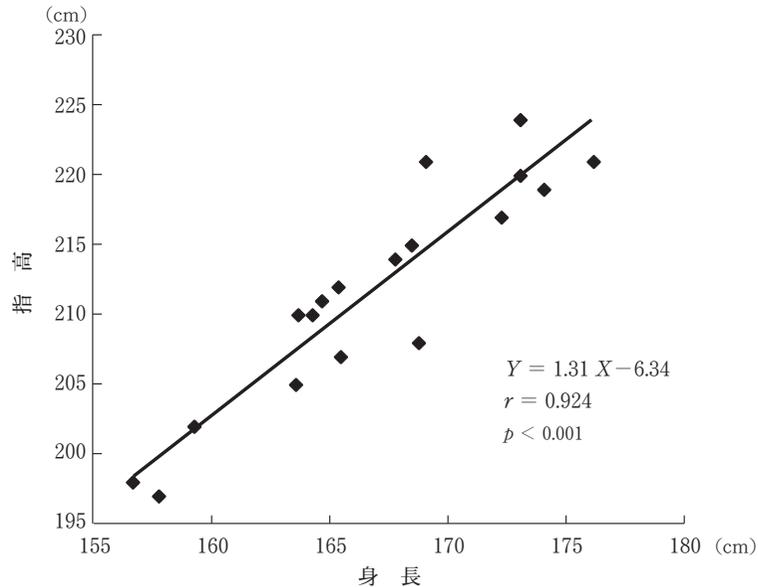


図2 身長と指高との関係

した結果、これらの関係には正の有意な関係がみられ、指極に替えて指高を代用しても計算値に大きな差異はないことを確認した<sup>20)</sup>。

そこでKSU大学の女子バレーボール選手を対象に身長と指高及び指極との相関関係を検討し図2に示した。図が示すとおり身長と指高の間には $r = 0.855$ が得られ1%水準で正の有意な相関関係を認めた。回帰式は $Y = 1.31X - 6.34$ であった。

また、身長と指極との間においても $r = 0.689$ が得られ1%水準で正の有意な相関関係を認めた。回帰式は $Y = 1.03X - 5.76$ であった。

従って表2に表記中の指高及び指極は、上述の回帰式より求めた理論値である。

ワールドカップ出場国の年齢の平均値及び標準偏差を国別にみると、日本は $25.2 \pm 4.7$ 歳であった。日本の平均値より高かったのはアメリカ、ブラジル、ドイツ、イタリアの順に高かった。最も平均値の高かったアメリカの平均値及び標準偏差は夫々 $27.33 \pm 4.8$ であり、全選手の中で最も高かったのもアメリカの39歳であった。しかしこれらの国々と日本との平均値に推計学的な有意差はなかった。一方、最も年齢の低いチームは中国及びセルビアであった。これらの国の平均値及び標準偏差は夫々 $22.0 \pm 2.67$ 歳そして $23.0 \pm 2.57$ 歳で日本との平均値との間に夫々5%水準で有意差を認めた。最も若年選手は15歳のドミニカ及びアルゼンチンの選手合わせて二名であった。

身長の平均値及び標準偏差を国別にみると、日本の平均値及び標準偏差は夫々 $175.9 \pm 10.5$ cmであった。ワールドカップ出場国のすべての国の平均値は日本の平均値よりも著しく高く、ケニアとアルジェリアを除いた国々と推計学的に有意差を認めた。最も平均値の高かった国はアメリカ

カで、その平均値及び標準偏差は  $185.08 \pm 9.29$  cm であった。出場選手の中で最も高かったのはアメリカに所属する選手の 200 cm であった。

体重についてみると、日本の平均値及び標準偏差は  $65.8 \pm 8.1$  kg であった。ドミニカを除いて日本の平均値よりも大きく、特にアメリカ、ドイツ、セルビア、ブラジルそして中国の順に大きかった。最も大きかったアメリカそして最も小さかったドミニカの平均値及び標準偏差は夫々  $77.25 \pm 6.10$  kg 及び  $64.58 \pm 5.56$  kg であった。一方、身長と体重から求めた肥瘦の判定に用いられる BMI 指数をみると、日本の平均値及び標準偏差は  $21.2 \pm 1.1$  で WHO の判定基準で評価すると標準体型を示した。他の国々の平均値もほぼ同様の成績を示し差異はみられなかった。

指高及び指極は身長と線上のディメンジョンに比例するので、前述した通りほぼ身長と同様の結果であった。

ワールドカップ出場選手の身体機能における BJ 到達点、RJ 到達点、打球速度そして VBI 指数のうち SI 指数について国別に比較すると表 2 に示した通りである。

日本の BJ 到達点の平均値及び標準偏差は  $2.78 \pm 0.17$  m であった。ワールドカップ出場国のすべての国が日本の平均値より高かった。最も高かったのは中国、次いでドイツ、アメリカそしてドミニカの順に高く、最も高かった中国の BJ 到達点の平均値及び標準偏差は  $2.99 \pm 0.09$  m であった。これらの国々の平均値と日本の平均値との間には推計学的に有意差を認めた。全選手中最も高かったのは、ドイツの 3.23 m、次いでドミニカの 3.20 m、ブラジル、ケニアの夫々 3.16 m であった。日本の最高値は 2.78 m で各国の最高値の中で最も低い成績であった。

日本の RJ 到達の平均値及び標準偏差は  $2.97 \pm 0.15$  m であった。ワールドカップ出場国のうち韓国とセルビアを除く他の国々の平均値は日本の平均値より高かった。最も高かったアメリカ及び中国のそれらの平均値と標準偏差は夫々  $3.16 \pm 0.25$  m 及び  $3.08 \pm 0.08$  m で日本の平均値との間に 1% 及び 5% 水準で推計学的に有意差を認めた。

RJ 到達点と BJ 到達点の平均値を比較するとすべての国で RJ 到達が高く、その差が最も大きかったのはアメリカ次いで日本であった。アメリカの RJ 到達点と BJ 到達点の平均値の差は 24 cm、次いで日本の 20 cm であった。

表中の打球速度そして SI 指数は理論値であり、バレーボール選手の競技能力のうち SI 指数を求めるための打球速度は、以下に記す理論式から求めた。

著者らは、前報において関東地区に居住する男子バレーボール選手を対象に打球速度を間接的に推定するための理論式を検討した結果、最高到達点を用いて、次の回帰式  $Y = 0.486 X - 72.61$ 、相関係数  $r = 0.661$  ( $p < 0.001$ ) から求められることを報告している<sup>21)</sup>。

図 3 は KSU 大学の女子バレーボール選手を対象にして打球速度を間接的に求める為の予知式を得る為に種々の身体機能測定項目と打球速度との相関関係を検討した。そのうち図に示した通り男子の場合と同様に最高到達点と打球速度との関係に最も高い正の有意な相関関係が認められ

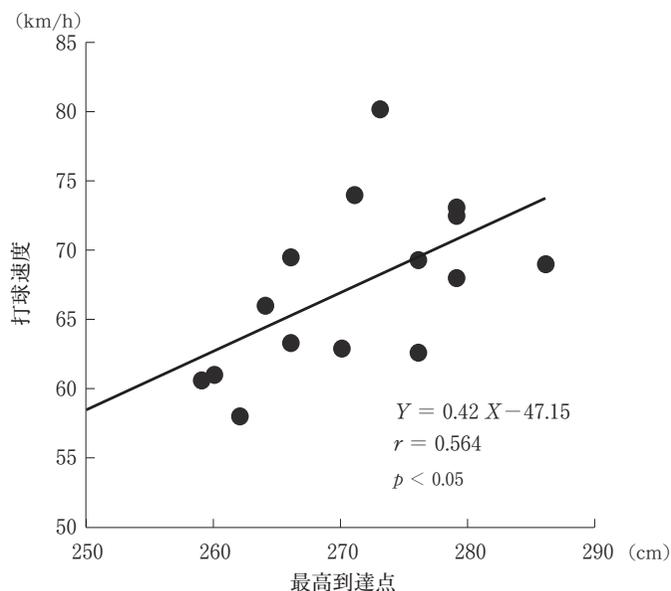


図3 最高到達点と打球速度との関係

た。男子の場合における相関係数  $r = 0.661$  ( $p < 0.001$ ) に比較してやや低かったが、表中の打球速度は回帰式  $Y = 0.42X - 47.15$  を理論式として最高到達点の測定値を当て嵌めて算出した。また、SI 指数は理論式より得た打球速度を当て嵌めて算出した。

さて、表 2 に示した通り、日本の打球速度の平均値及び標準偏差は  $77.6 \pm 6.5$  km/h であった。出場国中最も高かった中国のそれらは  $82.35 \pm 3.46$  km/h 次いでアメリカの  $81.97 \pm 6.64$  km/h でこれらの平均値は夫々 5% 水準で推計学的に有意差を認めた。全出場選手の打球速度の平均値及び標準偏差は  $78.7 \pm 6.91$  km/h で最高値はアメリカ選手の  $91.87$  km/h、次いでドミニカ選手の  $91.45$  km/h そしてケニア選手の  $90.19$  km/h であった。日本の平均値と比較して低かったのは、セルビア  $75.21 \pm 9.31$  km/h、次いでアルジェリア  $75.81 \pm 7.09$  km/h、そして韓国  $76.51 \pm 3.66$  km/h であった。これらの平均値との間に有意差はなかった。

日本の SI 指数の平均値及び標準偏差は  $15.3 \pm 7.1$  であった。SI 指数が最も高かった国から順にその平均値及び標準偏差を示すと中国が  $26.0 \pm 6.09$ 、次いでドミニカの  $25.31 \pm 14.76$ 、そしてアメリカの  $25.10 \pm 10.16$  で日本の平均値との間に 1% 水準で推計学的に有意差を認めた。その他の国々の平均値は日本と比べてわずかに高く、日本が最も低かったが平均値の差に有意差はなかった。

SI 指数の国別の最高値を順にあげると、ドミニカ選手 44.92、アメリカ選手 40.41、ケニア選手 38.21、セルビア 36.01、ドイツ 35.50、中国 34.94、ブラジル 29.60、アルゼンチン 29.75、イタリア 28.68、アルジェリア 27.83、韓国 25.8、最後に日本 24.8 であった。

## V. 考 察

バレーボール競技におけるネットの高さは男女において異なるが、同じネットの高さで競技する大学女子選手と全日本女子代表選手そして全日本女子代表選手とワールドカップなどに出場する世界の女子代表選手は体格と競技能力にどのような差異が認められるのか。また、全日本女子代表選手と全日本男子代表選手とは体格に大きな差異が認められるがネットの高さが異なるので、両者の間には競技力にどのような差異があるのかなど、競技力の目標、トレーニング効果、選抜選手選考基準、タレントの発掘などのためには客観的な評価法「ものさし」が必要である。その評価法の一つとして検討を進めてきたのが VBI 指数 (SI 指数・RI 指数) そして標準測度を用いた体格判定法である。

ヒトの体格体型の研究は運動種目により差異があり、また体力・運動能力とも深く関係し、競技成績に強く結びつく要因の1つであることから、スポーツ種目の特性と人種、民族との関係から報告されてきた。ある時期からオリンピックを始め世界大会規模の大会で国際協力体制のプロジェクト (PGHP) が組織され、その結果は Cureton, T. K.<sup>11)</sup>, Ota<sup>4)</sup>, Carter, J. E. L.<sup>8)</sup>, 黒田<sup>14)</sup>, deGaray, A. L. et al.<sup>23)</sup>, そして横堀ら<sup>39)</sup> によって報告されている。日本で開催された東京オリンピック大会時にも出場選手を対象に実施され、その結果は東ら<sup>1)</sup>, そして平田<sup>31)</sup> によって報告されている。

しかし近年、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極めて少ない。殊に、バレーボール選手を対象に体格体型の国際的な比較を行った調査研究は豊田ら<sup>25)</sup>, そして日本バレーボール協会医事部<sup>27)</sup> によって実施されて以降見当たらない。

身長は主として人種の要因 (遺伝的要因) を強く受ける。そして発育期のスパートは地域によって異なるが、このスパートを過ぎると加齢に伴い増加率が低下し一定になる。しかし体重は栄養やトレーニングなど後天的な影響を受けて変化するのでこれらの指標としてみると大変興味深い。また身長が大きくなれば体重が大きくなる。従って体重の大小を論じる場合は身長を考慮して大小を論じる場合においてそれなりの意義があるものと推察する。そこで以下のような取り扱いを行い、身長と体重の関係を半定量的に表したのが図4である。図4は表2に示したワールドカップ出場国12ヶ国について表記した夫々の身長と体重の平均値及び標準偏差を用いて、横軸に身長の標準測度を、縦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。

標準測度とは<sup>13),32)</sup>, ある群の平均値から対象群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。従って身長及び体重の標準測度とは、ある群の身長の平均値を  $H$ , ある群の体重の平均値を  $W$  として、対象群の身長の平均値と標準偏差を夫々  $\bar{H}$ ,  $\delta H$  そして対象群の体重の平均値及び標準偏差を夫々  $\bar{W}$ ,  $\delta W$  で表すと

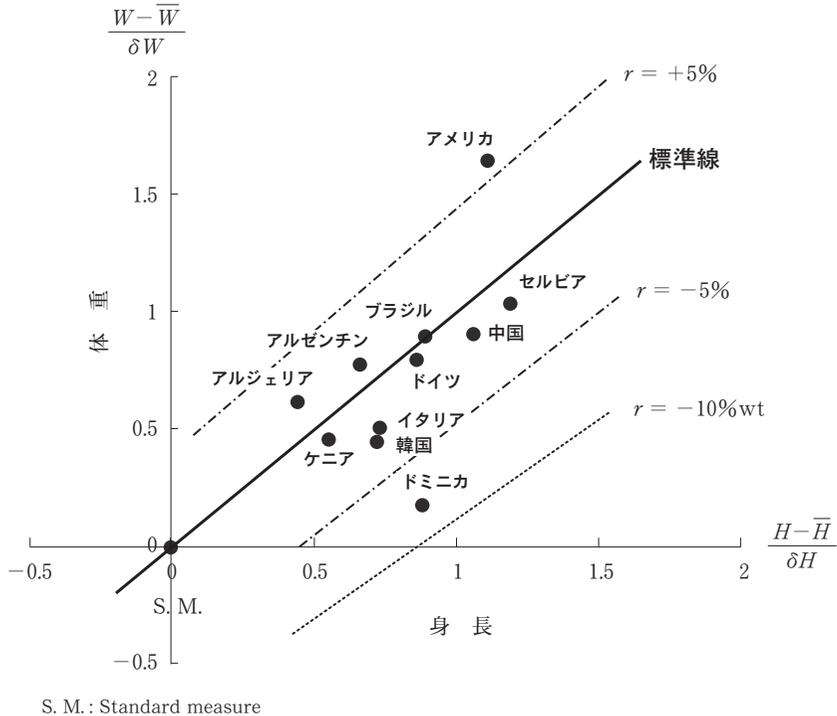


図4 身長と体重との関係

$$\text{身長}の標準測度は \frac{H - \bar{H}}{\delta H}$$

$$\text{体重}の標準測度は \frac{W - \bar{W}}{\delta W}$$

で表わされる。

ここでは、日本女子代表選手と他の地域の国々との体格体型を比較するため日本女子代表選手を対象群とした。従って図中の原点は対象群である日本女子代表選手を表し、45度に描かれた直線（標準線）は理論上標準体重を示しており、体型の特徴を半定量的に評価することができる。

図に示した通り、身長と体重との関係を見るとすべての国が原点に位置する日本女子代表選手の身長及び体重共に日本より大きい位置にプロットされている。

身長が最も大きい国はセルビア（ヨーロッパ地域）次にアメリカ（北中米地域）そして中国（アジア地域）である。

体重が最も大きいのはアメリカそして最も小さい国はドミニカ（北中米地域）である。身長が大きくなれば体重は相応に大きくなる。従って、体重を比較する場合は体重の絶対値だけでは比較できない。そこで図中には標準体重からの偏異（ $r$ ）を描き示した。つまり図中の標準線との偏異をみると、アメリカが+5%、ドミニカが-7%程度偏異している。これらの国を除く多くの

国が±5%の範囲にあり大きな差異がみられないことが一目でわかる。

前報で男子ワールドカップの出場国選手らの体格体型について、身体的特徴とその特徴に民族差がみられるかについて報告した<sup>21)</sup>。ワールドカップ出場国の身長を高い順に記すと男子は、

ロシア>アメリカ>セルビア>ブラジル>ポーランド>イタリア>キューバ>エジプト>中国>アルゼンチン>イラン>日本

女子は

セルビア>アメリカ>中国>ブラジル>ドミニカ>ドイツ>イタリア>韓国>アルゼンチン>ケニア>アリジェリア>日本

また、今大会に男子及び女子共に出場した国は、日本、中国、セルビア、イタリア、ブラジル、アルゼンチン、アメリカの7カ国である。

男子で身長が最も高かったロシアが女子においては不出場であったが、男女共に身長が大きい国はロシア、アメリカ、セルビア、ブラジル、イタリアそしてアルゼンチンであった。

体重についてみると女子選手らは前述したように、±5%内にあり、顕著な差異は認められなかったが、男子選手においては、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った。しかし、標準測度でみた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かった。最も体重の少なかった国は中国、ポーランド、セルビア、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%少なかったことを報告した。

シュトラッツ, C. H.<sup>6)</sup> (1858-1924) は、身長は人種・民族によって、Perterson, G.<sup>30)</sup> は欧州地域の子どものを対象にした測定調査を実施した結果、人種や民族に加えて生活環境への適応によって体型に大きな差異が見られることを報告している。そして deGaley, L. ら<sup>23)</sup> は、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の体格を比較すると、14歳ごろまではほとんど差異はみられない。しかし17歳時の身長は日本<ベルギー<ポーランド<ロシアの順に大きくなり、最もコーカソイド系人種が大きく、次にネグロイド系そしてモンゴロイド系が最も小さく、メステイゾ(混血)系はその中間であると述べている。

また、今大会に男子及び女子共に出場した7カ国の体格体型の特徴は類似しており、男子のワールドカップ出場12ヶ国の中で身長の高い国は、シュトラッツ, C. H. や Perterson, G. の報告とほぼ一致していることが伺えた。

日本、中国、韓国のこれら三国は同じアジア地域に属し人類学的分類ではモンゴロイド系人種であり、民族的に体格の小さい民族である。これら三国の体格を比較すると、日本の男子及び女子代表選手の体格(身長)はワールドカップ出場国の中で最も小さかった。太田らは、日本・韓国・中国の児童生徒の体格体型を比較した結果、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、日本人は身長わりに体重が大きい特徴が見られることを報告している。

男子代表選手の中、日本・韓国・中国の代表選手の体格は太田の報告と一致していたが<sup>4),5)</sup>、女子代表選手についてみると図 4 に示した通り、身長の高い国の地域は日本、ケニア、アルジェリアそしてこの二カ国に近い韓国を加えたアジアとアフリカ地域であった。

日本、韓国そして中国代表女子選手の身長を比較すると、中国代表女子選手の身長は日本<韓国<中国の順に高く、太田が指摘するように、アジア地域の中では中国が最も身長が大きく、標準線からの変異を見ると体重は小さかった。しかも中国の身長の高さはアジアの地域を越えている。中国を除くと男子同様概ね人種及び民族による差異を認める結果であった。その要因には遺伝<sup>3),5),37)</sup>と共に民族的に体格が小さいアフリカ地域にもスーダン南部居住するナイロト族には長身者が多いという報告のように、進化の過程で環境適応として獲得された変化によるものが考えられる。

さらに、日本人の体格は明治期以降から今日までに大きく増加したこと、また日本の地形は南北に長く、身長は北海道に高く、沖縄そして九州南部が低い地域差があることなどが報告されている。この様なことから、中国の体格が著しく大きいのは中国の国土が大きく、気候、日照時間、蛋白質の摂取量などの生活環境<sup>3),6),37)</sup>、そして母集団の大きいことなどの要因が重層的に影響していると推測されるが、選手育成に関わる国家体制が日本とは大きく異なることによるところも大きいと思われる。

また日本選手の身長はワールドカップ出場国中最も低かったが、日本の中では身長が高く瘦身体型を示す選手らである<sup>16),18)</sup>。このことは、アジア、アフリカ地域の代表選手においても同じことが言えるのではないかと推察する。従って、トップバレーボール選手の体格体型は、人種・民族の影響と共にバレーボール競技の運動特性を強く反映した長身で瘦身体型を示していると思われる。

さて、スポーツ選手において身長と体重との関係は、競技能力に直接的に関わる重要な要素である。特に女子選手のウエイトコントロールは瘦身へ志向しやすく、疲労によるエネルギー需要量の増加を招来する可能性がある。

著者らは、成人女性及び男性を対象群にして標準体重からの偏異の程度 ( $r$ ) と RJ との関係について中学、高校、大学及び全日本の夫々の選抜選手を対象に検討した結果、 $r$  が -5% 当たり偏異した体格を持った選手がジャンプ力に優れていることを報告した<sup>19)</sup>。バレーボール競技においてもポジションの適正な配置、最高到達点とトップコンディションとの関係が深く、コンディショニングの維持との関係にとっても重要である。

人の身長や体重は安価にそして簡便に測定できることから、一般的には人の体格体型の類型化

や標準体重及び肥瘦の判定などの指標に利用されている<sup>9),17),29)</sup>。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<sup>5),6),9)</sup>。

身体計測に関する統計資料には, 身長及び体重の平均値, 或いは, その標準偏差が記載してあることが多い。そこで著者らは, それらの値が判っている時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<sup>17)</sup>。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,  $W$  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 ( $\bar{H}$ ) そして  $W$  の平均値 ( $\bar{W}$ ) が判っている場合の予知式

$$W = 3 \frac{\bar{W}}{\bar{H}} H - 2\bar{W} \dots\dots\dots 1)$$

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  $\delta H$  及び  $\delta W$  が判っている場合の予知式

$$W = \frac{\delta W}{\delta H} H - \frac{\delta W}{\delta H} \bar{H} + \bar{W} \dots\dots\dots 2)$$

が得られる。

1) 式及び 2) 式に, 本報告より得られた身長及び体重の夫々の平均値と標準偏差を代入すると

$$1) \text{ 式より } W = 1.15 H - 139.2 \dots\dots\text{①式}$$

$$2) \text{ 式より } W = 0.96 H - 105.5 \dots\dots\text{②式}$$

が得られた。

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 5 に示した。この図に Broca の標準体重直線, 本研究で得られた回帰式, ①式及び②式を画いてみると, 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。つまり, 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。従って, 世界のトップ女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回帰式  $W = 0.696 H - 56.73$  (相関係数  $r = 0.729$ ,  $p < 0.01$ ), ①式及び②式を用いて求めるのがディメンションから考えると妥当であろうと思われる。

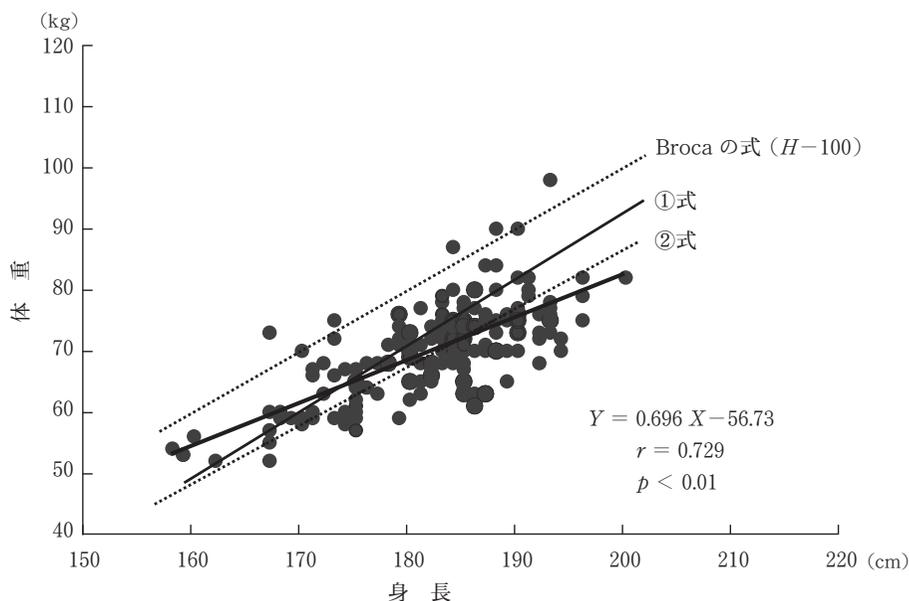


図5 身長と体重の関係

BMI 指数の評価法では 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<sup>29)</sup>。全女子選手の BMI 指数の平均値及び標準偏差は  $21.1 \pm 1.6$  であった。その分布をみると，20～21 に 47 人 (29.0%)，21～22 に 37 人 (22.8%)，19～20 に 25 人 (15.4%)，22～23 に 20 人 (12.3%) で，多くの選手がほぼ標準体型を示した。18 以下の瘦身体型 15 人 (9.3%) そして 25 以上の肥満体型が 5 人 (3.1%) おり，男子の瘦身体型選手 1 名 (0.6%)，やや肥満体型の選手が 42 名 (25.3%) 存在するのに比べて，女子は肥満体型を示す選手よりも，瘦身体型を示す選手が多い特徴がみられた。

豊田ら<sup>25)</sup> は，バレーボール選手の競技能力を評価するにあたり，以前に行われていた身長と垂直跳びで行っていたものをバレーボール指数で評価するための計算式を考案した。バレーボール指数は，SJ 到達点，BJ 到達点，RJ 到達点などで構成され，後に，この式から求めた値をバレーボールジャンプ指数と呼び，バレーボール選手の評価（素材発掘）に用いられてきた。

図 1 は著者らがこれらの思案を尊重しつつ，KSU 大学の BJP，RJP，V 及び夫々の max 値を用いて I 式に当て嵌めて競技能力の指標である SI 指数を求めたものである。R 群及び N 群における SI 指数の平均値は夫々  $29.73 \pm 7.48$  及び  $15.03 \pm 11.70$  であった。また表 2 にはワールドカップ出場選手の BJP，RJP，V 及び夫々の max 値を用いて I 式に当て嵌めて SI 指数を求め，国別に示している。

KSU 大学とワールドカップ出場選手とは I 式に当て嵌める BJP，RJP，V の夫々の max 値が異なるため比較することができない。そこで図 6 に KSU 大学選手についてワールドカップ出場

選手の BJP, RJP, V, 夫々の max 値を用いて SI 指数を求め, 標準測度を用いて高い順に示した。KSU 女子選手の平均値及び標準偏差は夫々  $4.71 \pm 1.93$  そして最も競技力が高い AK 選手の最大値は 7.91 であった。ワールドカップ出場全選手の SI 指数の平均値と標準偏差は夫々  $20.24 \pm 8.65$  であった。そして最大値は 44.92 なので, 平均値で KSU 女子選手の 4 倍, 最高値ではワールドカップ出場選手の SI 指数は 7 倍高い値を示した。

SI 指数の最も高い国は中国, ドミニカそしてアメリカで, この三カ国に大差はなかった。次いでドイツ>ケニア>ブラジル>アルゼンチン>イタリア>セルビア>韓国>アルジェリアと続き日本は出場国の中で最も低かった。KSU 大学の SI 指数は図 6 に示した通り日本代表女子選手に比べても著しく低いのがわかる。

女子の競技成績をみると, ワールドカップの順位は次の通りであった。

1 位イタリア, 2 位アメリカ, 3 位中国, 4 位日本, 5 位ブラジル, 6 位ドイツ, 7 位セルビア, 8 位ドミニカ, 9 位韓国, 10 位アルゼンチン, 11 位アルジェリア, 12 位ケニアであった。この競技成績と SI 指数との関係を見ると, SI 指数が最も高かった国は表 2 及び図 6 に示した通りアメリカ, 中国そしてドミニカの順であった。アメリカ, 中国の成績は夫々 2 位及び 3 位でほぼ一致したが, ドミニカは 8 位であった。競技成績が 1 位イタリア, そして 4 位日本の SI 指数は夫々 12 位及び 8 位で両者の関係は一致しなかった。ブラジルとドイツの競技成績と SI 指数の関係は

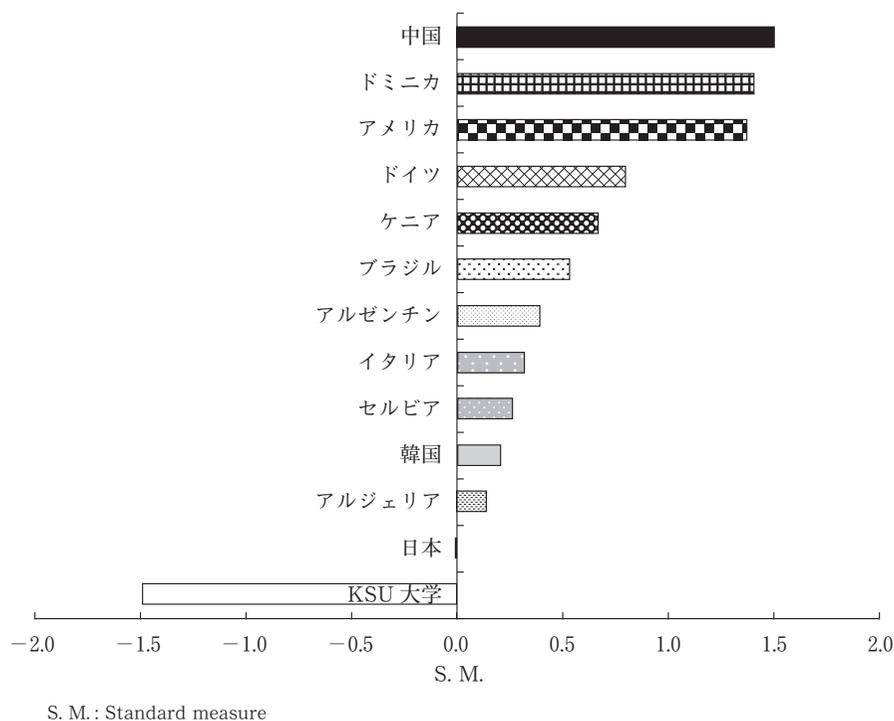


図 6 国別 SI 指数のスタンダードメジャーによる比較

丁度中位でほぼ一致している。

男子の場合、競技成績と SI 指数の値とは概ね関係しており、各国には SI 指数の高い選手が存在することを報告している。そこで各国の SI 指数の最大値と順位の間関係を見ると、表 2 に示したとおり最も高かったのはドミニカ (44.9) 次にアメリカ (40.41)、3 位ケニア (38.21)、以下、セルビア (36.01)、ドイツ (35.5)、中国 (34.94)、アルゼンチン (29.75)、ブラジル (29.6)、イタリア (23.68)、アルジェリア (27.83)、韓国 (25.8)、日本 (24.8) の順であった。競技成績と SI 指数の値とが一致しなかったのは、競技成績 1 位のイタリア及び 4 位の日本である。これらの国には SI 指数が顕著に高い、いわゆるスーパーエースは存在していない。そしてドミニカは SI 指数の平均値が高く、ドミニカ、ケニアには SI 指数の最大値が高い選手が存在するにも関わらず競技成績に反映していないのがみられる。イタリアが優勝したのは、プロ組織を有し、ミスが少なく、精度の高いトス、サーブ、レセプションなどのバランスが良いことが推察される。日本の 4 位はセッター YT の存在が大きく、スパイカーがトスに対してボールコントロールできる割合やサーブ効果率の高さが影響したものと推察する。

ドミニカ、ケニアのように SI 指数の高い、いわゆる潜在的に高い競技能力を秘めた選手が存在するにもかかわらず、競技成績が上位に入らない理由は、セッター、レセプションやデグそしてブロックからのリバウンドボールなどからのトスの精度に課題があるのではと推測する。これらを克服し、高い競技力に適合した競技成績が残せるか否か、今後の活躍を追跡したいと思う。

その後開催されたロンドンオリンピックにおける競技結果を見ると、1 位ブラジル、2 位アメリカ、3 位日本、4 位韓国、イタリア、中国、ドミニカ、(ロシア)そしてアルジェリア、セルビアは 9 位であった。競技成績の結果は SI 指数の高い選手の存在するドミニカは順位を 4 位に上げ、中国は 4 位に順位を下げ、日本は順位を上げたがイタリアは 4 位に順位を下げた。

本研究においてはワールドカップ出場選手の競技能力を主として SI 指数でのみ論じてきた。SI 指数はネット上の高い位置でスパイクやブロックができ、打球速度の速いボールを打てることを意味し、SI 指数の高い選手は主としてホワードでの競技能力に優れていることを意味する。SI 指数が高いにも関わらず実践で結果を出せない選手の原因究明などにも利用することができる。

女子及び男子の代表選手の競技能力の内、SI 指数と打球速度に差異が見られるか否かは興味のあるところである。日本女子代表選手の打球速度の平均値及び標準偏差は表 2 に示したとおり  $77.6 \pm 6.5$  km/h で、最も打球速度が高かったのは中国でその平均値及び標準偏は  $82.35 \pm 3.46$  km/h であった。全選手中で最も高かったのは  $91.87$  km/h (アメリカ) であった。そして日本女子代表選手の SI 指数の平均値及び標準偏は  $15.3 \pm 7.1$  km/h で、平均値の最も高かった国は中国の  $26.00 \pm 6.09$  であった。全選手中で最も高かったのは  $44.92$  でドミニカの選手であった。これらについて前報で報告した男子の成績と比較してみると、日本男子代表選手の打球速度の平均

値及び標準偏は  $84.3 \pm 6.3$  km/h, 打球速度に国別の差異はなかったが, 最も高かったのはキューバで  $88.94$  km/h, そして全選手中打球速度が最も高かったのはキューバ選手の  $106.72$  km/h であった。

SI 指数についてみると, 日本の平均値及び標準偏は  $19.4 \pm 6.1$  で, 最も SI 指数の高かった国はイタリアでその平均値及び標準偏は  $25.75 \pm 10.18$  であった。

打球速度について, 日本代表選手, 最も速い平均値を示したワールドカップ出場国及び選手における男女差を比較すると女子選手は男子選手に比べて僅かに低かった。この僅かの差異が女子のラリーが男子より多いことと関係しているのかもしれない。

また SI 指数についても男女差について比較してみたが夫々に顕著な差異はなく, 男子選手及び女子選手が夫々の規制されたネットの高さを挟んで競技している場合には, 戦術の差異はあるかも知れないが打球の速度や競技力にほとんど差異がないものと考えられる。

競技能力 (SI 指数) が競技成績と有機的に繋がることが期待される。しかし SI 指数の平均値及び最高値が必ずしも高くないワールドカップ優勝国イタリア, 4位の日本そして SI 指数の平均値及び最高値が高いドミニカ, ケニアなどの競技成績とは, 前述したとおり必ずしも一致していない。これは, 本研究では競技能力を SI 指数のみで比較していることと, 競技成績に影響するサーブ力, セッターを中心としたトス力が全く含まれていない点にある。

競技成績を評価する場合にはスパイク決定率, レセプション成功率, サーブ効果率などが評価の対象になっている。しかしこれらの評価は競技の結果に左右され, 勝者は敗者に比べ高くなることが多く, 真の競技力を評価することは大変難しい。

本報告では, 選手の競技力を SI 指数で評価し, RI 指数については検討できなかった。図 1 に示した通り, KSU 大学のレギュラー選手群と非レギュラー選手群との SI は, レギュラー選手群に高かったが RI に差異はなかった。また, 前報<sup>36)</sup>において関東の男子大学チームについて同様の比較を行った結果, SI 指数と RI 指数共にレギュラー選手が高かった。さらに, 中学選抜, 高校選抜, 大学選抜そして全日本の SI 指数と RI 指数を比較した結果, SI 指数は中学選抜と高校選抜, 高校選抜と大学選抜との間に差異を認めしたが, RI 指数については中学選抜と夫々の選抜との間に顕著な差異を認めしたが, 高校選抜以上の群間に差異はなかった。RI 指数の算出には反応時間の測定が必要であり, この測定には特殊な機器が必要であること, 女子については反応時間及び反応時間を構成する神経伝達速度と筋収縮時間とも差異がなく, これらの機能と体格の発育発達が早く, 打球速度などバレーボールの展開に慣れを生じていることが RI 指数は SI 指数に比べて差異を大きく表しにくいかもしれない。

トップアスリートは良い眼を持っているといわれている<sup>36),38)</sup>。トレーニングといえば筋力トレーニングを連想させるが, ブロックの読み取り, レシーブのコース取りなど視機能を介してどのように情報を収集し, 処理しているかを明らかにし日々のトレーニングに応用していく工夫と合わ

せて、真の競技力を評価するための開発が今後も課題となろう。また、日本のスポーツ競技が益々多様化する中、日本人の体格や環境に適応しやすい比較的身長や体重に影響されない種目において競技力を発揮してきた。身長による階級性がなく身長の高いことが要求されるバレーボール競技において、女子バレーボールはメジャースポーツとして高い実績を残してきた。日本の平均身長が伸びたとはいえ、体格は小さい。その上、長身の数少ない人材が多様な種目へ流出する兆しも見え始めてきた。日本の女子バレーボールは、世界的規模のスポーツイベントにおいて新たな技術と戦術を生み出し、低身長のハンディを克服してきた。本研究が将来のバレーボールの発展に少しでも貢献する機会になればと思う。

## VI. まとめ

日本文化出版刊行「月刊バレーボール」に掲載された資料を用いて、2011年ワールドカップに出場したトップバレーボール選手の身体的特徴と競技能力を明らかにすると共に日本女子代表選手の身体的特徴と競技能力とを比較した。

1. 全出場選手の年齢の平均値及び標準偏差は  $26.5 \pm 4.6$  歳であった。また、最高齢及び最年少の年齢は、夫々39.0歳及び15.0歳であった。日本の平均値及び標準偏差は  $25.2 \pm 4.7$  歳であった。最も平均年齢が若い国はセルビア及び中国で、夫々の平均値及び標準偏差は  $23.0 \pm 2.57$  歳、 $22.0 \pm 2.67$  歳であった。
2. 打球速度 ( $Y$ ) を最高到達点 ( $X$ ) から求める為の理論式は  $Y = 0.42 X - 47.15$  が得られた。打球速度の最高値は  $91.87 \text{ km/h}$  (アメリカ) であった。
3. 指高 ( $Y_1$ ) 及び指極 ( $Y_2$ ) を身長 ( $X$ ) から求める為の理論式は  $Y_1 = 1.31 X - 6.34$  ( $r = 0.885$ ) 及び  $Y_2 = 1.03 X - 5.76$  ( $r = 0.689$ ) が得られた。
4. 日本代表選手の身長及び体重はワールドカップ出場国の中で最も小さかった。身長が高かったのは、セルビア、アメリカそして中国であった。体重はアメリカが最も大きく日本より+5%、ドミニカが最も小さく-7%程度偏異していた。多くの国が±5%以内にあり日本と大きな差異はなかった。身長は中国を除くアジア及びアフリカ地域の体格が小さく、平均身長が高い国は欧及び北中米で概ね人類学的に高いとされている地域と深く関係していることが推察された。
5. アジア地域モンゴロイド系民族である日本、韓国、中国の身長を比較すると中国、韓国、日本の順に高かった。これは先行研究とは一致しなかった。
6. トップバレーボール選手の標準体重 ( $W$ ) を身長 ( $H$ ) から求めるために次の三式が理論式として考えられた。

$$\text{回帰式より } W = 0.696 H - 56.73$$

$$\textcircled{1}\text{式より } W = 1.15 H - 139.2$$

$$\textcircled{2}\text{式より } W = 0.96 H - 105.5$$

7. RJ到達点が全選手中で最も高かったのは、アメリカの選手で3.31 m、次いでドミニカの選手で3.31 mであった。日本の最高値は3.08 mで世界の最高値より23 cm低かった。最も高かった国は中国でその平均値及び標準偏差は $3.08 \pm 0.08$  mであった。日本の平均値及び標準偏差は $2.97 \pm 0.15$  cmで最も高かった中国より11 cm低かった。
8. BJ到達点の全選手中で最も高かったのは、ドミニカの選手で3.2 mであった。最も高かった国は中国でその平均値及び標準偏差は $2.99 \pm 0.09$  mであった。日本の最高値は2.98 mで世界の最高値より22 cm低かった。日本の平均値及び標準偏差は $2.78 \pm 0.17$  mで最も高かった中国より21 cm低かった。
9. RJ到達点の平均値とBJ到達点の平均値との差はBJ到達点の平均値との差が大きかった。
10. SI指数の平均値が最も高かった国は中国26.0、ドミニカ25.31そしてアメリカ25.10であった。SI指数と競技成績との関係は概ね一致する傾向を示したが1位イタリア、4位日本及びドミニカについては一致しなかった。
11. 打球速度の平均値が最も高かった国は中国の82.35 km/hであった。全選手中で最も高かったのはドミニカの選手91.45 km/hであった。
12. 女子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の体格体型を有していることを改めて確認した。長身痩身型の体格体型は、人種・民族の影響と共に種目の運動特性を強く反映している結果であると思われる。

#### 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) 大澤清二, 李成葉: 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.
- 3) 大島靖美: 生物の大きさはどのようにして決まるのか, 化学同人, 2013.
- 4) Yuzo, Ota., Lee, Chul, Whan.: A comparative study in the body structure and somatotype of Korean and Japanese youth, The Seoul Olympic Scientific Congress Abstracts III, p. 153, 1988.
- 5) 太田祐造, 太田賀月恵: 日本人の体格体型, 大学教育出版, 2002.
- 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) Per-Olof Åstrand, Kaare Rodahl, Textbook of Work Physiology, The Taishukan Publishing Co., Tokyo, Japan, 1976.
- 8) Carter, J. E. L., Aubry, S. P., Sleet, D. A.: Somatotypes of Montreal Olympic athletes, in Physical Structure of Olympic Athletes, *Medicine Sport*, 16(5), pp.53-80, Karger, Basel, 1982.
- 9) 片岡邦三: 標準体重法 IV 身体計測 (身長, 体重) による肥満判定法, 日本臨床, 53 巻特別号, pp. 141-153, 1995.
- 10) 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.
- 11) Cureton, T. K.: Physical fitness of champion athletes, Univ. III, Press, 1951.
  - 12) 月刊バレーボール, 日本文化出版, pp. 80-83, 2011. 1.
  - 13) 草間良男, 堀内一彌: 身体検査の意義と其の方法, 鳳鳴堂, 1943.
  - 14) 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, 1968.
  - 15) Lorne Sawula: Canadian Volley-ball Association, Volleyball Index, *Volley Ball Technical Journal*, Vol. V, No. 1, pp. 117-121, 1980.
  - 16) 田中信雄, 千賀康利, 大槻貫之助, 辻田純三, 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. 114-23, 1977.
  - 17) 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.
  - 18) 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.
  - 19) 田中信雄, 見正富美子, 綱村昭彦, 明石正和, 豊田 博, 辻田純三, 堀 清記: バレーボール選手の体格・体構成と体力に関する研究, 日本体育学会第 39 回大会号 (B), p. 518, 1988.
  - 20) 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.
  - 21) 田中信雄, 村上博巳, 明石正和: 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, 城西大学研究年報 (自然科学編) 第 36 巻, pp. 9-26, 2013.
  - 22) 辻田純三, 伊藤清臣, 黛 誠, 田中信雄, 堀 清記: パプアニューギニア高地人の身体的特徴と生活環境, 民族衛生, 46 巻 1 号, pp. 2-11, 1980.
  - 23) 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.
  - 24) 東京都立大学体力標準値研究会編: 新・日本人の体力標準値, 不昧堂, 2000.
  - 25) 豊田 博, 古沢久雄, 島津大宣: 国際男女バレーボール選手のジャンプについて, バレーボール, 第 2 巻 12 号, pp. 20-26, 1974.
  - 26) 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.
  - 27) 日本バレーボール協会: バレーボールワールドカップ '77 報告書, 医事部報告, 1977.
  - 28) 日本バレーボール協会体力測定マニュアル, 研究論文, 第 VI 巻, pp. 34-56, 1999.
  - 29) 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, 18-28, 2000.
  - 30) Peterson, G.: Athletes for somatotyping children, C. C. Thom. Pub., 1967.
  - 31) Hirata, K.: Physique and age of Tokyo Olympic Champions, *J. Sb. Med. Phy. Fit.*, 6, pp. 207-222, 1966.
  - 32) 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.
  - 33) 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.
  - 34) 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.
  - 35) 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.
- 36) 村上博巳, 山本武司, 増田 洋, 明石正和, 田中信雄: 大学バレーボール選手のスポーツビジョンに関する研究 — 性差と貢献度 —, 城西大学研究年報(自然科学編)第36巻, pp.27-44, 2013.
- 37) ロバート, M. マリーナ, クロード, プシャール著, 高石昌弘, 小林寛道監訳: 事典 発育・成熟・運動, 大修館書店, 1995.
- 38) 山田憲政: トップアスリートの動きは何が違うのか, 化学同人 DOJIN 選書 043, 2011.
- 39) 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), p.197, 1957.