

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 —

田中 信雄* ・村上 博巳*
 川之上 豊** ・横矢 勇一***
 明石 正和

I はじめに

バレーボール競技は、ネットを挟んで2つのチームが相対し、ボールをネット上で打ち合い、得点を得たチームにサーブ権が与えられる。そして、相手チームからサーブ権を得た際、自チームは時計回りに一つローテーションするスポーツである。

選手はチームの戦術を駆使する過程で、フォワードポジション（主に攻撃）3回とバックポジション（主に守備）3回の合計6回のローテーションを行うので、スパイク能力及びレシーブ能力の高い資質を有することが不可欠である。

これまでバレーボール選手の評価に関する研究は、体力及び技術面から数多く報告^{5), 8), 10)}されている。体力面で豊田ら^{3), 9), 15)}は、主に全日本代表選手や将来全日本代表を担う高校優秀選手の体格・体型及び筋力、スピード、パワー、柔軟性、持久力などを測定し、各選手の体力的評価や特徴を横断的、縦断的に比較検討すると共に、今後の体力トレーニングプログラム作成の参考資料にする旨の報告がみられる。技術面について、現在国内で開催されるFIVB及びJVA主催の公式大会では、公認判定委員が技術評価を行う、VIS (Volleyball Information System) または、JAVIS (Japan Volleyball Information System) のシステムが導入され、その技術統計記録から各選手やチームの技術が評価されている。田口ら¹³⁾はこのVISデータを利用した6人制バレーボールのゲーム分析を行い、今後コンピュータを用いたゲーム分析が増々期待されると指摘している。このように、体力、技術面での研究は数多く報告されているが、バレーボール選手の競技能力を現場で簡便に測定・評価し、チームで活用できる視点からの研究報告は数少ない。

* 京都産業大学文化学部

** 大妻女子大学

*** 大東文化大学（非）

著者ら^{1),2),6)}は、バレーボール選手の競技能力を客観的且つ定量的に評価するための判定法を検討し、運動適正、トレーニング効果を評価できることを報告した。本報告は、バレーボール選手の競技能力を評価するために、フォワードポジションでの攻撃能力 (SI)、バックポジションでの守備能力 (RI)、そして、これらを合わせた能力 (VBI) を求める算出式を新たな視点で考案し、検討した結果若干の示唆を得たので報告する。

II 測定方法

1. 被験者

被験者は関東地区に在住する、D 大学 (レギュラー群 11 名, 非レギュラー群 12 名) 23 名, J 大学 (レギュラー群 7 名, 非レギュラー群 8 名) 15 名, そして関西地区に在住する K 大学 (レギュラー群 9 名, 非レギュラー群 9 名) 18 名の合計 56 名である。いずれのチーム共, 大学バレーボール連盟に所属する健康な大学男子バレーボール部員である。バレーボール経験年数は 8 年～9 年, ほぼ全員が中学生にはバレーボール競技を始めており経験豊富な選手らである。チームの競技力は, 過去に所属していたチームによる競技成績に優劣はあるが, いずれのチームも所属する連盟では中位程度の競技成績である。

2. 測定項目及び測定方法

1) 測定項目

i) 形態測定

身長, 体重, 指高, 指極, 体脂肪率の 5 項目

ii) 機能的測定

垂直跳 (SJ), SJ 到達点, ブロックジャンプ (BJ), BJ 到達点, ランニングジャンプ (RJ), RJ 到達点, 全身反応時間およびスパイク打球速度の 8 項目で合計 13 項目の測定を実施した。

測定は被験者に対しインフォームドコンセントを行い, 同意を得た上で, 大学測定室および大学体育館において測定を実施した。

2) 測定方法

ジャンプ, 全身反応時間, スパイク打球速度は以下の方法にて測定した。全身反応時間, スパイク打球速度を除く項目については, 財団法人日本バレーボール協会科学研究委員会体力測定マニュアル¹⁴⁾に従って実施した。

i) ジャンプの測定

①垂直跳, ②一歩助走を用いてブロックをし, 両手を水平にしてタッチするブロックジャンプ,

③2～3歩助走を用いて垂直跳と同様に利き手でタッチをするランニングジャンプを実施し、夫々の到達点をSJ到達点、BJ到達点、RJ到達点とした。そして夫々の到達点から指高を引いた値をSJ、BJ、RJとした。

ii) 全身反応時間の測定

全身反応時間は、竹井機器製リアクション全身反応測定器(TKK-5408)を使用した。光刺激が点灯する高さは140cmに固定し、点灯地点より2m離れた位置で、姿勢は両足の間隔を約10cmにとり、素早く反応できる姿勢で構え、光刺激が点灯し足が測定マットから離れるまでの時間とした。試技は、練習2回、その後連続して5回設定を行い、その5回の平均値を全身反応時間とした。

なお、K大学は、竹井機器製全身反応時間測定器(TKK-1264d)を使用した。調整器に垂直方向圧力盤(TKK-1292d)と刺激呈示器を接続したものを使用し、全身反応時間を光刺激にて測定した。測定された結果は調整器より数値としてプリントアウトされる。測定は各々10回実施し、全身反応時間の値の最大、最小を除外した平均値を全身反応時間とした。

iii) スパイク打球速度の測定

- ① セッターは、コート中央でネットから約40cm離れた位置から両手でボールを体の正面に保持した状態で直上(ネットの高さ243cm)約2mにトスを投げ上げ、被験者は3～5歩助走からスパイク動作を行った。
- ② スパイクの目標点は、スパイカーから直線上7m～8m地点の床に1mの正方形目印(白ラインテープ)を付けると共に、レシーバーを8mの位置にレシーブ姿勢(固定)で構えさせた。なお、被験者にはスパイク目標点にいるレシーバーの腹部あたりにスパイクするよう指示した。
- ③ スパイク打球速度測定は、243cmの高さから直線8m地点に落下したと仮定し、打球の横方向のズレは左右 3° (42cm)以内とした。縦方向のズレについては、レシーバーがレシーブ姿勢で構え、アンダーハンドパスの姿勢でボールに接触可能な範囲とした。
- ④ スピードガンの位置は、被験者と直線上のレシーバーの股間下約27cmの高さからスパイク打点位置にスピードガンを向けた状態で測定を行った。
- ⑤ 測定に当たり、正確性を高めるために打球判定員1名をおき、レシーバー後方2m付近でスパイクされたボールが適正の範囲であったかを判断するよう配慮した。
- ⑥ 適正と判定された7回試技の最高値・最低値を除いた5回試技の平均値を、スパイク打球速度の測定値とした。

3. バレーボール指数の算出方法

バレーボール選手の競技能力の優劣を判定するには、スパイク、ブロック・レシーブ以外の中

間的存在であるパス、トス、サーブ、そしてスポーツビジョンなども評価の対象にすべきであるが、本研究のバレーボール競技能力は、フォワードとバックプレーという捉え方に限定した。

フォワードとバックでプレーする時間は必ずしも同じとは限らないが、6人制のバレーボールはローテーションを伴うため、数式にはフォワード (SI) とバック (RI) での評価を同じ重みづけ (SI = RI) で捉えるための工夫をした。SI 指数及び RI 指数は下記の式を用いて算出した。

1) SI 指数

SI はネットを境に相対したときの攻撃力を評価し、バレーボール選手の競技能力、トレーニング効果、運動適正の判定など、実用的に活用できるよう検討した。SI の考え方はネット上における垂直方向の高さをディメンジョン論的に線としてのみ捉えるのではなく、面積で捉えている。つまり、スパイクやブロックのプレーは、両手あるいは片手をネット上に真直ぐ伸ばした線上のディメンジョンとその状態から左右に円を描くように移動する動作が可能である。従って、手の面積及び左右に円を描くように移動して動作できる面積の大きさを競技力の評価に反映するよう配慮した。SI は下記(1)式に示した。

$$SI = \left\{ \frac{(BJ-2.43)^2}{(BJ \max - 2.43)^2} + \frac{(RJ-2.43)^2}{(RJ \max - 2.43)^2} \right\} \times \frac{V}{V \max} \dots\dots\dots(1) \text{式}$$

BJ : ブロックジャンプ到達点 BJ max : 日本最高記録あるいは世界最高記録
 RJ : 最高到達点 RJ max : 日本最高記録あるいは世界最高記録
 V : 打球速度 V max : 日本最高記録あるいは世界最高記録

2) RI 指数

レシーブはプレイヤーの守備範囲、ブロッカー、打球速度などの影響を受ける。つまり、レシーブにおける守備範囲はディメンジョン論的に両手を広げたほぼ 360 度の面積に影響する。そして、ブロックは一般的に攻撃と考えられているが、レシーバーにとってブロッカーのネット上の高さや面積がスパイクコースを判断し、スパイクボールをブロックに当てて打球速度を減速させるなど防御にとっても重要な要素である。RI は下記(2)式に示した。

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

FS : 指極 FS max : 日本最高記録あるいは世界最高記録
 t : 反応時間 t min : 日本最高記録あるいは世界最高記録

レシーブ力は大別すると、サーブレシーブ力とスパイクレシーブ力がある。ここでのレシーブ力は、主にスパイクレシーブ力を指す。スパイクレシーブをする際、レシーバーは味方ブロッカーの人数及びその高さがスパイクコースを判断する重要な条件になる。スパイクボールと身体の関

係については、スパイクレシーブでボールが飛来した際、レシーブ姿勢の身体中心部分より両手・片手を左右に伸ばした位置を線として捉えるのではなく、面積と捉える。つまり、身体中心部から円を描く範囲で動作が可能であり、この動作の可動域の面積を競技力に反映するため、指極をRIの評価に加え、同一反応時間であれば指極の優れている方がボールを上げる確率が高くなり有利になると捉えることにした。

大学男子における打球速度の平均値は（J大学・今回の測定値）概ね19.5 m/sec～20 m/secである。これらの打球速度でスパイクエリア（最長3 m）から相手コート（約9 m）に到達するのに概ね0.6秒を要する。式中の0.6は作業可能時間の最大値（0.6と t の差はプレーをする余裕の時間）をあらわす。この時間と反応時間の差はレシーバーが動き出せる時間で、この時間の差が大きいほどレシーブに余裕が生まれることになる。

上式から求めたRIとSIの夫々の最高得点は2点で表される。つまり

SIの式は、夫々 $(BJ-2.43)^2/(BJ\max-2.43)^2$ と $(RJ-2.43)^2/(RJ\max-2.43)^2$ が1点、

RIの式は、夫々 $(FS-FS\max)^2$ と $(BJ-2.43)^2/(BJ\max-2.43)^2$ が1点

で、合計2点になるように考えられている。

従ってRIとSIの夫々を50点とし、VBIの最高得点を100点とする場合は

$$(2+2) \times 25 = 100 \dots\dots\dots(3)式$$

によって算出することができる。

3) VBI 指数

VBIはSIとRIを加えた下記(4)式に示した。

$$VBI = SI + RI \dots\dots\dots(4)式$$

本研究では各式に当て嵌める世界最高記録及び日本最高記録の測定値がないので、各項目の最大値及び最小値は、今回測定した被験者の測定結果から下記の値を用いた。

| | |
|-------------------|---------------------|
| RJ max : 326 cm | BJ max : 310 cm |
| FS max : 198 cm | t min : 0.248 sec |
| V max : 91.8 km/h | |

4. 統計処理

測定値は全て平均値±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。平均打球速度とRJ到達

点、SI と NSI 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。

競技歴（経験年数）及び発育発達の影響を検討するため、中学選抜、高校選抜、ユニバーシアード代表及び全日本代表選手についてデータ解析を行った。解析に供したデータは(財)日本バレーボール協会科学研究委員会が測定した資料を用いた。

Ⅲ 研究結果及び考察

1. 体格及び身体機能の特徴

1) 各大学の体格の比較

表 1 は、各大学の体格及び身体機能測定項目の平均値及び標準偏差を示した。

D 大学、J 大学、K 大学の身長の前平均値及び標準偏差は夫々 178.8 cm ± 7.0, 175.5 cm ± 7.3, 180.9 cm ± 5.3 であった。身長が 185 cm 以上の選手は合計 13 名で最も身長が高かった選手は、189.1 cm であった。三群間で比較すると K 大学が最も高く、J 大学と K 大学間で有意差が認められた ($p < 0.05$)。

D 大学、J 大学、K 大学の体重の前平均値及び標準偏差は、夫々 72.5 kg ± 12.6, 66.7 kg ± 7.4, 73.0

表 1 各大学の体格及び身体機能測定項目の平均値と標準偏差

| | D 大学 (N = 23) | J 大学 (N = 15) | K 大学 (N = 18) |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| 年 齢 (歳) | 19.5 ± 1.1 | 19.7 ± 1.1 | 20.6 ± 1.3 |
| 経験年数 (年) | 7.9 ± 2.3 | 8.5 ± 2.3 | 9.5 ± 2.3 |
| 身 長 (cm) | 178.8 ± 7.0 | 175.5 ± 7.3* | 180.9 ± 5.3 |
| 体 重 (kg) | 72.5 ± 12.6 | 66.7 ± 7.4* | 73.0 ± 6.8 |
| 体脂肪率 (%) | 11.0 ± 3.6 | 12.0 ± 2.8 | |
| 指 高 (cm) | 229.2 ± 11.0 | 224.4 ± 10.2* | 232.3 ± 10.4 |
| 指 極 (cm) | 182.5 ± 9.1 | 179.1 ± 7.4 | 183.1 ± 9.6 |
| SJ (cm) | 65.5 ± 7.1 | | 65.7 ± 6.9 |
| SJ 到達点 (cm) | 294.7 ± 12.0 | | 298.4 ± 13.4 |
| BJ (cm) | 66.1 ± 7.2 | 67.7 ± 9.0 | 64.8 ± 6.8 |
| BJ 到達点 (cm) | 295.3 ± 10.9 | 292.1 ± 9.8 | 297.1 ± 13.1 |
| RJ (cm) | 79.2 ± 9.8 | 82.9 ± 8.4* | 77.9 ± 7.0 |
| RJ 到達点 (cm) | 308.4 ± 13.3 | 307.3 ± 10.1 | 310.2 ± 14.0 |
| スパイク平均打球速度 (km/h) | 79.1 ± 9.0 | 74.6 ± 7.8 | (77.4 ± 7.0) |
| 全身反応時間 (sec) | 0.297 ± 0.018 | 0.302 ± 0.037 | 0.310 ± 0.031 |

J-K * $p < 0.05$ () 理論値

kg \pm 6.8であった。K大学は三群で最も高く、J大学は両大学よりやや低い値であり、J大学とK大学間で有意差が認められた ($p < 0.05$)。

体脂肪率はD大学 11.0% \pm 3.6, J大学 12.1% \pm 2.8であった。二群間に有意差はなく、これらの平均値はほぼ成人アスリートの成績であった。指高は、D大学 229.2 cm \pm 11.0, J大学 224.4 cm \pm 10.2, K大学 232.3 cm \pm 10.4であった。240 cm以上の選手は合計8名おり、そのうち5名はK大学であった。三群間で比較するとK大学、D大学そしてJ大学の順に僅かに高く、J大学とK大学間で有意差が認められた ($p < 0.05$)。

指極は、D大学 182.5 cm \pm 9.1, J大学 179.1 cm \pm 7.4, K大学 183.1 cm \pm 9.6であった。190 cm以上はD・K大学に夫々5名で合計10名であった。三群間に有意差は認められなかった。

2) 各大学の身体機能の比較

D大学とK大学のSJ及びSJ到達点をみると、表1に示した通り、SJの平均値は二群共65 cmでほぼ同様な値であった。SJの最高値は80 cmで、75 cm以上の選手は合計5名であった。

SJ到達点は、D大学 294.7 cm \pm 12.0, K大学 298.4 cm \pm 13.4で、僅かにK大学が高い値であったが二群間に有意差は認められなかった。BJはD大学 66.1 cm \pm 7.2, J大学 67.7 cm \pm 9.0, K大学 64.8 cm \pm 6.8で、J大学が最も高く、最高値は82 cmであった。三群間に有意差は認められなかった。BJ到達点の平均値及び標準偏差は、D大学 295.3 cm \pm 10.9, J大学 292.1 cm \pm 9.8, K大学 297.1 cm \pm 13.1であり、K大学、D大学、J大学の順に僅かに高い値であるが三群間に有意差は認められなかった。最も高い値は320 cmであった。

RJの平均値及び標準偏差は、D大学 79.2 cm \pm 9.8, J大学 82.9 cm \pm 8.4, K大学 77.9 cm \pm 7.0であり、J大学、D大学、K大学の順に高い値であった。RJの最高値はD大学のF・H選手101 cmであった。このRJの測定値は日本バレーボール界でもトップレベルの値である。J大学とK大学間に ($p < 0.05$) 有意差が認められた。

RJ到達点はD大学 308.4 cm \pm 13.3, J大学 307.3 cm \pm 10.1, K大学 310.2 cm \pm 14.0で、最高値は334 cmであった。三群間を比較するとK大学、D大学そしてJ大学の順に高かったが三群間に有意差は認められなかった。

D大学のスパイク平均打球速度の平均値と標準偏差は、79.1 km/h \pm 9.0であり、最高値は91.8 km/hであった。J大学では、74.6 km/h \pm 7.8であり、最高値は91.6 km/hであった。K大学は77.4 km/h \pm 7.0であり、最高値は89.7 km/hであった。三群間の平均値を比較するとD大学、K大学、J大学の順に高かったが有意差は認められなかった。打球速度が速いと思われる85 km/h以上の選手はD大学4名、J大学2名、K大学2名であった。このスパイク平均打球速度は、昨年報告¹⁾したスパイク平均打球速度77.1 km/hとほぼ同様の値であった。

全身反応時間の平均値と標準偏差は、D大学 0.297 sec \pm 0.018, J大学 0.302 sec \pm 0.037, K大学

0.310 sec \pm 0.031 であった。三群間で比較すると D 大学, J 大学, K 大学の順に高かったが三群間に有意差は認められなかった。

全身反応時間の全選手の平均値と標準偏差は 0.299 \pm 0.027 であった。この平均値は一般成人の反応時間と概ね一致した値であった。また、豊田の報告¹²⁾では、東京オリンピック当時の日本代表選手の全身反応時間の平均値は、男子 0.348, 女子 0.340 であることから、本研究の測定値はこれらの測定値と比較し僅かに短かった（反応が良い）。

この体格及び身体機能測定結果からみると K 大学, D 大学では、ほぼ同じ体格・体型であり、J 大学は僅かに低い値であった。しかし、J 大学は、RJ の高い選手が多く、RJ 到達点には三群間に大きな差異は認められなかった。そこで、3 大学を合わせてレギュラー群と非レギュラー群の 2 群に分け、夫々の体格及び身体機能を比較した。

3) 三大学のレギュラー群と非レギュラー群の体格及び身体機能の比較

レギュラー群と非レギュラー群の体格及び身体機能の平均値及び標準偏差を表 2 に示した。身長は、レギュラー群 181.0 cm \pm 6.0, 非レギュラー群 176.3 cm \pm 6.8 で、レギュラー群が高く、有意差が認められた ($p < 0.01$)。体重はレギュラー群 71.6 kg \pm 7.4, 非レギュラー群 70.7 kg \pm 11.9 であった。体脂肪率は、レギュラー群 10.5% \pm 2.5, 非レギュラー群 12.2% \pm 3.8 であった。体重及び Fat% は二群間で有意差はなかった。レギュラー群の身体的特徴は非レギュラー群に比べて身長は平均値で約 5 cm 高く、体重は 1 kg 大きく、Fat% は 1.7% 低かった。両群とも体脂肪の

表 2 レギュラー群と非レギュラー群の体格及び機能測定項目の平均値と標準偏差

| | レギュラー群 (N = 27) | 非レギュラー群 (N = 29) |
|-------------------|-------------------|---------------------|
| 身長 (cm) | 181.0 \pm 6.0 | 176.3 \pm 6.8** |
| 体重 (kg) | 71.6 \pm 7.4 | 70.7 \pm 11.9 |
| 体脂肪率 (%) | 10.5 \pm 2.5 | 12.2 \pm 3.8 |
| 指高 (cm) | 232.3 \pm 9.0 | 225.5 \pm 11.5* |
| 指極 (cm) | 184.3 \pm 7.6 | 179.3 \pm 9.4* |
| SJ (cm) | 68.8 \pm 6.5 | 62.8 \pm 6.2** |
| SJ 到達点 (cm) | 301.1 \pm 12.2 | 291.5 \pm 11.4* |
| BJ (cm) | 69.0 \pm 6.7 | 63.6 \pm 7.6** |
| BJ 到達点 (cm) | 301.1 \pm 10.1 | 288.9 \pm 9.2*** |
| RJ (cm) | 82.9 \pm 8.0 | 76.8 \pm 8.3** |
| RJ 到達点 (cm) | 315.2 \pm 11.2 | 302.4 \pm 10.5*** |
| スパイク平均打球速度 (km/h) | 80.8 \pm 8.1 | 73.8 \pm 6.7** |
| 全身反応時間 (sec) | 0.303 \pm 0.032 | 0.301 \pm 0.024 |

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

少ない体構成を示しているが、レギュラー群の体重が大きいのは実質筋重量の大きいことが推察される。指高はレギュラー群 $232.3 \text{ cm} \pm 9.0$, 非レギュラー群 $225.5 \text{ cm} \pm 11.5$ でレギュラー群が高く有意差が認められた ($p < 0.05$)。指極はレギュラー群 $184.3 \text{ cm} \pm 7.6$, 非レギュラー群 $179.3 \text{ cm} \pm 9.4$ で、レギュラー群が高く有意差が認められた ($p < 0.05$)。指高及び指極は身長と比例することが考えられるが、二群間の指高及び指極との平均値の差異は夫々 6.8 cm , 5.0 cm で指高との差異が僅かに大きかった。SJ では、レギュラー群 $68.8 \text{ cm} \pm 6.5$, 非レギュラー群 $62.8 \text{ cm} \pm 6.2$ で、レギュラー群が高い値であり有意差が認められた ($p < 0.01$)。SJ 到達点では、レギュラー群 $301.1 \text{ cm} \pm 12.2$, 非レギュラー群 $291.5 \text{ cm} \pm 11.4$ で、レギュラー群が明らかに高い値であり有意差が認められた ($p < 0.05$)。BJ では、レギュラー群 $69.0 \text{ cm} \pm 6.7$, 非レギュラー群 $63.6 \text{ cm} \pm 7.6$ で、レギュラー群が高い値であり有意差が認められた ($p < 0.01$)。BJ 到達点は、レギュラー群 $301.1 \text{ cm} \pm 10.1$, 非レギュラー群 $288.9 \text{ cm} \pm 9.2$ で、レギュラー群が明らかに高い値であり有意差が認められた ($p < 0.001$)。RJ はレギュラー群 $82.9 \text{ cm} \pm 8.0$, 非レギュラー群 $76.8 \text{ cm} \pm 8.3$ で、レギュラー群が高い値であり有意差が認められた ($p < 0.01$)。RJ 到達点レギュラー群 $315.2 \text{ cm} \pm 11.2$, 非レギュラー群 $302.4 \text{ cm} \pm 10.5$ でレギュラー群が明らかに高い値であり有意差が認められた ($p < 0.001$)。レギュラー群と非レギュラー群の平均値の差異をみると、SJ, BJ 及び RJ は夫々 5.0 cm , 5.4 cm , 6.1 cm であったが、更に、SJ 到達点, BJ 到達点及び RJ 到達点は 10 cm , 12.2 cm , 13.0 cm とその差は約 2 倍であった。

レギュラー群と非レギュラー群のスパイク平均打球速度は、各々 $80.8 \text{ km/h} \pm 8.1$, $73.8 \text{ km/h} \pm 6.7$ でレギュラー群が明らかに高い値であり有意差が認められた ($p < 0.05$)。

全身反応時間は、レギュラー群 0.303 ± 0.032 であり、非レギュラー群 0.301 ± 0.024 で僅かに非レギュラー群が高い値であったが有意差は認められなかった。この結果をみると、レギュラー群は非レギュラー群に比較し、バレーボール選手として適正とされる体格・体型(身長が高く)とジャンプ力 (SJ, BJ, RJ), スパイク平均打球速度が明らかに高い値であった。しかし、全身反応時間は、非レギュラー群が僅かに高い値であった。このことは、非レギュラー群は、バレーボール選手としての潜在能力を有しているが、スパイクやレシーブのスキル能力が一定レベルに達していないと共に、リベロ(守備専門)選手が多く存在することによると思われる。

2. バレーボール指数 (VBI) について

1) スパイク打球速度と身体機能との関係

スパイク打球速度と身体機能との相関関係は、バレーボールの正式なネットの高さ (243 cm) からスパイクを実施した場合には、VJ 到達点, BJ 到達点, RJ 到達点などで高い相関関係を認めたことを報告した。そこで、本研究は、スパイク打球速度と関係の高いことが予測される BJ 到達点, RJ 到達点との関係から検討を行った。

図1は、D大学とJ大学のスパイク平均打球速度とRJ到達点の相関関係を示した。

スパイク平均打球速度とRJ到達点との相関関係は、相関係数 $r = 0.661$ 、回帰式 $Y = 0.486X - 72.61$ が得られた。スパイク平均打球速度と身体機能との関係は、前報同様、RJ到達点と最も高い相関関係を示し、正の有意な相関関係を認めた ($p < 0.001$)。従って、スパイク打球速度

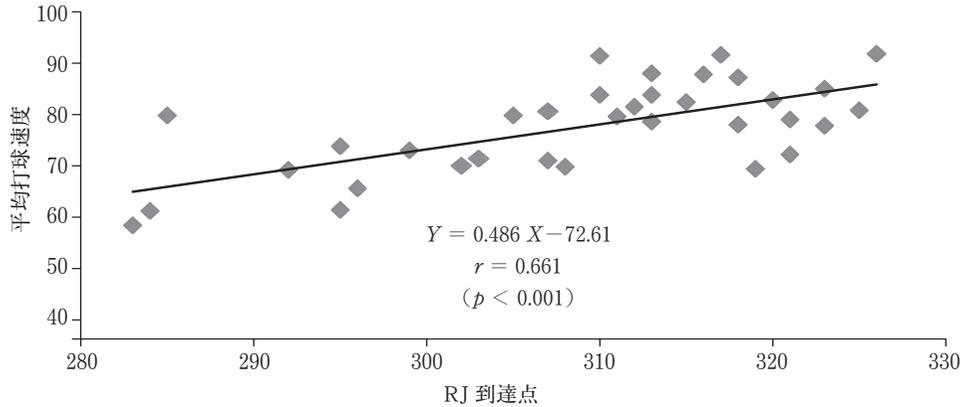


図1 平均打球速度とRJ到達点の関係

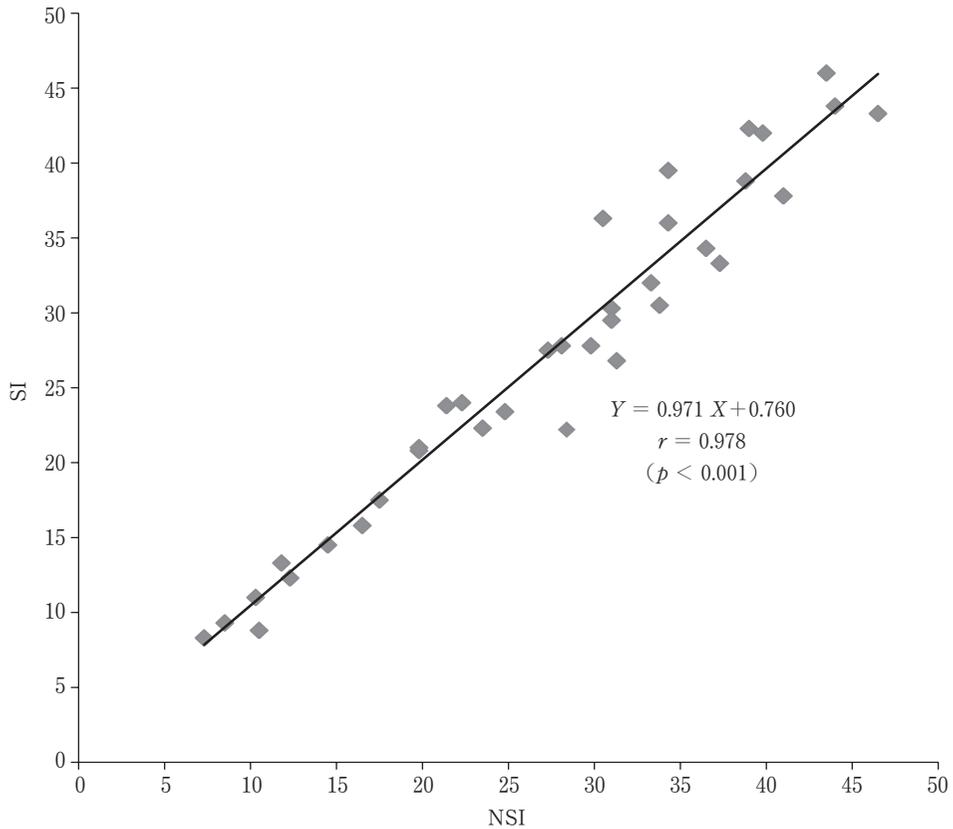


図2 SIとNSI (スパイク指数) の関係

(Y) を求めるための理論式

$$Y = 0.486 X - 72.61 \dots \dots \dots (5) \text{式}$$

に、RJ 到達点の値 (X) を代入して打球速度の理論値を求めた。

この様に、打球速度の理論値を用いて(1)式に当て嵌めて算出した SI は NSI で表した。

SI と NSI との関係を検討するために D 大学と J 大学を対象に SI と NSI との相関関係を図示したのが図 2 である。両者の間には相関係数 $r = 0.978$ の高い正の相関関係が認められた。スパイク能力 (攻撃能力) を NSI から求めることによって、SI と同様にスパイク能力を適性評価し、現場で実用的に活用することのできる有効なスパイク指標の一つであると考えられる。

2) スパイク指数 (SI)

D 大学と J 大学の SI 値及び K 大学の NSI 値の算出結果を図 3 に示した。図は上より SI, RI, VBI の平均値及び標準偏差を示した。

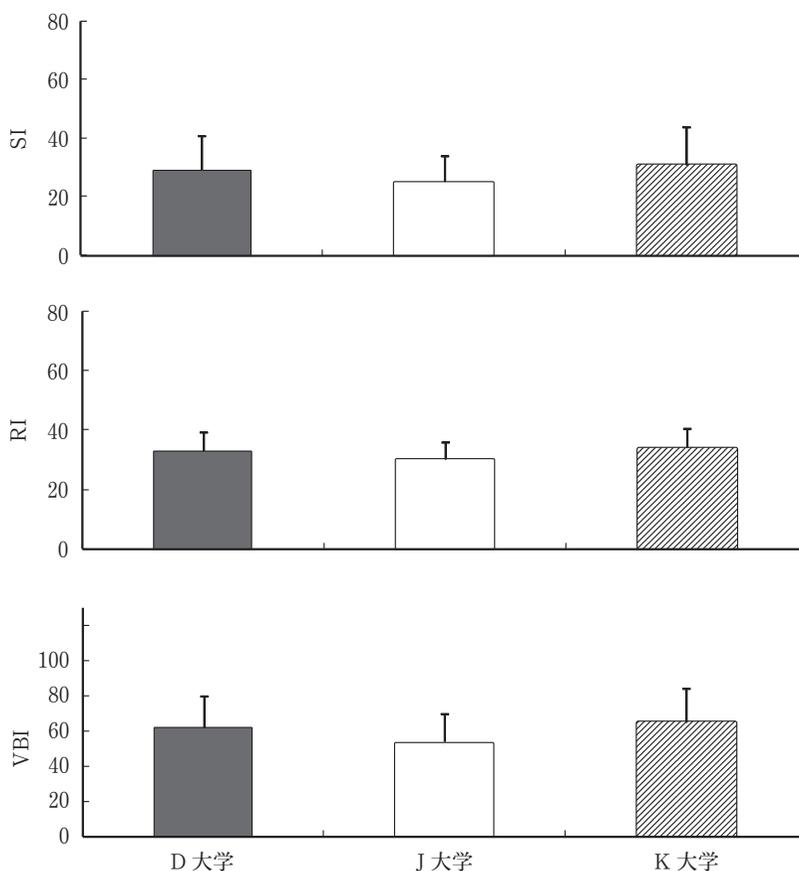


図 3 競技能力判定法による各大学の比較

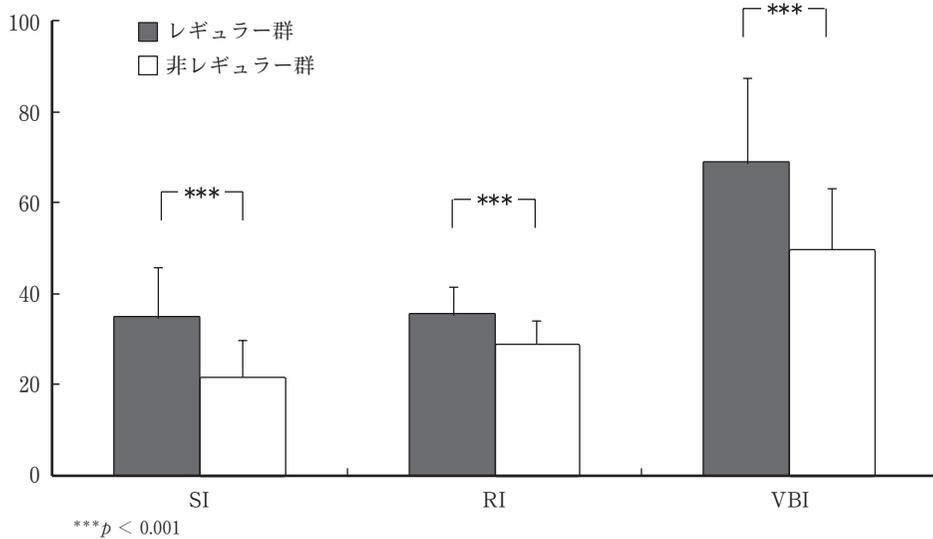


図4 レギュラー群と非レギュラー群の比較

SIを算出した結果、D大学の平均値及び標準偏差は、 28.9 ± 12.0 そして最高値 46.5, 最低値 7.3 であった。J大学では、 24.3 ± 9.7 , 最高値 37.3, 最低値 10.3 であった。K大学のNSI値では、 29.9 ± 13.8 , 最高値 61.5, 最低値 7.0 であった。三群間を比較すると、K大学、D大学、J大学の順であったが有意差は認められなかった。三大学は、ほぼ同等の大学バレーボールリーグに所属していることもあり、著者らが思案した競技力判定法により求めたSI、RI及びVBIに差異はなかった。

そこで、レギュラー群と非レギュラー群の比較を図示したのが図4である。レギュラー群は 34.6 ± 11.4 に対し、非レギュラー群は 21.0 ± 8.8 であり、レギュラー群が明らかに高い値を示し、二群間で有意差が認められた ($p < 0.001$)。

この結果から各大学でレギュラー候補に選出されるためには、SIの値が35以上になることが条件の一つである。

SIの値でD大学のレギュラー群を（セッター2名、リベロ1名を除く8名）みると、SIの成績は第1位～第8位まで全てレギュラー群が占め、J大学でもほぼ同様な傾向であった。

このようにSIを用いることにより、大学及び選手の競技能力は、全体の中で客観的且つ定量的にどの位置にあるかを把握することが容易に可能となる。

3) レシーブ指数 (RI) について

i) RIとNRI

RIの各大学別の平均値及び標準偏差は、図3に示した通りD大学 32.3 ± 7.1 であり、J大学 29.7 ± 6.3 , K大学 33.2 ± 7.6 であったが、三群間で有意差は認められなかった。

RIの最高値はK大学のN選手の48.0であり、最低値は18.4であった。RIの値がやや高い水準である35以上の値を示した選手を大学別にみると、D大学8名、J大学4名、K大学5名の合計17名であった。

次に各大学のレギュラー群と非レギュラー群を比較すると、図4に示した通りレギュラー群は 35.3 ± 6.3 に対し非レギュラー群は 28.2 ± 5.8 であり、レギュラー群が明らかに高い値を示し、二群間で有意差が認められた($p < 0.001$)。

世界に向け競技レベル(レシーブ能力)を向上させるには、スパイカーが全力で打ったスパイクは、コースや強弱を正しく判断することが出来ない速いスピードでボールが飛来するために、対応策として反射的レシーブの技術を習得することが不可欠である。豊田¹²⁾はこの反射的レシーブは、レシーブ能力の重要な要素の一つであり、ボールを使ってのレシーブ練習で反射的なプレーとして身につけることが必要であると指摘している。

さて、指高、指極の測定は、バレーボール界における体力測定時にはしばしば測定される項目である。特に、指極に比べて指高の測定は、ジャンプ系の測定にとって不可欠である。従ってRIを算出するに当たり、指極が指高で代用できればより指数を算出するのに簡便になる。そこで、レシーブ指数を求めるに当たり、(2)式に指極を当て嵌めて求めたもの(RI)、そして、指高を指極の項目に代用して求めた値を、NRIとして指極が指高で代用できるか否かについて検討した。図は割愛したが、D大学とJ大学より求めた値でRIとNRIの関係をみると、相関係数 $r = 0.946$ が得られ正の有意な相関関係を示した($p < 0.001$)。回帰式は $Y = 1.030 X - 0.039$ であった。この結果は指極が指高で代用できることを示唆している。

4) バレーボール指数(VBI)

(1)式から(4)式を用いて求めた指数をVBI、RJ到達点及び指高を指極の項目に代用して求めた指数をNVBIとして表した。

VBIを求めた結果を図3に示したが、その平均値及び標準偏差は、D大学で 61.1 ± 18.8 であり、最高値88.0、最低値25.7であった。J大学で 52.5 ± 17.7 であり、最高値78.8、最低値25.2であった。K大学の結果はNVBIであるが 63.5 ± 20.9 であり、最高値109.5、最低値36.5であった。三群間を比較するとK大学、D大学、J大学の順に高かったが有意差は認められなかった。各大学内で競技能力が高いと思われるVBI及びNVBIの値が80以上を示す選手は、D大学3名、K大学4名で合計7名であった。チームスポーツ競技は、一般的に高い競技能力を保持する選手の活躍度が試合の勝敗に大きく影響を与えることから、三大学を比較するとD大学、K大学がJ大学に比べてやや優位であると思われる。

次にレギュラー群と非レギュラー群を比較すると図4に示した通り、レギュラー群は 68.8 ± 18.7 に対し、非レギュラー群は 49.1 ± 14.1 であり、レギュラー群が明らかに高い値を示し二群間に有

意差が認められた ($p < 0.001$)。この結果から各大学共、レギュラー群と非レギュラー群との間には、競技能力に顕著な差異のあることが明らかになった。チームの競技力を総合的に向上させるためには非レギュラー群の向上が不可欠であると思われる。

このことから著者らが提案するこのバレーボール競技能力判定法は、選手評価を客観的に行う上で一つの指標であると共に、チーム間での攻撃力、守備力及び競技能力を、客観的に比較することが可能になる。また、選手個人及びチームの競技能力を客観的に把握することによって、自チーム及び選手個人の課題が明確に捉えられ、課題解決の糸口をつかむためのトレーニング処方などがより具体化できるものとする。

3. 中学選抜・高校選抜及び日本代表選手の競技能力について

日本男子バレーボール界を代表する全日本中学選抜選手（以下、中学選抜）、全日本高校選抜選手（以下、高校選抜）、ユニバーシアード代表選手（以下、ユニバー代表）、全日本代表選手（以下、全日本代表）の体格及びNVBI（NSI+NRI）の成績を比較し、発育発達に伴う競技能力の特徴を比較検討した。この全日本代表は、オリンピック大会や各国際大会に出場した選手であり、他の代表選手（選抜選手）も同時期のものを抽出した。

1) 体格及び身体機能の特徴

各選抜及び代表選手の身長 の 平均値及び標準偏差は、中学選抜 180.0 cm \pm 5.5、高校選抜 186.7 cm \pm 4.9、ユニバー代表 187.5 cm \pm 7.3、全日本代表 187.9 cm \pm 4.7 であった。四群間を比較すると中学選抜は、高校選抜及び代表選手と比較すると明らかに低い値であった。中学選抜は、年齢的に発育発達の途上にあり、他の選抜、代表選手との間に夫々有意差が認められた ($p < 0.001$) ($p < 0.01$)。体重は中学選抜 67.0 kg \pm 6.8、高校選抜 74.8 kg \pm 5.5、ユニバー代表 78.9 kg \pm 7.1、全日本代表 80.7 kg \pm 6.3 であった。四群間を比較すると全日本代表はユニバー代表より僅かに高い値であったが、中学選抜は、高校選抜より明らかに低い値であった。中学選抜は、高校選抜・ユニバー代表・全日本代表との間に ($p < 0.001$)、そして高校選抜はユニバー代表 ($p < 0.05$)、全日本代表 ($p < 0.01$) との間に有意差が認められた。

BJ 到達点の平均値及び標準偏差は、中学選抜 294.4 cm \pm 8.6、高校選抜 309.1 cm \pm 9.3、ユニバー代表 318.3 cm \pm 8.1、全日本代表 318.2 cm \pm 7.1 であった。四群間を比較すると中学選抜は、高校選抜よりやや低く、ユニバー代表、全日本代表より明らかに低い値であった。又、高校選抜は、ユニバー代表、全日本代表よりやや低い値であった。中学選抜は、高校選抜・ユニバー代表・全日本代表との間に夫々有意差が認められた ($p < 0.001$)。そして、高校選抜は、ユニバー代表・全日本代表との間に有意差が認められた ($p < 0.01$)。

RJ 到達点の平均値及び標準偏差では、中学選抜 302.7 cm \pm 9.1、高校選抜 322.2 cm \pm 10.0、ユ

ニバー代表 $328.9 \text{ cm} \pm 8.5$, 全日本代表 $330.2 \text{ cm} \pm 6.0$ であった。四群間を比較すると中学選抜は、他の代表より明らかに低い値であり、高校選抜はユニバー代表、全日本代表よりやや低い値であった。中学選抜は高校選抜とユニバー代表及び全日本代表の間に夫々有意差が認められた ($p < 0.05$) ($p < 0.01$)。高校選抜は、ユニバー代表及び全日本代表との間に有意差が認められた ($p < 0.05$) ($p < 0.01$)。

全身反応時間は、中学選抜 $0.293 \text{ sec} \pm 0.029$, 高校選抜 $0.279 \text{ sec} \pm 0.02$, ユニバー代表 $0.297 \text{ sec} \pm 0.018$, 全日本代表 $0.3026 \text{ sec} \pm 0.017$ であった。四群間を比較すると中学選抜とユニバー代表ではユニバー代表が僅かに短い値を示し、高校選抜が他の代表よりも短い(良い)値であった。高校選抜は、ユニバー代表、全日本代表との間で有意差が認められた ($p < 0.01$)。

2) 中学選抜・高校選抜及び日本代表選手の NSI, NRI 及び NVBI の比較

バレーボール選手の競技能力が、年齢、経験年数及び競技環境による差異を検討するため、中学選抜、高校選抜、ユニバー代表選手、そして全日本代表選手を対象に、SI, RI 及び VBI を求めた。選抜及び代表選手らの SI, RI, VBI を求めるに当たり、SI は打球速度を理論式から、RI は指高の測定値を用いて算出したので、夫々を NSI, NRI 及び NVBI として表した。

夫々の成績について平均値及び標準偏差を図5に示した。

NSI は、中学選抜 23.4 ± 8.3 , 高校選抜 44.8 ± 15.2 , ユニバー代表 56.5 ± 14.2 , 全日本代表 54.8 ± 13.5 であった。四群を比較するとユニバー代表は全日本代表より僅かに高い値であり、高校選抜よりやや高く、中学選抜より明らかに高い値であった。中学選抜は高校選抜、ユニバー代表、全日本代表との間で有意差が認められた ($p < 0.001$)。又、高校選抜は、ユニバー代表、全日本代表との間で有意差が認められた ($p < 0.05$)。身体の発育発達の影響が大きく関与していることが示唆される。NSI の最高値は 83.3 で、NSI の高い値 70 以上の選手は 6 名であり、NSI の値が 60 以上の選手は高校選抜で 4 名、ユニバー代表で 5 名、全日本代表 5 名で合計 14 名であった。

NRI の結果は、中学選抜 32.9 ± 5.0 , 高校選抜 45.3 ± 9.3 , ユニバー代表 48.1 ± 7.1 , 全日本代表 45.6 ± 7.8 であった。四群を比較するとユニバー代表は、全日本代表に比べてやや高い値を、高校選抜に比べてやや低い値を、そして中学選抜に比べては明らかに低い値を示した。中学選抜は高校選抜、ユニバー代表、全日本代表との間に有意差が認められた ($p < 0.001$)。NRI の最高値は 70.8 であり、NRI の高い値と思われる 54 以上の選手は、高校選抜 5 名、ユニバー代表 3 名、全日本代表 2 名の合計 10 名であった。

NVBI の結果は、中学選抜 56.2 ± 12.6 , 高校選抜 86.5 ± 22.6 , ユニバー代表 104.6 ± 20.8 , 全日本代表 100.5 ± 21.1 であった。四群を比較するとユニバー代表が最も高い平均値を示した。ユニバー代表と全日本代表を比べるとユニバー代表が僅かに高い値を示し、高校選抜は全日本代表に比べてやや低い値を示した。そして中学選抜は明らかに低い値であった。中学選抜は高校選抜、ユニ

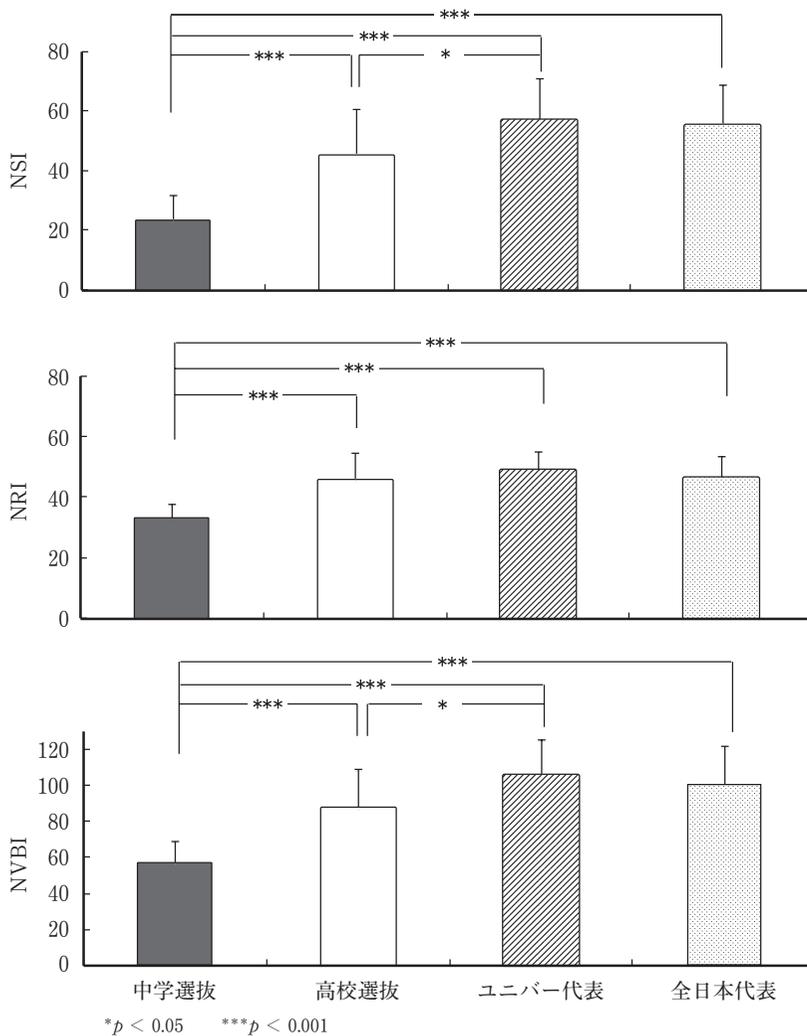


図5 競技能力判定法による日本代表チームの比較

バー代表及び全日本代表との間に有意差が認められた ($p < 0.001$)。又、高校選抜は、ユニバー代表、全日本代表との間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。ユニバー代表の中には、全日本代表候補選手が多く含まれ、次期全日本代表の中心選手になった選手が存在する。NVBIの最高値は、140.3であり、NVBIの高い値100以上の選手は、高校選抜7名、ユニバー代表9名、全日本代表5名の合計21名であった。

このことから、中学選抜と高校選抜との間に、発育発達における成長曲線の明らかな境界がみられ、体格・体型及び筋力・スピードの差異が顕著に現れ、NVBIに影響を与えたと思われる。高校選抜はユニバー代表に比べ、各全体平均値でやや劣るが上位者15名を平均すると、SI, RI, VBIは差異がない。従って、高校、大学がトップ選手を育成するのに、最も重要な時期である

と推測される。

IV 結 論

著者らは、バレーボール選手の競技能力をスパイク指数 (SI) とレシーブ指数 (RI) 及びバレーボール指数 ($VBI = SI + RI$) を指標とするための評価法を検討してきた。本研究は各指数の算出方法をより客観的、合理的になるよう新たな視点で検討した。

対象は関東在住の D 大学, J 大学及び関西在住の K 大学, 合計 56 名の男子バレーボール部員及び中学選抜, 高校選抜, ユニバー代表選手そして全日本代表選手である (日本バレーボール協会科学研究委員会資料)。

その結果,

- (1) SI, RI そして VBI は三大学間に差異はなかった。しかし, レギュラー群と非レギュラー群に分けて検討した結果, SI, RI 及び VBI の平均値はレギュラー群が高い成績で, 二群間に有意差が認められた。
- (2) 打球速度が測定できない場合, 打球速度 (Y) は RJ 到達点 (X) の測定値を用いて, 理論式 $Y = 0.486 X - 72.61$ に当て嵌めることによって求められる。
- (3) SI は前述の理論値を用いて算出式に当て嵌めることでも求められる。
- (4) RI を求める場合, 指極に代えて指高の測定値を用いて, RI 算出式に当て嵌めることによっても求められる。
- (5) 選抜及び代表選手らの SI は打球速度を理論式から, RI は指高の測定値を用いて算出した。

従って夫々を NSI, NRI 及び NVBI として表記した。その結果,

- 1) 選抜及び代表選手の NSI, NRI 及び NVBI の平均値は年齢が高く, 選抜される母集団が大きくなるに従って高くなった。特に中学選抜と高校選抜及びユニバー代表と全日本代表との間の平均値が顕著であった。これらの平均値の差に有意差が認められた。
- 2) ユニバー代表と全日本代表との間には夫々の平均値に差異はなかった。
- 3) NSI は NRI に比べて年齢による増加量が大きかった。その理由としては, 年齢による発育発達の差異が, 体格・体型及び筋力・スピードの差異に顕著に現れた結果だと推察する。

以上のことから, 本研究で考案したバレーボールの競技能力判定法は, 選手の競技能力を評価すると共にバレーボールの適性, トレーニング効果そして選抜選手を選考 (タレントを発掘) するための一つの指標として用いることができることを示唆した。

参考・引用文献

- 1) 明石正和, 川之上豊, 横矢勇一, 田中信雄, バレーボール選手の競技能力判定法に関する研究, 城西大学研究年報(自然科学編)第34巻, pp.47-59, 2011年3月.
- 2) 明石正和, 田中信雄, 島津大宣, 千賀康利, 見正富美子, 堀 清記, バレーボール選手の競技能力判定法 その2, 日本体育学会第35回大会号, p.517, 1984年.
- 3) 泉川喬一, 豊田 博, 島津大宣, 南 匡泰, 明石正和他, 昭和62年全国高校選抜バレーボール選手の体力について, (財)日本バレーボール協会科学研究委員会研究報告集, 第IV巻, pp.91-95, 1988年.
- 4) 島津大宣, バレーボール・ジャンプ指数と高校生の体力得点について, バレーボール, 第5巻4号, pp.4-8, 1977年.
- 5) 高梨泰彦, ジュニア選手強化に関する研究の体力面からみた課題——バレーボールの場合——, 体育の科学, 第42巻6月号, pp.433-439, 1992.
- 6) 田中信雄, 明石正和, 黛 誠, 島津大宣, 堀 清記, バレーボール選手の競技能力判定法の考察, 日本体育学会第34回大会号, p.517, 1983年.
- 7) 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, バレーボール選抜選手の体格, 体構成と体力に関する研究, 日本体育学会第39回大会号, p.518, 1988年.
- 8) 豊田 博, 全日本男女ナショナル大学の体力の現状と今後の到達基準, (財)日本バレーボール協会科学研究委員会研究報告集, 第V巻, pp.8-12, 1992年.
- 9) 豊田 博, 島津大宣, 明石正和, 南 匡泰, 田中信雄他, 全日本男女の体力に関する研究, (財)日本バレーボール協会科学研究委員会研究報告集, 第IV巻, pp.108-113, 1988年.
- 10) 豊田 博, エリート・スポーツ選手のデータ比較 バレーボール選手の体的特徴, 体育の科学, 第37巻12月号, pp.920-921, 1987年.
- 11) 豊田 博, 古沢久雄, 志村栄一, 遠藤俊郎, バレーボールにおける敏捷性の研究——レシーブ・ブロック時の反応と動きの速さについて——, (財)日本バレーボール協会科学研究委員会研究報告集, 第II巻, pp.1-16, 1982年.
- 12) 豊田 博, もっとも新しいバレーボール, 日本文化出版, 1973年.
- 13) 田口 東, 山本章雄, 泉川喬一, 篠村朋樹, 福田 隆他, VIS データを利用した6人制バレーボールのゲーム分析, (財)日本バレーボール協会科学研究委員会研究報告集, 第VI巻, pp.201-206, 1999年.
- 14) 南 匡泰, 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年.
- 15) 南 匡泰, 坂井 充, 柏森康雄, 土谷秀雄他, バレーボール選手の体力に関する研究(1) 1987年ユニバーシアード日本男子代表選手の体力について, (財)日本バレーボール協会科学研究委員会研究報告集, 第V巻, pp.43-50, 1992年.
- 16) 渡辺俊男, 川原ゆり, 松下清子, 反応時の研究——反応時につきまとう変動因と測定値の扱い方(その一), 体育学研究 12巻1号, pp.24-34, 1967年.

謝 辞

体力測定にご協力下さった(財)日本バレーボール協会(現公益法人)科学研究委員会の皆様を始め, 各代表チーム, 各選抜チームの監督及び城西大学情報科学教育センター石井宏氏に協力と助言を賜ったことに感謝申し上げます。

なお本論文の内容の一部は日本体育学会第34回大会で口頭発表したものであり, その抄録は日本体育学会第34回大会号に記載されている。